

POLITECHNIKA ZIELONOGÓRSKA
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I INŻYNIERII SANITARNEJ

**zeszyty
naukowe**

125

ZIELONA GÓRA, 2001

POLITECHNIKA ZIELONOGÓRSKA
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I INŻYNIERII SANITARNEJ



ZESZYTY NAUKOWE
Nr 125

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA 11

OCHRONA I REKULTYWACJA TERENÓW DORZECZA ODRY

Zagospodarowanie Zlewni

PROTECTION AND RECULTIVATION OF THE ODRA-BASIN AREAS

Land Management in River Basin

The 2nd International Conference
21-22.06.2001

Wydziałowy Komitet Redakcyjny
Faculty Editorial Board

Prof. dr hab. inż. Henryk Greinert
Dr hab., prof. PZ Józef Gil
Prof. dr hab. inż. Romuald Świtka
Dr hab. inż., prof. PZ Tadeusz Kuczyński
Dr hab. inż., prof. PZ Andrzej Jędrczak

Redakcja Zeszytu
Conference Proceedings Editors

Henryk Greinert
Urszula Kołodziejczyk
Andrzej Greinert

Printed in Poland

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Zielonogórskiej

Copyright by
Technical University of Zielona Góra
Institute of Environment Engineering
Poland

ISSN 1508-4450



Publikacja dofinansowana ze środków
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Zielonej Górze

Druk: Zakład Poligraficzny "POLIGMAR"
Zielona Góra, ul. Sulechowska 37, tel. (068) 4522510
Nakład: 300 egz.

PATRONAT HONOROWY
HONOUR PATRONAGE

Antoni Tokarczuk
Minister Środowiska
Minister of Environment

Andrzej Bocheński
Marszałek Województwa Lubuskiego
Marshal of the Lubuskie Voivodship

CZŁONKOWIE KOMITETU HONOROWEGO
HONOUR COMMITTEE MEMBERS

Prof. dr hab. Michał Kisielewicz
Rektor Politechniki Zielonogórskiej
Rector of the Technical University in Zielona Góra

Andrzej Bocheński
Marszałek Województwa Lubuskiego
Marshal of the Lubuskie Voivodship

Dr hab. inż., prof. PZ Andrzej Jędrzak
Dyrektor Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Zielonogórskiej
Head of Institute of the Technical University in Zielona Góra

**ORGANIZATORZY KONFERENCJI
CONFERENCE ORGANIZERS**

**POLITECHNIKA ZIELONOGÓRSKA
INSTYTUT INŻYNIERII ŚRODOWISKA
ZAKŁAD ODNOWY ŚRODOWISKA**

**TECHNICAL UNIVERSITY OF ZIELONA GÓRA
INSTITUTE OF ENVIRONMENT ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENVIRONMENT RESTORATION**

**WSPÓŁORGANIZATORZY
COORGANIZERS**

Dyrekcja Regionalna Lasów Państwowych w Zielonej Górze (*State Forests –
Regional Headquarters in Zielona Góra*)

Komitet Badań Naukowych (*Scientific Researches Committee*)

Kronopol SA w Żarach (*Kronopol SA in Żary*)

Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze
(*Melioration and Water Facilities Board of Lubuskie Province in
Zielona Góra*)

Novita SA w Zielonej Górze (*Novita SA in Zielona Góra*)

Polskie Towarzystwo Geologiczne – Oddział Ziemi Lubuskiej (*Polish
Geological Society – Lubuska Land Branch*)

Polskie Towarzystwo Gleboznawcze – Oddział w Zielonej Górze (*Polish Soil
Science Society – Branch in Zielona Góra*)

Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi (*Polish Society of Friends of
Earth Sciences*)

Urząd Marszałkowski Województwa Lubuskiego (*Marshal Office of the
Lubuskie Voivodship*)

Urząd Miejski w Zielonej Górze (*Zielona Góra Town Office*)

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Zielonej
Górze (*Voivod Foundation of Environment Protection and Water
Management in Zielona Góra*)

KOMITET NAUKOWY
SCIENTIFIC COMMITTEE

Przewodniczący
Chairman

Prof. dr hab. inż. Henryk Greinert

Członkowie
Members

Dr hab. inż., prof. PZ Tadeusz Chrzan
Prof. dr hab. Andrzej Drągowski
Dr hab., prof. IMGW Jerzy Jańczak
Prof. dr hab. Adam Koćmit
Prof. dr hab. Witold Cezariusz Kowalski
Prof. dr hab. Jerzy Liszkowski
Prof. dr hab. Leszek Szerszeń
Dr Jerzy Tonder

KOMITET ORGANIZACYJNY
ORGANIZING COMMITTEE

Przewodniczący
Chairman

Dr inż. Andrzej Greinert
Dr Urszula Kołodziejczyk

Członkowie
Members

Mgr inż. Leszek Banach
Dr inż. Michał Drab
Mgr inż. Radosław Muzioł
Dr Bartłomiej Najbar
Mgr inż. Barbara Walczak
Mgr inż. Piotr Warcholak
Mgr inż. Sebastian Węclewski
Elżbieta Witowska

SPIS TREŚCI

Aniszewski Andrzej

Próba matematycznego modelowania jakości ujmowanej wody gruntowej. *A trial of mathematical modeling of the drawing ground water quality.* 13

Bich Lock Nguyen Thi, Obertyńska Ewa

Analiza mikrobiologiczna osadu surowego i po kompostowaniu. *The microbiological analysis of a raw sewage sludge and after composting process.* 21

Borowy Andrzej, Harabin Zdzisław

Możliwości wykorzystania osadów celulozowych do rekultywacji gruntów bezglebowych. *Possibilities of cellulose sledges use for the soil-less grounds reclamation.* 29

Borys Sławomir, Reszka Tadeusz

Zastosowanie grodziec winylowych c-loc w wykonawstwie obiektów budowlanych gospodarki wodnej. *Vinyl c-loc sheet piles use in the water management objects.* 37

Chrzan Tadeusz

Dobór typu geowłókniny dla skarpy pionowej z gruntu zbrojonego. *The selection type of geofibres for slope wall with reinforcement ground.* 45

Drab Michał

Wpływ odlogowania gruntów na ich niektóre właściwości chemiczne, aktywność enzymatyczną oraz skład gatunkowy chwastów. *The influence of allowing to rest of the recultivated land on its some physical and chemical properties, enzyme activity, as well as weed species composition.* 51

Drab Michał, Greinert Henryk

Zmiany zawartości różnych form potasu i fosforu w rekultywowanych rolniczo gruntach po eksploatacji kruszywa budowlanego. *The changes of various forms of potassium and phosphorus content in the arable soils formed after gravel material exploitation.* 61

Dubicki Alfred

Ocena stanu realizacji inwestycji objętych „programem szybkiego działania nad ochroną rzeki Odry przed zanieczyszczeniem” w latach 1997-1999. *Assessment of realization state of investments included in “programme of quick action for the protection of Odra river against pollution” 1997–1999.* 69

Gilewska Mirosława

Zasady rolniczej rekultywacji gruntów pogórnich. *The principles agricultural recultivation of dump soils.* 85

- Greinert Andrzej, Juszcak Iwona, Urbanowicz Małgorzata**
Zasolenie i zakwaszenie gleb i gruntów miejskich w świetle ochrony ekosystemów w dolinach rzecznych. *Acidity and salinity of urban soils in the light of protection of ecosystems in the river-valleys.* 91
- Greinert Andrzej, Walczak Barbara**
Antropogeniczne materiały macierzyste gleb miejskich Zielonej Góry. *Anthropogenic parent materials of Zielona Góra urban soils.* 99
- Greinert Henryk**
Zawartość metali ciężkich w glebach terasy zalewowej Odry w okolicy huty miedzi „Głogów” i Bytomia Odrzańskiego. *The heavy metal content in soils of the flooded terrace in the vicinity of “Głogów” copper smeltery and Bytom Odrzański.* 105
- Grzelak Krzysztof**
Rozwiązania techniczne i materiały zastosowane przy zabezpieczeniu skarpy zbiornika wodnego w Dychowie. *Technical solutions and materials used to the water-reservoir slopes protection in Dychów.* 111
- Haber Zbigniew, Urbański Piotr**
Przyrodnicze, ekologiczne i techniczne aspekty rekultywacji terenów zdewastowanych przez kopalnictwo węgla brunatnego na obszarze Trójkąta Łużyckiego. *The natural, ecological and technical aspect of recultivation of the terrain's devastated by brown coal mining industry in East Germany.* 119
- Harabin Zdzisław, Pulkowski Witold, Wrona Andrzej**
Rekultywacja oraz zagospodarowanie leśne wyrobisk po eksploatacji kruszyw naturalnych w regionie środkowopomorskim. *Recultivation and afforestation of natural aggregate excavation grounds in Środkowe Pomorze* 125
- Jagoszewski Tomasz, Maria Świdarska-Bróż**
Przydatność kondycjonowania popłuczyn wapnem w aspekcie odprowadzania wód nadosadowych do wód powierzchniowych. *Advantages of lime-aided conditioning of filter backwash water in terms of discharging supernatant to ground water.* 133
- Jańczak Jerzy**
Rekultywacja a ochrona Jeziora Gopło. *Restoration and protection of Gopło lake.* 141
- Jerzak Leszek, Wąsicki Andrzej, Jankowski Wojciech**
Wstępna ocena wybranych gatunków awifauny w międzywalu i terenach przyległych Odry na odcinku od Czernej do Krzesina (km 408-543). *Preliminary estimation of chosen avifauna in space between flood banks and areas adjacent to Odra river on the Czerna-Krzesin sector (408th-543rd km).* 151

Kołodziejczyk Urszula

Krajowe i międzynarodowe problemy zagospodarowania dorzecza Odry.
National and international problems management of the Odra-river basin. 161

Kołodziejczyk Urszula, Kowalski Witold Cezariusz

Inżyniersko-geologiczne, środowiskowe i geotechniczne badania wałów przeciwpowodziowych w dolinach nizin środkowopolskich. *Engineering-geological, environmental and geotechnical investigations of flood embankments In Middle Poland Lowland river valleys.* 169

Kołodziejczyk Urszula, Warcholak Piotr

Ochrona przeciwpowodziowa na lubuskim odcinku Odry granicznej. *Flood control on lubuskie province of Odra border-river.* 179

Krzaklewski Wojciech, Pietrzykowski Marcin

Ocena wybranych komponentów ekosystemu leśnego odtwarzanego w toku rekultywacji na zwałowisku wewnętrznym odkrywki „d” byłej kopalni „Przyjaźń Narodów” w Łęknicy. *Evaluation of selected components of forest ecosystem reconstructed in the course of reclamation works on the internal dumping ground of the open pit d in the former mine "Przyjazn Narodów" in Łęknica.* 187

Lipka Krzysztof, Kowalczyk Mariusz

Znaczenie mokradeł leśnych na przykładzie nadleśnictwa Gubin w województwie lubuskim. *The role of forest marshy grounds on the example of Gubin forest division in lubuskie province.* 199

Łętkowska Agnieszka

Wpływ odłogowania na właściwości gleb obszaru dorzecza Środkowej Odry. *The influence of fallowing on soil properties in middle basin area of the Odra.* 211

Maciantowicz Marek

Ochrona przyrody w lasach zielonogórskich. *Protection of nature in forests of Zielona Góra region.* 217

Malecki Adam

Nowy podział hydrograficzny zlewni Obrzycy. *A new hydrographical division of the Obrzyca river-catchment.* 225

Malecki Adam

Zmiany wybranych wskaźników składu chemicznego wody Jeziora Sławskiego w latach 1999 – 2000. *Changes of the selected indicators of the chemical constitution of Sława lake in the years 1999-2000.* 235

Najbar Bartłomiej, Maciantowicz Marek

Odtwarzanie i zasilanie stanowisk żółwia błotnego *Emys orbicularis* L. w pasie Środkowej Odry. *Reconstruct and supply the present sites of European pond turtle *Emys orbicularis* L. In the Middle Odra region.* 245

- Novita S.A. w Zielonej Górze**
Geowłókniny GEON – teoria i praktyka. *GEON unwoven fabric – theory and practice.* 253
- Pieńkowski Paweł, Kupiec Michał**
Proces zarastania jeziora Świdwie i zmiany w użytkowaniu jego otoczenia od początku XIX do końca XX wieku. *Process of overgrowing of Świdwie lake and changes in its surroundings land use from the beginning of the 19th century until the end of the 20th century.* 265
- Piesik Jadwiga**
Możliwości rewitalizacji urbanistycznej pobraża Zalewu Szczecińskiego. *Possibilities of town-planning revitalisation of Szczecin Lagoon coast.* 279
- Piontek Marlena**
Toksyczny wpływ trzech związków ołowiu na *Daphnia magna* Straus i *Dugesia tigrina* Girard. *Toxic effect of three lead compounds on Daphnia magna Straus and Dugesia tigrina Girard.* 285
- Rast Georg, Obrdlik Petr, Nieznanski Piotr, Günther-Diringer Detlef**
Oder-floodplain-atlas: *A basic tool for flood protection, nature conservation and regional planning.* Atlas odrzańskich tarasów zalewowych: Podstawowe narzędzie ochrony przeciwpowodziowej, ochrony przyrody i planowania regionalnego. 293
- Reszka Tadeusz**
Metodyka sporządzania ocen stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych z zastosowaniem badań nieinwazyjnych. *Methodology of preparing the estimates of technical condition of flood-control embankments with the use of non-invasive methods.* 299
- Reszka Tadeusz**
Współczesne materiały i technologie w modernizacji i zabezpieczeniu obiektów ochrony przeciwpowodziowej. *Modern techniques and technologies in modernization and protection of flood-control objects.* 307
- Rijnsbergen Jan van, Meulen Johan van der**
Room for the river. Przestrzeń dla rzeki. 315
- Rychła Anna, Goldyn Ryszard, Spieker Jürgen, Eydeler Inga, Becker Michael, Hämmerling Ronny, Nixdorf Brigitte**
Program rewitalizacji zlewni rzeki Cybiny oraz rukultywacji Jeziora Swarzędzkiego. 321
- Sikorska-Maykowska Małgorzata, Strzelecki Ryszard**
Środowiskowe opracowania kartograficzne PIG – możliwości wykorzystania w zagospodarowaniu dorzecza Odry. *The environment mapping publications of Polish Geological Institute – as applied in the environmental management in the Odra river basin.* 327

- Tatarynowicz Jan**
Rozwiązania proekologiczne przy eksploatacji ropy naftowej i gazu ziemnego na złożu Barnówko - Mostno – Buszewo w Polskim Górnictwie Naftowym i Gazownictwie SA. *Proecological solutions in petroleum (oil) and natural gas mining in the deposits of Barnówko-Mostno-Buszewo in the Polish Oil and Natural Gas Mining SA.* 335
- Tonder Jerzy**
„Przestrzeń dla rzeki” - na przykładzie rozwiązań projektowych Wężyska - Chlebowo w województwie lubuskim. *Room for the river – on example of project solution Wężysko-Chlebowo in lubuskie province.* 345
- Uzbek Ivan, Kalantaevskiy Valeriy**
Ecological role of living organisms for forming of technogenic soils.
Ekologiczna rola organizmów żywych w tworzeniu gleb technogennych. 351
- Walczak Barbara**
Jakość wód zrzutowych oczyszczalni ścieków w Świebodzinie i metody zmniejszenia zawartości fosforu. *The quality of the waste dump of the waste-water treatment plant in Świebodzin and the methods of reducing contents phosphorus.* 361
- Warcholak Piotr, Jezierska Izabela**
Potencjał transportowy i turystyczny rzeki Odry. *Transport and tourist potentials of the river Oder.* 367
- Wira Jerzy, Kwieciński Henryk**
Regulacja środkowego odcinka ciekłu Zielonka w Parku Leśnym Arkońskim w Szczecinie. *Regulation of the middle section of the stream Zielonka in Park Leśny Arkoński in Szczecin.* 373
- Wira Jerzy, Ryter – Przybylska Zofia, Kowalski Piotr, Urban Jerzy**
Zagrożenia środowiska przyrodniczego pasma Odry. *The menaces of natural environment in the strip of Odra river.* 381
- Wira Jerzy, Tarnowski Krzysztof, Kowalski Piotr, Urban Jerzy**
Turystyka w rejonie ujścia Odry. *Tourism in the mouth of Odra river region.* 387
- Wira Jerzy, Tarnowski Krzysztof, Kowalski Piotr, Urban Jerzy**
Odrzańska Droga Wodna na obszarze województwa zachodniopomorskiego. *The Odra river water-way in the region of west pomerania voivodeship.* 393
- Wrona Andrzej, Harabin Zdzisław**
Problemy dewastacji i ochrony powierzchni ziemi oraz walorów przyrodniczych w części zlewni Kłodnicy objętej wpływami górnictwa węgla kamiennego. *Problems of devastation and protection of ground surface and of natural values in part of river Kłodnica basin embraced with influences of coal mining.* 399

Wróbel Ireneusz, Węclewski Sebastian

Transgraniczne czwartorzędowe wody podziemne pradolin i dolin rzecznych w województwie lubuskim. *Transboundary Quaternary ground waters of marginal stream valleys and river valleys in the Lubuskie Province.*

409

Znamirowska-Karaś Izabela

Procesy glebotwórcze i glebowe zachodzące na hałdach odpadów z wydobycia łupków łuszczkowych, ilów i glin ceramicznych w rejonie Sudetów. *The soil forming processes depending on the waste material of mica-schist, loam dumps near Sudety mts.*

419

Żurek-Pysz Urszula

Właściwości litologiczne, chemiczne i fizyczne wybranych rodzajów czwartorzędowych osadów węglanowych. *Lithological, chemical and physical properties of Quaternary calcareous lacustrine sediments.*

427

Impulsem do zorganizowania 1-ej Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt. „Ochrona i Rekultywacja Terenów Dorzecza Odry” w 1998 roku była ogromna, katastrofalna powódź latem 1997 roku. Bardzo duże straty poniosło rolnictwo, leśnictwo, przemysł, gospodarka komunalna, komunikacja drogowa i kolejowa oraz wiele innych dziedzin gospodarki. Były ofiary śmiertelne. Niestety to wyzwoliło wśród ludzi zapasy niebywalej wprost energii, wzmoгло ich aktywność i autentyczne zaangażowanie społeczne.

Powódź ujawniła szereg braków i zaniedbań. Wały przeciwpowodziowe, nie konserwowane od lat, zostały w wielu miejscach przerwane. Lokalizację niektórych obiektów, jak na przykład oczyszczalni ścieków, ujęć wody, wysypisk odpadów, stacji benzynowych były nieprawidłowe. Niektóre wsie, a nawet dzielnice miast pobudowano na terenach zalewowych, bez należytego ich zabezpieczenia. Nie uwzględniono dostatecznej ilości polderów, które mogłyby przyjąć wody powodziowe bez zbyt dużych kosztów z tego wynikających. Te wszystkie sprawy były przedmiotem obrad pierwszej konferencji.

Już od początku zamysłem organizatorów było, aby ten, w pewnym sensie wymuszony nadzwyczajnymi zdarzeniami pierwszy krok, był wstępem do pracy organicznej i zgodnego z naturą gospodarowania w zlewni Odry. Chcielibyśmy, aby obecna, druga konferencja z tego cyklu taki impuls dała. Liczymy na wiedzę i doświadczenia wszystkich uczestników, w tym gości zagranicznych. Gospodarka w zlewni wymusza różne kompromisy wśród użytkowników tego obszaru. Szczególnie pożądana byłaby konstruktywna, merytoryczna dyskusja między ekologami, znającymi zasoby przyrody Odry i jej dorzecza, a technikami i inżynierami, odpowiedzialnymi za gospodarkę wodną na tym terenie.

Dla mieszkańców ważne jest zarówno czyste, zdrowe środowisko, jak i dobrze rozwijająca się gospodarka. Przykład wielu krajów wykazuje, że oba te zagadnienia są możliwe do pogodzenia przy odpowiedzialnym podejściu do tematu.

Jeżeli w czasie obrad plenarnych i konferencji terenowej przybliżymy się do tego ideału, oczekiwania związane z naszym spotkaniem będą spełnione, czego wszystkim Uczestnikom i sobie życzymy.

Za Komitety: Naukowy i Organizacyjny Konferencji



prof. dr hab. inż. Henryk Greinert

Andrzej ANISZEWSKI

PRÓBA MATEMATYCZNEGO MODELOWANIA JAKOŚCI UJMOWANEJ WODY GRUNTOWEJ

A TRIAL OF MATHEMATICAL MODELLING OF THE DRAWING GROUND WATER QUALITY

Politechnika Szczecińska, Zakład Inżynierii Wodnej
Technical University of Szczecin, Chair of Water Environment Engineering

Streszczenie

W artykule przedstawiono matematyczny model transportu stabilnych i pasywnych zanieczyszczeń w przepływie wody gruntowej, uwzględniając procesy adwekcji i adsorpcji. W oparciu o wcześniejsze badania laboratoryjne stężeń zanieczyszczeń na modelu fizycznym oraz wykorzystując rozwiązanie numeryczne prezentowanego modelu matematycznego obliczono parametry adsorpcji k_1 i n dla nieliniowej funkcji opisującej ten proces. W dalszej kolejności opracowano doświadczalne zależności parametrów adsorpcji od parametrów charakteryzujących równocześnie warstwę wodonośną oraz przepływ wody gruntowej. Zależności te pozwalają na lepszą ocenę prognozy jakości zasobów wód gruntowych dopływających do ujęć wody gruntowej.

Summary

The article presents mathematical modelling of transporting both stable and passive contaminations in ground water flow taking into consideration processes of advection and adsorption. On the grounds of the earlier laboratory investigations related to contamination concentrations on the physical model and using numerical solution of the presented mathematical model the adsorption parameters k_1 for the nonlineal function describing the process were calculated. This was followed by determining experimental (empirical) dependence between the adsorption parameters and the parameters characterizing at the same time the aquiferous layer and the ground water flow. This dependence allows for a better prognosis evaluation of the resources of ground water flowing into ground water intakes.

1. INTRODUCTION AND OBJECTIVE

The paper addresses the advection and adsorption of some conservative contaminants such as chlorides, heavy metals or non-biodegradable toxic organics, which begin to appear more frequently in the ground water. The effect of the molecular diffusion was neglected as considered negligible when compared to advection and adsorption processes [Weinberger and Mandel, 1973]. The main objective of the paper was determination of the relationships between soil adsorption capacity and selected parameters characterising the aquifer layer and ground water flow. The soil particle diameter (d_{10}) was used to characterise the aquifer; the pressure (head) line slope (I) was used as the parameter characterising ground water flow. The non-linear adsorption process is represented by the two adsorption parameters k_1 and n [Barovic, 1979; Kowal, 1990]. Based on earlier laboratory experiments the empirical relationships of parameters k_1 and n , for effective grain size (d_{10}) and porosity (p) as well as pressure line slope of ground water (I) were worked out. Rhodamine as a conservative tracer was used in the laboratory experiments.

2. MODELLING CONTAMINANT TRANSPORT IN GROUND WATER

Conservative contaminant pollutant transport incorporating reversible sorption process, the well - known spatial advection - dispersion equation, resulting from the transport continuity [Ogata, 1970; Aniszewski, 1998] is:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + v_x \frac{\partial C}{\partial x} + v_y \frac{\partial C}{\partial y} + v_z \frac{\partial C}{\partial z} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - g_1 \quad (1)$$

where: C - pollutant concentration in ground water [$g \cdot m^{-3}$]; v_x, v_y, v_z - components of Darcy velocity [$m \cdot s^{-1}$]; D_x, D_y, D_z - components of dispersion [$m^2 \cdot s^{-1}$]; t - co-ordinate of time [s]; g_1 - term describing the reversible sorption process [$g \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}$]; x, y, z - co-ordinates of the assumed reference system [m].

In equation (1) the mechanical dispersion constants D_x, D_y and D_z were selected on the assumption that co-ordinate axes (x, y, z) coincide with mixing axes. In further analysis for homogeneous soil medium it was assumed, that ground water flow is one-dimensional in axis x with the constant Darcy velocity in this direction v_x . Thus, in the further analysis components of Darcy velocities in the rest directions were neglected ($v_y = v_z = 0$) and at the same time the advection terms in these directions ($v_y \frac{\partial C}{\partial y} = v_z \frac{\partial C}{\partial z} = 0$). For the laboratory experiments Darcy velocities (v_x), soil characteristic diameters (d_{10}) and value of molecular diffusion coefficient (D_M), the numerical range of Peclet number ($Pe = v_x d_{10}/D_M$) was defined at $5,0 \leq Pe \leq 580,0$. Based on the calculated values of Peclet number it can be assumed, that in pollutant mass transport in ground water flow, the advection transport dominates ($v_x \frac{\partial C}{\partial x}$) [Szymkiewicz, 1995]. Based on the laboratory experiments in the soil column, the feasibility of neglecting the

longitudinal dispersion ($v_x \partial^2 C / \partial x^2$) was confirmed, when small lengths of the measured frontal zones generated by this dispersion were taken into account. The example of measured lengths of frontal zones in the particular cross - sections on the model were presented by Aniszewski (1998). Taking into account the small diameter of the soil column and at the same time quick concentration equalisation in the cross-sections on the column length, in equation (1) the transverse dispersion terms ($D_y \partial^2 C / \partial y^2 = D_z \partial^2 C / \partial z^2 = 0$) were also neglected.

Thus, the equation (1) can be written as:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + v_x \frac{\partial C}{\partial x} = -g_1 \quad (2)$$

The term g_1 in the equation (2) describes the reversible physical sorption process, which can be expressed in the form [Barovic, 1979; Miller and Weber, 1984]:

$$g_1 = \frac{\rho(1-p)}{p} \frac{\partial S}{\partial t} \quad (3)$$

where: S - mass of sorbed pollutants on the soil particles related to the mass of the soil sample [-]; ρ - density of the soil media [$g \cdot m^{-3}$]; p - porosity coefficient of the soil [-].

The term ($\partial S / \partial t$) can be expressed as the sum of the two components [Kowal, 1990]:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\partial S_a}{\partial t} - \frac{\partial S_d}{\partial t} \quad (4)$$

where: $\partial S_a / \partial t$, $\partial S_d / \partial t$ - terms expressing process of pollutant adsorption on the ground grains and desorption from the ground grains, respectively [s^{-1}].

Adsorption process was described by means of a non - linear function close to empirical Freundlich isotherm widely used in literature (Kowal, 1990):

$$\frac{\partial S_a}{\partial t} = k_1 \frac{p}{\rho(1-p)} C^n \quad (5)$$

where: k_1 - rate coefficient of pollutant concentration reduction caused by adsorption [$m^{3(n-1)} \cdot g^{-(n-1)} \cdot s^{-1}$]; n - constant index exponent of non-linear adsorption [-].

In the further analysis, desorption process was neglected ($\partial S_d / \partial t = 0$) taking into account steady and continuous flow of pollutants into the ground water [Barovic, 1979; Kowal, 1990]. Taking into account the equation (5), the equation (3) can be written as:

$$b C_{i,r} + A_1 C_{i,r}^n = B C_{i,r-1} + h_1 C_{i-1,r-1} \quad (10)$$

for the auxiliary relationships:

$$\frac{1}{w^*} - \frac{1}{h^*} = B; \quad \frac{1}{w^*} = b; \quad \frac{1}{h^*} = h_1; \quad \frac{k_1 L C_0^{(n-1)}}{v_x} = A_1 \quad (11)$$

where: C_0 - initial tracer concentration in the cross - section $x = 0$; L - actual length of the soil column.

Equation (10) is a non - linear algebraic equation, which was solved by means of the "regula falsi" method (consecutive secants). Time step Δt was assumed to eliminate the effect of numerical diffusion. Equation (10) generates numerical diffusion, coefficient of which v_n can be written as:

$$v_n = \frac{v_x \Delta x}{2} (1 - C_a) \quad (12)$$

the symbol of C_a expresses the Courant number which can be defined as:

$$C_a = \frac{v_x \Delta t}{\Delta x} \quad (13)$$

It follows that the eq. 10 will not produce the numerical diffusion for $C_a \leq 1$. Stability analysis of the eq. (10) proved, that it is relatively stable. Stable numerical solution is possible for $C_a = 1$ [Szymkiewicz, 1995]. The solution of the equation (7) by means of eq. (10) can be done by the computer program „SORPCJA - 1” [Aniszewski, 1998].

3. RESULTS AND DISCUSSION: LABORATORY EXPERIMENTS

Based on the colorimetrically measured concentrations of tracer solution on the physical model and utilising the numerical solution results of the equation (10), the values of adsorption parameters k_1 and n were estimated. The empirical relationships of the adsorption parameter depended on both groundwater head slope I and diameter d_{10} ; complied with the values of constant spatial ground porosity p and adsorption index exponents n .

The empirical relationship was assumed in the exponential form:

$$k_1 = a_1 \exp[-b_1 \cdot I] \quad (14)$$

where:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= 0,2259 \cdot 10^{-4} d_{10} + 0,4214 \cdot 10^{-6} \\ b_1 &= 3,2629 d_{10} + 20,0337 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

The values of (d_{10}) diameters according to (15) are in [mm] and those of (I), according to (14) in [%].

The graph of the calculated and the equalised values of (k_1) parameters in relation to (I) line slopes for the three chosen diameters (d_{10}) complied with the values of constant spatial ground porosity (p) and adsorption index exponents (n) was presented in Figure 2.

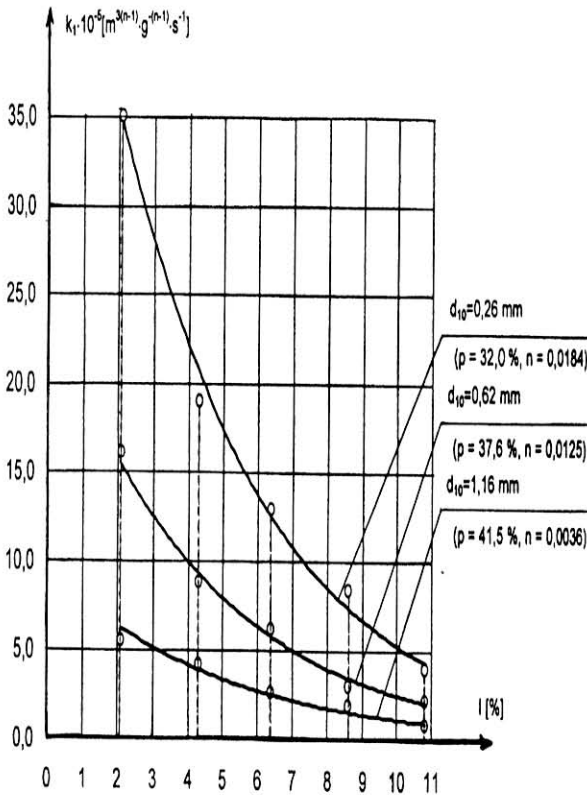


Fig. 2 Values of adsorption coefficients (k_1) in relation to pressure line slopes of ground water (I), effective grain size (d_{10}), porosity (p) and index exponents (n): \circ - the calculated values according to (10), — - the equalised values according to (14)

The empirical relationship of the adsorption index exponents n from the diameters d_{10}

in the range of spatial porosity $32,0 \leq p \leq 41,5 \%$ was also worked out.

The empirical relationship can be written as:

$$n = b_2 d_{10} + c \quad (16)$$

where :

$$\left. \begin{aligned} b_2 &= -0,1672 \cdot 10^{-1} \\ c &= 1,0230 \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

The values of (d_{10}) diameters according to (16) are in [mm].

The graph of the relationships of the adsorption index exponents (n) from the characteristic diameters (d_{10}) was presented in Aniszewski [1998].

4. CONCLUSIONS

Experiments on the physical adsorption process, conducted on the physical soil column model confirmed the quantitative relationships between the parameters characterising the soil medium and the ground water flow in fine and coarse sands. The empirical relationships developed here, should facilitate better practical estimation of the water quality from groundwater source intakes.

5. REFERENCES

- [1] ANISZEWSKI A. *Transport and adsorption of pollutants in flowing ground water*. Scientific Proceedings of Technical University in Szczecin, 536 (1), 1-118. (in Polish) (1998).
- [2] BAROVIC G. *Einfluß der sorption auf transportvorgänge im grundwasser*. Sonderdruck aus D.G.M., 23, 145-244 (1979).
- [3] KOWAL A. L. *Water renovation. Theoretical bases of processes*. Publishers of Technical University in Wrocław, Wrocław (in Polish) (1990).
- [4] OGATA A. *Theory of dispersion in a granular medium*. U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., 411(I), B1-B8 (1970).
- [5] SZYMKIEWICZ R. *Method to solve 1D unsteady transport and flow equations*. Jour. of Hydraulic Eng., 121 (5), 396-403 (1995).
- [6] WEINBERGER Z. S. AND MANDEL S. *The role of molecular diffusion in dispersion theory*. Jour. of Hydrology, 19, 137-149 (1973).

Nguyen THI BICH LOCK, Ewa OBERTYŃSKA

ANALIZA MIKROBIOLOGICZNA OSADU SUROWEGO I PO KOMPOSTOWANIU

THE MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF A RAW SEWAGE SLUDGE AND AFTER COMPOSTING PROCESS

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

Praca przedstawia analizę mikrobiologiczną osadu surowego wtórnego odwodnionego i po jego kompostowaniu z dodatkiem trocin, słomy i wapna. Osad ściekowy został pobrany z oczyszczalni ścieków komunalnych w Łęczycy k/ Zielonej Góry w dniu 23.10.2000r. Komposty z osadem surowym wtórnym odwodnionym o suchej masie 25% sporządzono wg następującego schematu:

- 1- 2 kg osadu + 335 g trocin + 200 g CaCO₃,*
- 2- 2 kg osadu + 335 g słomy + 200 g CaCO₃,*
- 3- 2 kg osadu + 163 g trocin + 163 g słomy + 200 g CaCO₃.*

Doświadczenie założono 24.10.2000r. i trwało do 06.02.2001r. Masę kompostowaną trzymano w foliowych workach w temp. pokojowej (20-22°C). W celu utrzymania wilgotności w foliowych workach dodano wody. Wyniki badań mikrobiologicznych osadu surowego wtórnego odwodnionego stwierdzają obecność drobnoustrojów chorobotwórczych: Salmonella – 1, 6x10⁴ komórek x g⁻¹ s.m.osadu, Escherichia coli – 1,3x6x10⁴ komórek x g⁻¹ s.m.osadu, Clostridium perfringens – 129,3x10⁴ komórek x g⁻¹ s.m.osadu. W badanych próbach kompostu z dodatkiem wapna, słomy, trocin okazało się, że liczebność badanych drobnoustrojów nie ulegała większej zmianie we wszystkich próbach kompostu. Zwiększyła się liczebność bakterii ogólnych oraz promieniowców, zmniejszyła się natomiast liczebność grzybów (23,8%) i bakterii chorobotwórczych (Salmonella – o 25%, Escherichia coli - o 23%,

Clostridium perfringens – o 46%) w porównaniu z osadem surowym przed jego kompostowaniem. Uzyskane w badaniach komposty z uwagi na występowanie w nich drobnoustrojów chorobotwórczych wskazują na to, że osady nie są jeszcze w pełni dojrzałe, dlatego też doświadczenie nie zostało przerwane, próby pozostawiono do dalszego kompostowania.

Summary

The project shows the analysis of a secondary dehydrated sludge and after its compost with sawdusts, straw and lime. The sediment has been received from the sewage treatment plant in Łężyca (close to Zielona Góra) on the 23.10.2000 year. The composts with secondary dehydrated sludge and dry mass 25% have been made according to following scheme:

1- 2kg deposit + 335 g sawdusts + 200 g CaCO₃

2 kg deposit + 335 g straw + 200 g CaCO₃

3- 2 kg deposit + 163 g straw + 163 g sawdusts

The experiment has been made on the 24.10.2000 year and it has taken until 6.02.2001 year. The compost mass was kept in foil bags in temp. lik 20-22°C To keep the moisture of compost on 55-65 level it has been added the water. The results of research sediment, confirm presence of pathogenic microorganisms in the sewage sludge: Salmonella 1,6 x1 0⁴ E.coli 1,3 x10⁴ and Clostridium perfringens 29,3 x10⁴. In researching tests of compost with the lime, straw and sawdusts which were added, the number of microorganisms hasn't changed in every test the number of bacteriums has increased, comparing with the sewage sludge, before its compost. The number of fungus and Clostridium perfringens and E. coli has reduced

1. WSTĘP

Osady ściekowe stanowią bogate źródło substancji organicznej oraz makro i mikroelementów, co przemawia za ich rolniczym wykorzystaniem do użyźniania gleb i nawożenia roślin uprawnych. Powstające osady muszą być poddane odpowiedniej przeróbce, a następnie, z zachowaniem środków ostrożności dyktowanych wymogami środowiska, w miarę możliwości zagospodarowane czy unieszkodliwiane. Każda forma wykorzystania osadów powinna być prowadzona w sposób prawidłowy i bezpieczny dla środowiska.

Najprostszą i najkorzystniejszą metodą zagospodarowania osadów ściekowych jest ich przyrodnicze wykorzystanie. Jednak, oprócz walorów glebotwórczych i nawozowych, osady są w różnym stopniu obciążone organizmami chorobotwórczymi (bakterie, jaja pasożytów przewodu pokarmowego) i metalami ciężkimi. Z tej przyczyny

możliwość przyrodniczego, a głównie rolniczego wykorzystania osadów jest znacznie ograniczona. Chorobotwórcze organizmy mogą być zniszczone poprzez odpowiednie uzdatnianie, np: fermentację, suszenie czy kompostowanie, które jest tradycyjnym sposobem przeróbki. W wyniku kompostowania możemy osiągnąć osady ściekowe bezpieczne pod względem sanitarnym. Celem tej pracy jest ilościowe określenie niektórych grup drobnoustrojów w osadzie surowym wtórnym odwodnionym i kompostowanym. Osady ściekowe pobrano z oczyszczalni ścieków komunalnych w Łężyca k/ Zielonej Góry.

2. MATERIAŁY I METODY BADAŃ

1. Pochodzenie osadów ściekowych : Osady ściekowe pobrano z oczyszczalni ścieków komunalnych w Łężyca k/ Zielonej Góry w dniu 23.10.2000r., jego temperatura wynosiła 16°C a $\text{pH} = 6,4$, sucha masa = 25%. Osady te charakteryzują się znaczną zdolnością do zagniwania, w związku z dużą zawartością substancji organicznych, małą zdolnością do oddawania wody przy jej dużej zawartości, jak również obecnością bakterii chorobotwórczych.

2. Pobieranie próbek osadu: Próbki osadu surowego odwodnionego pobrano z oczyszczalni ścieków w Łężyca.

3. Przygotowanie kompostu: W celu określenia zmian właściwości sanitarnych osadów kompostowanych z dodatkiem trocin, słomy i wapna (wapno dodajemy w celu odkwaszenia), doświadczenie przeprowadzono według następującego schematu:

- (1) - 2 kg osadu + 335g trocin + 200g CaCO_3 ,
- (2) - 2 kg osadu + 335g słomy + 200 CaCO_3 ,
- (3) - 2 kg osadu + 163 g słomy + 163 g trocin + 200 g CaCO_3

Wodę dodano w celu utrzymania wilgotności na poziomie 55-65%. Doświadczenie założono w dniu 24.10.2000r. i trwało do 06.02.2001r., przeprowadzono je na Politechnice Zielonogórskiej. Masę kompostowaną trzymano w foliowych workach. Charakterystykę prób przedstawiono w tabeli nr 1.

Wykonując analizę sanitarną osadu określono następujące grupy drobnoustrojów: Ogólną liczbę bakterii (psychrofilne, mezofilne, termofilne),

- liczebność bakterii grupy *coli*,
- liczebność bakterii *Salmonella*,
- liczebność bakterii *Clostridium perfringens*,
- liczebność grzybów.

TABELA 1

pH i masa kompostowanego osadu ściekowego

TABLE 1

pH_{KCl} and weights of compost of sludge

| Nr próbki kompostu. Number of compost samples | Waga początkowa Starting weight (g) | Waga końcowa Ending weight (g) | pH-KCl w próbie kompostowanej pH-KCl in compost samples |
|---|---|--------------------------------------|---|
| 1 | 3035 | 2881 | 8,1 |
| 2 | 3041 | 3008 | 8,1 |
| 3 | 3032 | 3009 | 8,4 |

Podłoża stosowane do hodowli sporządzono według [Rodina, 1968]. Hodowlę drobnoustrojów prowadzono w termostatach w temperaturach odpowiednich dla danej grupy: psychrofile – 20°C, mezofile – 30°C, termofile – 50°C. Odczyt ilości kolonii następował po 48 godzinnym okresie inkubacji dla mezofili i termofili, natomiast dla psychrofilii po 7 dniach.

Do określenia liczebności bakterii *Clostridium perfringens* użyto Agar Columbia [Willis A.T, Hobbs G., 1959] bez dodatku krwi, umożliwiająca to wzrost *Clostridium perfringens* i wszystkich *Enterobacteriaceae*. Agar Columbia jest zgodny z normą AFNORN V 08-405 i przystosowany szczególnie do hodowli bakterii o wysokich wymaganiach odżywczych. Po 48 godzinnej hodowli w temp. 37°C w koloniach *Clostridium perfringens* jest dobrze widoczna strefa hemolizy.

Do określenia ilości bakterii *Salmonella* i bakterii z grupy coli używano zmodyfikowanego podłoża Levina [Holt – Harris and Teague, 1916; Burbiańska i inni, 1983]. Podłoża tego używa się w celu odróżnienia bakterii fermentujących od niefermentujących pałeczek okrężnicy. Po 48 godzinach hodowli drobnoustrojów w temp. 37-44°C kolonie *Salmonella* stają się przezroczyste, bursztynowe, a *Escherichia coli* niebiesko czarne w świetle przechodzącym, a świetle odbitym nabierają metalicznego połysku. Liczy się kolonie mające charakterystyczne zabarwienie.

Do określenia ilości grzybów stosowano pożywkę Czapek – Doxa, [Egorop i Nguyen Lan Dung, 1983; Fassatiowa, 1983]. Hodowlę grzybów przeprowadzono w termostacie w temp. 20-22°C. Odczytu ilości koloni dokonano po 5 dniach.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej i obliczono przedziały ufności dla każdej liczebności grupy drobnoustrojów według [Egorop i Nguyen Lan Dung, 1981].

3. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań niektórych grup drobnoustrojów w osadzie surowym wtórnym odwodnionym oraz po jego kompostowaniu przedstawiono w tabeli nr 2 i 3

TABELA 2

Liczebność niektórych grup drobnoustrojów w osadzie surowym wtórnym odwodnionym.

TABLE 2

Number of some group microorganisms in a secondary dehydrated sludge

| Grupy drobnoustrojów. Group of microorganisms | Liczebność drobnoustrojów w 1 g s. m. osadu. Number of cells microorganisms in 1 dry weight deposit (104) | Przedział ufności. Confidence limits (p=95%) |
|--|--|---|
| Bakterie ogólne(Globally bacteria) | 60 | 51,00 – 68,94 |
| Salmonella | 1,6 | 1,20 – 3,08 |
| Escherichia coli | 1,3 | 2,00 – 2,62 |
| Clostridium perfringens | 29,3 | 23,10 – 35,53 |
| Grzyby (Fungi) | 14,7 | 10,30 – 19,10 |
| Promieniowce (Actinomycetes) | 2,33 | 1,41 – 5,70 |

Wyniki podane w tabeli 2 wskazują na obecność w badanych osadach bakterii chorobotwórczych rodzaju *Salmonella* przez co nie spełniają wymagań dla osadów stosowanych do nawożenia użytków rolnych.

TABELA 3

Liczebność niektórych grup drobnoustrojów w kompoście z osadu surowego wtórnego odwodnionego

TABLE 3

Number of some groups microorganisms in compost, produced with a secondary dehydrated sludge.

| Rodzaj kompostu (kinds of compost) | Badania bakteriologiczne (104 komórek x g-1 s.m.osadu) - Analysis bacteriological (104 cells x.g-1 dry weight of sludge) | | | | | |
|---|--|------------|-----------|-------------------------|----------------|------------------------------|
| | Bakterie ogólne (globally bacteria) | Salmonella | E. coli | Clostridium perfringens | Grzyby (Fungi) | Promieniowce (Actinomycetes) |
| 1 | 77,3 | 0,3 | 1 | 14,3 | 13,3 | 3,3 |
| 2 | 72 | 0,3 | 1 | 11,7 | 13 | 5 |
| 3 | 74,3 | 0,6 | 1 | 18,7 | 7,3 | 4 |
| Średnie(mean) | 74,5 | 0,4 | 1 | 14,9 | 11,2 | 4,1 |
| (%)* | 124,20% | 75,00% | 77,00% | 54,00% | 76,20% | 176,00% |
| Przedział ufności- Confidence limits (p=95%) | 62,2 – 87,5 | 1,8 – 3,0 | 0,6 – 2,2 | 9,9 – 23,7 | 4,1 – 17,5 | 1,3 – 19,4 |

*% - porównanie liczebności drbnoustrojów w próbkach kompostu z liczebnościz drobnoustojów w osadzie surowym wtórnym odwodnionym wg tabeli 2.

Jak wynika z tabeli 3 liczebność drobnoustrojów w poszczególnych próbach kompostów różnie się przedstawiała. W próbie 1 była największa liczebność bakterii ogólnych oraz grzybów W próbie 2 odnotowano największą liczebność promieniowców, natomiast próba 3 charakteryzowała się największą liczebnością bakterii *Salmonella* i

Clostridium perfringens. Wszystkie 3 próby kompostu charakteryzowały się jednakową liczebnością bakterii *E. coli*, która wynosiła $1,0 \times 10^4 \times \text{g}^{-1}$ komórek.

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

Spośród metod zagospodarowania osadów ściekowych, ze względu na właściwości nawozowe, szczególne zainteresowanie budzi ich rolnicze wykorzystanie do nawożenia gleb, plantacyjnej oraz szkółkarskiej uprawy drzew i krzewów. Zawarte w nich substancje mogą ponownie zostać włączone w obieg materii. Większość osadów stanowi cenny surowiec do kształtowania gleb na gruntach zdewastowanych technicznie. Nieumiejętna aplikacja osadów może stanowić duże zagrożenie dla środowiska [Stańczyk, 1996].

Liczne badania potwierdzają korzystne działanie nawozowe osadów ściekowych: Zastosowanie osadu ściekowego zwiększyło zawartość form przyswajalnych N i P w grochu, zwiększyło zawartość suchej masy badanej rośliny. [Nguyen Thi Bich Loc, H. Greinert, 2000]. Coroczne nawożenie gleb osadem ściekowym zwiększało pobieranie azotu i plon roślin, ale zmniejszało procentowe wykorzystanie składnika wraz ze wzrostem dawek osadu [J. Czekala, 2000]. Szczególnie na glebach lekkich powodują one wzrost plonów i poprawę niektórych właściwości podłoża. Większość osadów posiada odczyn pH obojętny lub zasadowy, co świadczy o dużej zawartości wapnia i magnezu. Jest to ważny czynnik nawozowy. Bardzo ważną właściwością osadów ściekowych jest zawartość materii organicznej, która z czasem ulega humifikacji. Dzięki związkom w niej zawartym w glebie następują korzystne zmiany: intensyfikuje się życie biologiczne, poprawiają się właściwości wodno-powietrzne i inne. Jednym mankamentem jest to, że podłoża osadowe są ubogie w potas. Oprócz niezaprzeczalnych walorów nawozowych osadów ściekowych nie można zapomnieć o problemie nadmiernej koncentracji metali ciężkich i skażeniu biologicznym większości tych odpadów, może to powodować niebezpieczeństwo dla zdrowia człowieka i środowiska. Dlatego należy osady unieszkodliwiać, polega to na zmniejszeniu jego zagniwalności w procesie stabilizacji, zabiciu organizmów chorobotwórczych w procesie higienizacji, zmniejszeniu objętości i masy osadu w procesie odwodnienia, suszenia. W badaniu [Nguyen Thi Bich Loc, 2000], stwierdziła, że w okresie kompostowania nastąpiło zmniejszenie ilości niektórych grup drobnoustrojów: bakterie psychrofile o 46%, termofile o 70% i *Salmonella* o 77%. Największą redukcję drobnoustrojów stwierdzono w próbie składającej się z osadu i trocin. Wyniki badań osadu surowego wtórnego odwodnionego przedstawione w tabeli 2 potwierdzają obecność w osadzie ściekowym drobnoustrojów chorobotwórczych, wyklucza to jego rolnicze wykorzystanie. Jest to niebezpieczne dla środowiska przyrodniczego, gdyż wg zalecania Instytutu MOSZN i L [1986] i Medycyny Wsi IMW [1995], [Deszkiewicz, 1998], osady przeznaczone do

rolniczego nawożenia nie powinny zawierać drobnoustrojów chorobotwórczych i bakterii z rodzaju *Salmonella*.

W badanych kompostach w 3 próbkach z dodatkiem wapna, słomy, trocin okazało się, że liczebność badanych drobnoustrojów nie uległa większej zmianie, we wszystkich próbkach kompostu, zwiększyła się liczebność bakterii ogólnych oraz promieniowców w porównaniu z osadem surowym, zmniejszyła się natomiast liczebność grzybów, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* w porównaniu z osadem surowym przed jego kompostowaniem. Uzyskane w badaniach komposty z uwagi na występowanie w nich jeszcze drobnoustrojów chorobotwórczych wskazują na to, że osady nie są jeszcze w pełni dojrzałe, zachodzą w nich dalsze procesy mineralizacji związków organicznych. Z tego powodu osady powinny być dłużej kompostowane. W przypadku opisanego doświadczenia, próbki kompostu pozostawiono do dalszego kompostowania (do 5 miesięcy). Wyniki analizy mikrobiologicznej i jaj helmintów będziemy publikowali w następnym numerze zeszytu naukowego.

5. WNIOSKI

Analiza mikrobiologiczna osadów surowych wtórnych odwodnionych i kompostowanych stwierdza, że:

- W osadzie surowym wtórnym odwodnionym stwierdzono obecność bakterii chorobotwórczych w tym bakterii rodzaju *Salmonella*, przez co osad ten nie spełnia wymogów sanitarnych do jego rolniczego wykorzystania.
- Analiza przydatności kompostów z osadu surowego wtórnego odwodnionego stwierdza zmniejszenie liczebności bakterii chorobotwórczych (*Salmonella* – 25%, *E.coli* – 23%, *Clostridium perfringens* – 46%,) i grzyby – 23,8%.

6. LITERATURA

- [1] BURBIANKA M; Pliszka A I Burzyńska H.: *Mikrobiologia żywności*. P.Z.W.L, Warszawa (1983).
- [2] CZEKAŁA J.: *Wartość próchnicotwórcza i działanie nawozowe osadu ściekowego*. Zeszyt. Nauk. AR w Szczecinie, nr 211(84), 75-80
- [3] DESZKIEWICZ J.: *Gospodarka osadami ściekowymi. Poradnik decydenta*. Wydanie I., 34-43, Kraków
- [4] EGOROP LB. Nguyen Lan Dung: *Met so phuong phap nghien cuu vi sinh vat (Metodyka badań mikrobiologicznych)*, NXB, Hanoi (1981)
- [5] FASSATIOVA O.: *Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej*. WNT, Warszawa (1983)

- [6] HOLT-HARRIS J.E., Teague O.: *American Public Health Association. Infect. Dis.* 18, 536-600 (1916)
- [7] NGUYEN THI BICH LOC: *Liczebność niektórych grup drobnoustrojów w surowym czynnym osadzie ściekowym i po jego kompostowaniu.* Zeszyt. Nauk. AR w Szczecinie, nr 211 (84), 335-340, Szczecin (2000)
- [8] NGUYEN THI BICH LOC, Greinert: *Wpływ osadu ściekowego na mikroflorę gleby oraz wzrost i skład chemiczny grochu siewnego (Pisum sativum L.).* Zeszyt. Nauk. AR w Szczecinie, nr 209(83), 119-124, Szczecin (2000)
- [9] STAŃCZYK E.: *Chemizm roślin na podłożu wzbogacone osadem ściekowym.* Mater. Konf. nt.: *Wykorzystanie osadów ściekowych a techniczne i prawne uwarunkowanie.* Politechnika Częstochowska, Częstochowa (1996)
- [10] WILLISA T., Hobbs G.: *Path. Bact.*, 77, 511-521 (1959)

Andrzej BOROWY¹⁾, Zdzisław HARABIN²⁾

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA OSADÓW CELULOZOWYCH DO REKULTYWACJI GRUNTÓW BEZGLEBOWYCH

POSSIBILITIES OF CELLULOSE SLEDGES USE TO THE SOIL-LESS GROUNDS RECLAMATION

- ¹⁾ Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie
¹⁾ Institute of Building, Mechanization and Electrification of Agriculture in Warsaw
²⁾ Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze
²⁾ PAS Institute of Environment Engineering Basics in Zabrze

Streszczenie

Autorzy w prezentowanej pracy omawiają niektóre właściwości fizykochemiczne i helmintologiczne osadów celulozowych pochodzących z Warszawskich Zakładów Papierniczych S.A. w Konstancinie –Jeziorna. Osady charakteryzują się zdecydowanie niską zawartością metali ciężkich: Ni [4,2/kg s.m.], Pb [23,3 mg/kg s.m.], Cu [44,8 mg/kg s.m.], Cd [1,4 mg/kg s.m.], Zn [91,6 mg/kg s.m.], Cr [42,0 mg/kg s.m.], a także nieobecnością w nich jaj pasożytów jelitowych. Ponadto osady wykazały większe wartości lepkości plastycznej aniżeli osady ściekowe. W artykule przedstawiono istniejące możliwości wykorzystania osadów do rekultywacji różnego rodzaju nieużytków przemysłowych, w tym do stabilizacji utworów luźnych m.in. składowisk popiołów energetycznych oraz osadników po flotacji rud cynku i ołowiu. Próby praktyczne dowiodły, że osady mogą być również doskonałym materiałem stabilizującym i izolującym eksploatowane składowiska odpadów komunalnych. Ze względu na ich korzystne właściwości fizykochemiczne i helmintologiczne mogą znaleźć zastosowanie do rolniczego użytkowania gleb.

Summary

The authors of presented elaboration discuss some physical, chemical and helminthologic features of cellulosed residues coming from Warszawskie Zakłady Papiernicze S.A. in Konstancin-Jeziorna (Warsaw Papermaking Factory S.A.). The residues are characterized by the definitely low contents of heavy metals: Ni [4,2 mg/kg s.m.], Pb [23,3

mg/kg s.m.], Cu [44,8 mg/kg s.m.], Cd [1,4 mg/kg s.m.], Zn [91,6 mg/kg s.m.], Cr [42,0 mg/kg s.m.] as well absence of endoparasite. Moreover, residues showed the higher values of plastic than the sewage residues. The article presents possibilities of residues use for reclamation of industrial wastes, including stabilization of loose areas, e.g. power ash yards as well as residues after floatation of zinc and lead ores. Practical tests proved that these residues can be also an excellent material stabilizing and isolating of exploited communal waste yards. Considering their advantageous physical and chemical properties as well as helminthologic ones can be applied for agricultural ground enrichment.

1. WPROWADZENIE

Coraz powszechniejszy staje się pogląd, że kluczową kwestią w zakresie szeroko pojętej ochrony środowiska przyrodniczego, głównie ochrony powierzchni ziemi jest najprościej ujmując-właściwa gospodarka odpadami.

Jedną z dróg ograniczenia destrukcyjnego oddziaływania odpadów na środowisko jest ich racjonalne wykorzystanie m.in. do rekultywacji gruntów zniekształconych. Mimo, że proces ten w ostatnich latach nabral znacznego przyśpieszenia, to jednak upowszechnia się opinia, iż podejmowane działania na rzecz utylizacji odpadów do określonych celów są jeszcze niewystarczające. Dowodem potwierdzającym w jakimś stopniu ten fakt są osady celulozowe, które jak dotąd pozostają w cieniu praktycznych zainteresowań. Warto przypomnieć, że w kraju przy produkcji masy celulozowej, papieru i tektury powstaje około 1,7 mln ton odpadów, z czego ponad 720 tys. ton jest składowanych [GUS, 2000]. Dojrzała więc sytuacja, aby problem wykorzystania tego rodzaju odpadów do różnych, stosownych prac rekultywacyjnych nieco przybliżyć.

2. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Osady celulozowe pochodziły z Warszawskich Zakładów Papierniczych S.A. Konstancin-Jeziorna, które wytwarzają rocznie około 3 tys. ton odpadów. Ścieki z wydziałów produkcyjnych poddawane są sedymentacji w osadnikach Dorra, a następnie odwadniane na prasie.

W pobranych próbkach osadów oznaczono [Nechay, Kaźmierczuk, 1997] zawartość:

- pH- elektrometrycznie, przy użyciu elektrody szklanej,
- suchej masy (wysuszenie próbki w temp. 105⁰C przez 12 h),
- materii organicznej (ubytek masy osadu w efekcie wyżarzenia w temperaturze 450⁰C przez 4 h),
- azotu-metodą Kjeldahla,
- fosforu - kolorymetrycznie,
- metali ciężkich (cynku, chromu, kadmu, niklu, miedzi, ołowiu) sposobem płomieniowym AAS,

- wykonanie badań helmintologicznych- określenie wskaźnika ATT (suma żywych jaj *Ascaris* sp. *Tichuris* sp. *Toxocara* sp. w 1kg s.m. osadu)

W celu identyfikacji osadów przeprowadzono badania na wiskozymetrze rurowym i rotacyjnym dla 4 koncentracji wagowych C_s , które pozwoliły wyznaczyć:

- straty hydrauliczne w zależności od koncentracji suchego składnika C_s , w zakresie stosowanych prędkości przepływu,
- metodą analityczną określenie modelu reologicznego oraz parametrów reologicznych tj τ , τ_0 , η_{ae} , n , k , w zależności od prędkości deformacji G_p ,

Autorzy za [Czabanem, 1987] i [Jeż-Walkowiak, Sozańskim, 1993] określili parametry reologiczne mieszanin na podstawie rzeczywistych krzywych płynięcia, uzyskanych wcześniej bez przyjęcia jakiegokolwiek modelu reologicznego. Całość obliczeń była wykonana z wykorzystaniem elektronicznej techniki obliczeniowej.

Określenia strat hydraulicznych w poziomych rurociągach dokonano w oparciu o bezwymiarowe kryterium $\lambda=f(Re_{gen})$, gdzie λ jest bezwymiarowym współczynnikiem oporu rur z klasycznego wzoru Darcy-Weisbacha.

3. NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNE I REOLOGICZNE OSADÓW

Osady celulozowe są to w większości homogeniczne hydromieszanki zawierające cząstki stałe mineralne i organiczne frakcji koloidalnych, podkoloidalnych i drobnodispersyjnych oraz makrocząsteczki. Obecność tych cząstek i makrocząstek w osadach prowadzi do utworzenia struktury wewnętrznej, od której zależą w pierwszej mierze właściwości hydrauliczne i reologiczne osadów.

TABELA 1.

Wyniki badań chemicznych i helmintologicznych

| Lp | Oznaczenia | Jednostki | Osad z osadnika Dorra odwodniony na prasie | Dopuszczalne stężenie metali ciężkich | |
|----|-----------------------|----------------|--|--|--|
| | | | | Przeznaczone do wykorzystania rolniczego | Przeznaczone do wykorzystania przyrodniczego |
| 1 | Odczyn | pH | 7.7 | — | — |
| 2 | Sucha masa | g/kg | 214 | — | — |
| 3 | Uwodnienie | % | 78.6 | — | — |
| 4 | Substancje mineralne | % s.m. | 51.5 | — | — |
| 5 | Substancje organiczne | % s.m N_{og} | 48.5 | — | — |
| 6 | Azot ogólny | % s.m P_2O_5 | 2.4 | — | — |
| 7 | Fosfor ogólny | % s.m | 2.4 | — | — |
| 8 | Nikiel | mg/kg s.m. | 4.2 | 100 | 200 |
| 9 | Ołów | mg/kg s.m. | 23.3 | 500 | 1000 |
| 10 | Miedź | mg/kg s.m. | 44.8 | 800 | 1200 |
| 11 | Kadm | mg/kg s.m. | 1.4 | 10 | 25 |
| 12 | Cynk | mg/kg s.m. | 91.6 | 2500 | 3500 |
| 13 | Chrom | mg/kg s.m. | 42 | 500 | 1000 |
| 14 | Jaja pasożytów jelit. | szt/kg s.m. | nie wykryto | 10 | 300 |

TABELA 2.

Wyniki badań parametrów reologicznych osadów celulozowych

| Koncentracja C_s [%] | ρ [kg/m ³] | η_{ac} [Pas] dla G_p [1/s] | τ_o [Pa] | k_H [Pa*s ⁿ] | n |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------|--------|
| 25,64 | 1083 | 7,2971 | 1,25 | 7,2971 | 0,6377 |
| 19,55 | 1064 | 3,8208 | 0,47 | 3,8208 | 0,5234 |
| 10,62 | 1024 | 2,2841 | 0,30 | 2,2841 | 0,408 |
| 7,37 | 1015 | 2,251 | 0,24 | 2,251 | 0,4026 |

V - średnia prędkość przepływu w rurociągu, [m/s],

Δ_p - różnica ciśnień [Pa], \dot{G}_p – prędkość deformacji [1/s],

k - parametr reologiczny (współczynnik konsystencji) [Pa*sⁿ],

n - parametr reologiczny (indeks płynięcia),

ρ . gęstość hydromieszanki [kg/m³], C_s - koncentracja wagowa,

η_{ac} - lepkość pozorna [Pas], τ – naprężenie ścinające [Pa],

τ_o - próg płynięcia [Pa], H_{eH} - liczba Hedströma,

λ - współczynnik oporu podczas przepływu cieczy, R_{eH} - uogólniona liczba Reynoldsa dla modelu Herschela-Bulkley'a.

TABELA 3.

Wartości współczynników oporów ruchu dla osadów celulozowych

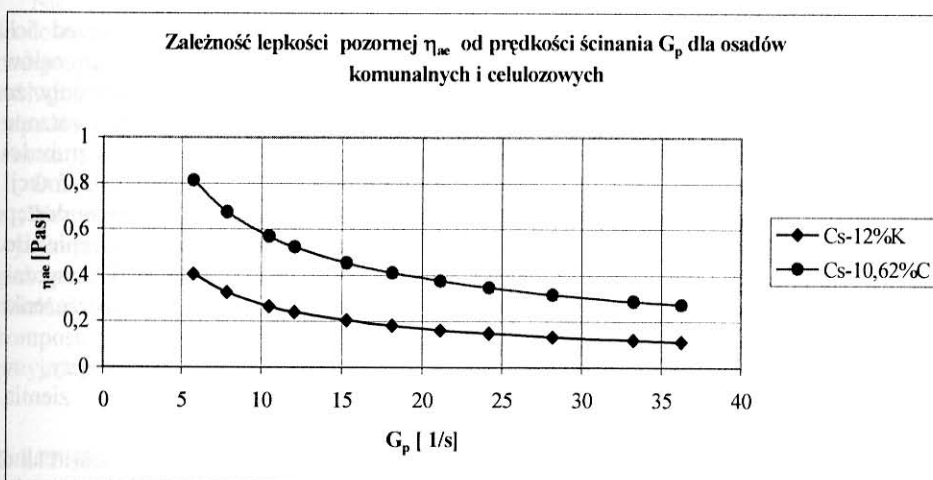
| C_s [%] | V [m/s] | R_{eH} | H_e | β | λ |
|-----------|-----------|----------|-------|----------|-----------|
| 7,37 | 0,3 | 460 | 55 | 0,002092 | 0,14157 |
| | 0,4 | 728 | 78 | 0,001176 | 0,08923 |
| | 0,6 | 1393 | 126 | 0,000523 | 0,04658 |
| | 0,9 | 2662 | 205 | 0,000232 | 0,0243 |
| 10,62 | 0,3 | 444 | 64 | 0,002604 | 0,14708 |
| | 0,4 | 703 | 90 | 0,001465 | 0,09281 |
| | 0,6 | 1340 | 146 | 0,000651 | 0,04852 |
| | 0,9 | 2556 | 2556 | 0,000289 | 0,02538 |
| 19,55 | 0,6 | 463 | 26 | 0,000982 | 0,01393 |
| | 0,9 | 843 | 38 | 0,000436 | 0,07641 |
| | 1 | 985 | 42 | 0,000353 | 0,06538 |
| | 1,2 | 1289 | 51 | 0,000245 | 0,0499 |
| 25,64 | 1 | 278 | 8,9 | 0,000923 | 0,23107 |
| | 1,1 | 316 | 9,58 | 0,000763 | 0,2028 |
| | 1,2 | 356 | 10,2 | 0,000641 | 0,1801 |
| | 1,3 | 397 | 10,8 | 0,000546 | 0,1615 |

Z analizy danych zawartych w tabelach 1 i 2 wynika, że istotny wpływ na parametry reologiczne i hydrauliczne ma uwodnienie osadów (koncentracja wagowa C_s).

Jednocześnie z badaniami osadów celulozowych przeprowadzono w celach porównawczych badania osadów komunalnych z oczyszczalni Pruszków. Wyniki badań przedstawiono na rys.1, dla osadów o zbliżonych koncentracjach wagowych C_s , [Borowy, 2001].

Z przebiegu wykresów $\eta_{ac}=f(G_p)$ wynika, że koncentracja wagowa nie decyduje wyłącznie o wartościach parametrów reologicznych, a przede wszystkim lepkości pozornej η_{ac} : w tym przypadku osady celulozowe o koncentracji wagowej $C_s=10,62\%$ mają większe wartości lepkości pozornej od osadów komunalnych o koncentracji $C_s=12\%$.

Jeśli właściwości reologiczne (lepkość pozorna) charakteryzują zachowanie się osadów w ruchu, to można przyjąć, że korzystniejsze cechy wykazują osady celulozowe, co tym samym preferuje je do praktycznego wykorzystania w procesach rekultywacyjnych.



Rys. 1. Wykres lepkości pozornej dla osadów celulozowych o koncentracji $C_s=10,62\%$ i komunalnych o koncentracji $C_s=12\%$

4. PROPONOWANE SPOSOBY PRAKTYCZNEGO WYKORZYSTANIA OSADÓW

Dotychczasowe wyniki badań i przeprowadzone eksperymenty wykazują [Borowy i in., 1997], [Drolet, Baril, 1997], [Głazewski, 2000], [Gonera, Sadowy, 1996] istnienie realnych możliwości efektywnego wykorzystania osadów celulozowych do rekultywacji gruntów zniekształconych, w tym terenów bezglebowych.

Z ekologicznego punktu widzenia, przyrodnicze zagospodarowanie tego rodzaju osadów powinno zmierzać w następujących, podstawowych kierunkach:

- zwiększenia stabilności utworów podatnych na erozję – głównie wietrzną,
- utrwalania powierzchni składowisk odpadów komunalnych,
- zastosowania przy zadarnianiu metodą hydroobsiewu wysokich i stromych skarp, w tym nasypów drogowych i kolejowych,
- zastosowania do iniekcji systemów korzeniowych drzew i krzewów na gruntach trudnych do rekultywacji,
- wykorzystania jako dodatku do kompostowanej masy osadów ściekowych.

Biorąc pod uwagę analizowane właściwości fizykochemiczne i helmintologiczne badanych osadów celulozowych, najbardziej perspektywnym ich wykorzystaniem będzie stabilizacja gruntów luźnych (sypkich). W pierwszym rzędzie mamy tu na myśli pyłące składowiska popiołów energetycznych, zwłaszcza pyłów dymnicowych usypanych pośród miejsko-przemysłowej zabudowy.

Interesującym rozwiązaniem będzie również stabilizacja przy użyciu osadów powierzchni osadników poflotacyjnych rud cynkowo-ołowiowych, zgrupowanych m.in. w Niece Bytomskiej, które pyłac są niezmiernie uciążliwe dla otoczenia. Dotychczasowe zraszanie ich wodą, niestety daje krótkotrwałe efekty.

Jedną z metod zabezpieczania składowisk odpadów komunalnych przed ich ujemnym oddziaływaniem na środowisko przyrodnicze jest użycie do tych celów osadów celulozowych. Przeprowadzone badania [Gonera, Sadowy, 1996] dowiodły, że tzw. masy wyławiane są doskonałym materiałem stabilizującym i izolującym tworzone wysypiska. Jak podkreślają autorzy, pokrycie odpadów masą osadów o grubości warstwy wynoszącej 6 mm, skutecznie zapobiega wywiewaniu drobnych frakcji odpadów, a jednocześnie eliminuje rozprzestrzenianie się odorów oraz ogranicza dostęp gryzoni, ptaków i insektów. Pomyślnie również przeszło próby urządzenie do nanoszenia mas na powierzchnię odpadów, opracowane przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Ekologii Miast w Łodzi, zaś sama metoda stanowi przedmiot zastrzeżenia zgłoszenia patentowego nr P 310508.

Nie bez powodu metodzie tej przypisuje się stosunkowo niskie koszty, w przeciwieństwie do kosztów ponoszonych przy pokrywaniu składowisk ziemią mineralną lub syntetycznymi piankami.

Uwzględniając wykazaną lepkość plastyczną osadów celulozowych, istnieją realne możliwości ich wykorzystania do rekultywacji – przy zastosowaniu metody hydroobsiewu [Głazewski, 2000] – wysokich i stromych zboczy zwałów przemysłowych i obwałowań stawów osadowych i odstojników oraz budowli ziemnych (nasypy i skarpy w drogownictwie i kolejnictwie).

Obecność w osadach znacznej ilości substancji organicznej i mineralnej oraz azotu i fosforu, a także niska zawartość metali ciężkich oraz brak w nich form rozwojowych pasożytów przewodu pokarmowego ludzi i zwierząt, stwarza dogodne warunki do wykorzystania ich jako wsadu m. in. w procesie kompostowania osadów ściekowych.

Inną formą zagospodarowania tego rodzaju odpadów stosują Zakłady Celulozowo-Papiernicze w Świeciu (obecnie Frantschaft Spółka S.A. Świecie), które osady celulozowo-ściekowe zmieszane w proporcji 5:1 przekazują do rolniczego użytkowania gleb. Rocznie do tych celów wykorzystuje się około 3 tys. ton osadów celulozowych.

W perspektywie uzasadnione zainteresowania mogą wzbudzać omawiane osady, w przypadku zadrzewiania i zalesiania utworów wadliwych, w tym gruntów jałowych

pochodzenia antropogenicznego oraz terenów zurbanizowanych. Ich zastosowanie polegać ma na głębokim wprowadzaniu osadów w strefę korzeniową, przy użyciu urządzenia do iniekcyjnego spulchniania i użyźniania gruntów [Borowy i in. 1997] lub ręcznym wnoszeniu podsypki osadów w uprzednio przygotowane dołki bądź bruzdy przed wysadzeniem roślin. Zabiegi te nie tylko wzbogacą podłoże w ważne składniki mineralno-organiczne, ale również poprawią jego warunki wilgotnościowe (długie utrzymywanie wilgoci przez osady), co nie jest bez znaczenia dla wprowadzonej roślinności.

W konkluzji można przyjąć, że jakkolwiek trudno przypuszczać, iż ukazujące się publikacje dotyczące osadów celulozowych spowodują zasadniczy przełom w podejściu do problemu ich wykorzystywania w różnego rodzaju pracach rekultywacyjnych, to jednak stale należy przypominać, że taka możliwość istnieje.

5. PODSUMOWANIE

Nie od dziś wiadomo, że zwiększanie się ilości składowanych odpadów w środowisku jest wysoce niekorzystnym zjawiskiem. Toteż wszelkie działania podejmowane na rzecz zmniejszenia obciążenia środowiska uciążliwymi odpadami zasługują na szczególną uwagę. Należy jednak pamiętać, że nie wszystkie rodzaje odpadów, pod względem możliwości ich utylizacji są jednakowo rozpoznane. Jak na to wskazuje, dotyczy to w jakimś stopniu również osadów celulozowych.

Omawiane właściwości fizykochemiczne i helmintologiczne osadów pochodzących z Warszawskich Zakładów Papierniczych w Konstancinie-Jeziorna jednocześnie wykazują, że istnieją duże możliwości ich przyrodniczego stosowania do rekultywacji gleb przekształconych i gruntów bezglebowych, zwłaszcza narażonych na erozyjne działanie wiatru, ulepszenia gleb, nawożenia roślin oraz wykorzystania do produkcji kompostu. Bardzo ważnym stwierdzeniem jest, iż osady te nie stanowią zagrożenia dla przyjmującego je środowiska przyrodniczego.

6. LITERATURA

- [1] BOROWY A.: *Metoda określania wybranych parametrów reologicznych hydromieszanin w zastosowaniu inżynierii rolniczej*. Inst. Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie, rozprawa doktorska (maszynopis). Warszawa (2001)
- [2] BOROWY A., Głażewski M., Harabin Z.: *Iniekcja korzeni drzew i krzewów przy zastosowaniu urządzenia do spulchniania i użyźniania podłoża*. III Ogólnopolska Konf. Naukowa pt. „Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska”. Pol. Koszalińska. Koszalin-Ustronie Morskie (1997)
- [3] CZABAN S.: *Wyznaczanie parametrów hydrotransportu rurowego reostabilnych mieszanin dwufazowych*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, nr 60, Rozprawy. Wrocław (1987)
- [4] DROLET J. Y., Baril P.: *A review of constraints and opportunities for the land application of paper mill sludges and residues*. Pulp a. Pap. Can. Vol.98 (1997)

-
- [5] GŁAŻEWSKI M.: *Przeciwerozyjne biologiczne zabezpieczenie skarp metodą hydroobsiewu*. Konf. Naukowo-Techniczna pt. „Tereny zdegradowane-możliwości ich rekultywacji”. Akad. Rol. w Szczecinie. Szczecin (2000)
- [6] GONERA H., Sadowy W.: *Zastosowanie odpadów papierniczych do zabezpieczania wysypisk komunalnych przed oddziaływaniem na środowisko*. Ekoinżynieria nr 8/15/, PTIE (1996)
- [7] NECHAY A., Kaźmierczuk M.: *Badanie osadów z Warszawskich Zakładów Papierniczych S.A. w Konstancinie-Jeziorna*. Instytut Ochrony Środ. w Warszawie. Warszawa (1997)
- [8] Rocznik statystyczny GUS: Ochrona środowiska 2000, Warszawa (2000)
- [9] SOZAŃSKI M. M., Jeż-Walkowiak J.: *Charakterystyki Reologiczne Osadów i Ich Znaczenie w Rozwiązywaniu Problemów Projektowych i Eksploatacyjnych*. Kraj. Konf. Naukowo-Techniczna. Częstochowa (1993)

Sławomir BORYS¹, Tadeusz RESZKA²

**ZASTOSOWANIE GRODZIC WINYLOWYCH C-LOC
W WYKONAWSTWIE OBIEKTÓW BUDOWLANÝCH
GOSPODARKI WODNEJ**

**VINYL C-LOC SHEET PILES USE IN THE WATER
MANAGEMENT OBJECTS**

¹CranePlastics Poland, Mielec

²Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział Kraków, Samodzielna Pracownia
Technicznej Kontroli Zapór w Dobczycach

²Institute of Meteorology and Water Management Division in Cracow, Independent
Laboratory of Dams Technical Control in Dobczyce

Streszczenie

Uniwersalny charakter zastosowań grodzic, ich odporność na korozję chemiczną w agresywnym środowisku oraz na promieniowanie słoneczne, jak również łatwość w montażu - to cechy sprawiające, że ściany oporowe wykonane z grodzic winylowych C-LOC[®] stanowią tanie i skuteczne technologicznie zabezpieczenie linii brzegowych rzek, jezior i stawów. Stosowane mogą być również jako przesłony przeciwfiltracyjne wokół wysypisk śmieci i w podłożu obwałowań przeciwpowodziowych. Mogą być z powodzeniem używane do zabezpieczania skarp w drogownictwie oraz jako materiały konstrukcyjne i zabezpieczające przy budowie oczyszczalni ścieków i wykonawstwie elementów architektury miejskiej

Summary

C-LOC[®] is tough, attractive engineered vinyl sheet piling that forms the basic construction component of the C-LOC[®] erosion control system. The C-LOC[®] system offers high-technology, cost effective erosion control with thick exterior-grade vinyl panels that interlock to form sheet piling walls that will last a lifetime. UV-protected panels come in a variety of lengths. They are impervious to salt water, sun damage, rot, borers and rust. When installed with a system of wales and anchors, the C-LOC[®] interlocked panels form solid, attractive erosion control barriers.

Grodzice z polichlorku winylu typu **C-LOC** po raz pierwszy zostały zastosowane w USA w 1985 roku. Bardzo szybko zyskały uznanie w gronie fachowców w USA oraz w Europie Zachodniej i są stosowane do tradycyjnych rozwiązań technicznych przy zabezpieczaniu przed działaniem wód.

Prekursorami w dziedzinie technologii wytłaczania PVE oraz producentem grodzic winylowych **C-LOC** jest CranePlastics Company z siedzibą w Columbus (Ohio) – amerykański partner spółki *joint - venture* CranePlastics Poland z siedzibą w Mielcu.

Wyjątkowa uniwersalność, przyjazny stosunek do środowiska i łatwość montażu powodują, że ściany **C-LOC** doskonale zabezpieczają linie brzegowych rzek, jezior i innych zbiorników wodnych. Dzięki swej trwałości, elastyczności i łatwości montażu stosowane są przy budowie falochronów, nabrzeży portowych, basenów jachtowych oraz promenad nadrzecznych, nadjeziornych i nadmorskich. W połączeniu z drewnianymi cienkimi palami stanowią doskonałe zabezpieczenie brzegów morskich w miejscach, gdzie występują silne falowanie. Zastosowanie zewnętrznego (lub wewnętrznego) oczepu umożliwia uzyskanie estetycznej i regularnej linii.

C-LOC jest odporny na działanie środowiska agresywnego, nie wymaga konserwacji, a jego trwałość powoduje utrzymanie nienaruszonego stanu przez długie lata.

Grodzice winylowe zaprojektowano tak, że łączone są ze sobą wzdłuż pionowych zamków bocznych. W przypadku, gdy na ściankę działa ciśnienie wody lub parcie gruntu połączenia ulegają zaciśnięciu przez co zwiększa się szczelność ściany. Dzięki temu, że grodzice połączone są szczelnie i tworzą elastyczną konstrukcję w formie ściany arkuszowej znalazły zastosowanie m. in. jako cienkościennie przesłony przeciwfiltracyjne w podłożu obwałowań przeciwpowodziowych. Grodzice **C-LOC** są dostępne w dwóch rodzajach :

- CL – 4500 o szerokości 0,30 m
- CL 9000 o szerokości 0,60 m.

Dla usprawnienia montażu produkowane są ponadto elementy pomocnicze :

- narożnik 90° CL-4500
- narożnik krzyżakowy CL-4500
- narożnik uniwersalny
- łącznik 6" CL-9000

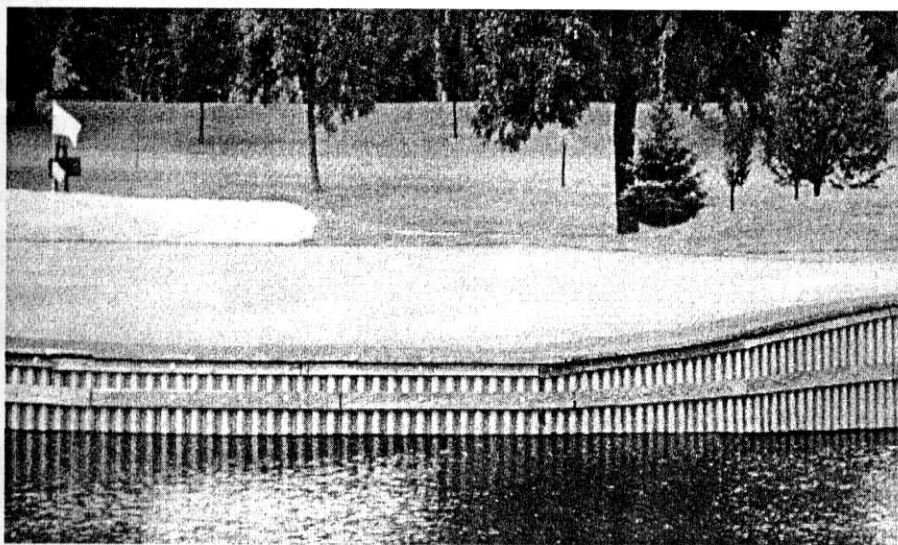
Winyłowe elementy grodzic **C-LOC** posiadają aprobatę techniczną Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie nr AT-15-3907/99 ważną do dnia 31 sierpnia 2004 roku oraz spełniają wymagania w zakresie braku szkodliwego oddziaływania na zdrowie potwierdzone oceną higieniczną nr HK/B/2902/01/98 Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie.

Na Międzynarodowych Targach Ekologicznych „Poleko” w listopadzie 1999 roku w Poznaniu otrzymały ZŁOTY MEDAL w kategorii nowości technologicznych z zakresu ochrony przed szkodliwym działaniem wód.

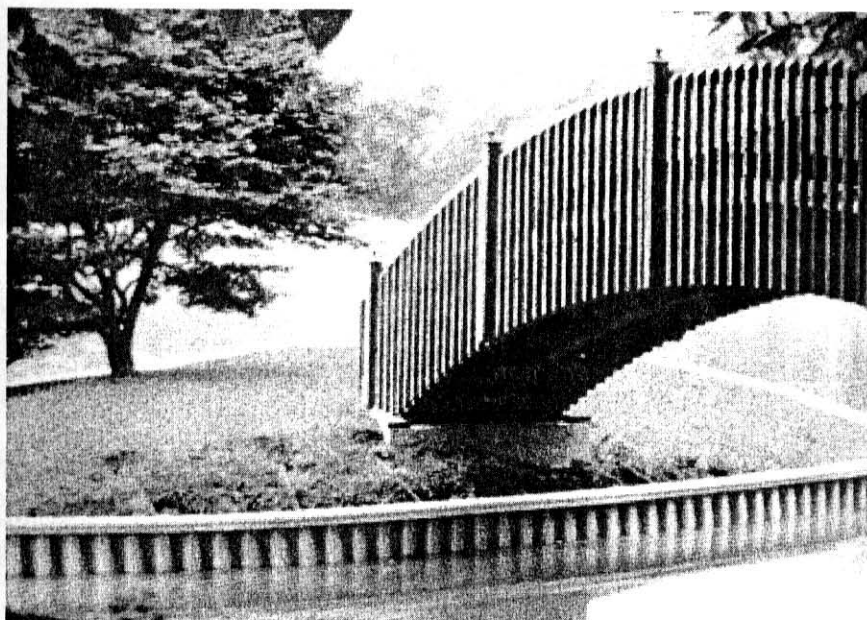
Podstawowe parametry wytrzymałościowe, jakie powinny być uwzględniane w obliczeniach, są następujące:

- wytrzymałość na rozciąganie : 48 MPa

- ⊖ moduł sprężystości przy rozciąganiu : 2000 MPa
- ⊖ wytrzymałość na zginanie : 70 MPa
- ⊖ moduł sprężystości przy zginaniu : 2900 MPa
- ⊖ dopuszczalne naprężenie przy zginaniu : $\sigma_d = 14.34$ MPa



Rys. 1 Zabezpieczenie brzegu rzeki przy wykorzystaniu grodzi C-LOC



Rys. 2 Wykorzystanie grodzie C_LOC w formowaniu architektury parkowej

System ścianek oporowych z grodziec winylowych C_LOC, z uwagi na ich niewielki ciężar, nie wymaga stosowania żadnego specjalistycznego sprzętu montażowego i może być wbudowany (zagłębniony) przy użyciu takich narzędzi jak:

- ⊖ młot wibracyjny lub ubijarka sadzana na łyżce koparki podsiębiernej,
- ⊖ przenośny młot wibracyjny z napędem sprężynowym, wyposażony w końcówkę do zabijania grodziec,
- ⊖ konwencjonalny kafar (tzw. "baba"),
- ⊖ kafar strumieniowy napędzany pompą o wysokim wydatku, ręczny lub podwieszony na wyciągniku dźwigu samojezdnego,
- ⊖ łyżka koparki podsiębiernej.



Rys. 3 Montaż grodziec C_LOC przy wykorzystaniu wibromłota

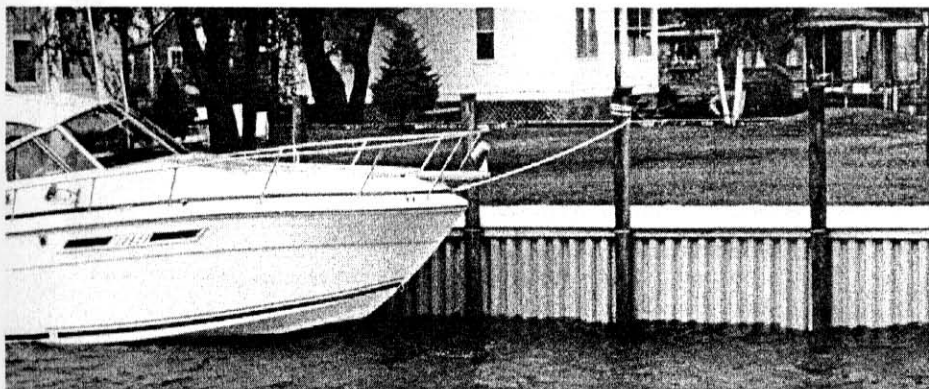
Przy lokalizacji konstrukcji ściany (niezależnie od tego czy jest to wybrzeże czy zbocze wzgórza) oraz w zależności od typu podłoża głównymi uwarunkowaniami jakie powinny być brane pod uwagę przy wyborze sposobu montażu grodziec C-LOC jest właściwie dobrany sprzęt do zabijania na danym terenie oraz skala trudności związana z montażem.

Uwarunkowania związane z budową geologiczną podłoża mają zasadnicze znaczenie dla trwałości i funkcjonalności zamontowanej ściany z grodziec C-LOC.

Szybkość montażu, wyeliminowanie do minimum zakresu robót ziemnych, możliwość głębokiego usytuowania przegrody w podłożu, łatwość wykonywania robót mimo podwyższonego poziomu wód gruntowych to cechy, które w znacznym stopniu przyczyniają się do coraz szerszego zastosowania grodziec C-LOC w zastępstwie

dotychczas stosowanych tradycyjnych materiałów (brusy stalowe, ścianki w wykopach wąskoprzestrzennych), np. :

- przy zabezpieczeniu obwałowań przeciwpowodziowych rzeki Wisły (gmina Borowa) przed nadmierną filtracją wody przez korpus wału grodzice winylowe zastąpiły ekran z folii hydroizolacyjnej PCV grubości 1 mm,
- przy zabezpieczeniu obwałowań rzeki Odry przed nadmierną filtracją przez podłoże grodzice winylowe C-LOC zastąpiły przesłonę cementowo - bentonitową w wykopie wąskoprzestrzennym.

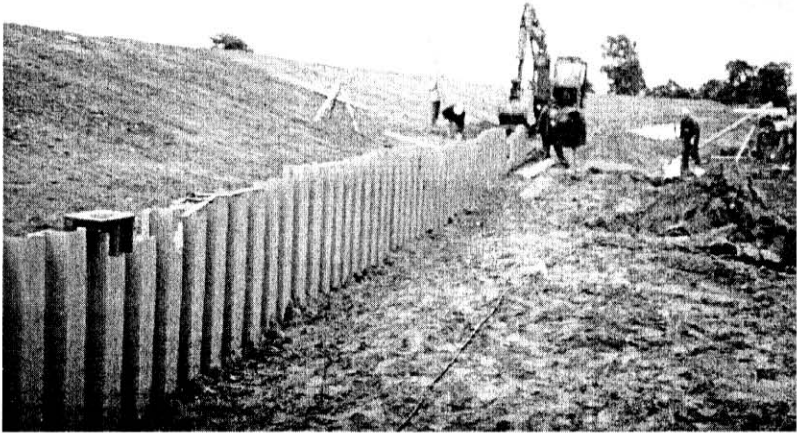


Rys. 4 Wykorzystanie pali C-LOC do budowy przystani jachtowej

W przypadku zamiany folii hydroizolacyjnej na grodzice winylowe C-LOC porównanie tych rozwiązań jednoznacznie wskazuje na przewagę rozwiązania z użyciem grodzic C-LOC. Zaletami technicznymi tego rozwiązania są:

- eliminacja groźnych dla stateczności wału robót ziemnych u podstawy wału,
- głębsze usytuowanie przegrody w podłożu i wydłużenie drogi filtracji,
- zmniejszenie zakresu robót ziemnych
- zwiększenie odporności na uszkodzenia
- łatwość kontroli robót zakrytych.

W przypadku porównania zabezpieczenia przeciwfiltracyjnego poprzez wykonanie ścianki szczelnej w wykopie wąskoprzestrzennym i przy zastosowaniu winylowych grodzic C-LOC przewaga grodzic C-LOC jest również jednoznaczna : eliminuje konieczność przemieszczania dużych mas ziemnych i angażowania specjalistycznych maszyn oraz w znacznym stopniu ogranicza konieczność przeprowadzania wywłaszczeń trwałych i czasowych (przesłonę przeciwfiltracyjną z grodzic winylowych C-LOC wykonuje się w bezpośrednim sąsiedztwie krawędzi stopy odwodnej poprzez wprowadzanie kolejnych grodzic w podłoże przy pomocy koparki i wibromłota na zadaną głębokość. Wprawny wykonawca robót może w przeciągu jednego tygodnia wykonać z grodzic C-LOC od 1.5 do 2 km przesłony przeciwfiltracyjnej niezależnie od panujących warunków atmosferycznych).



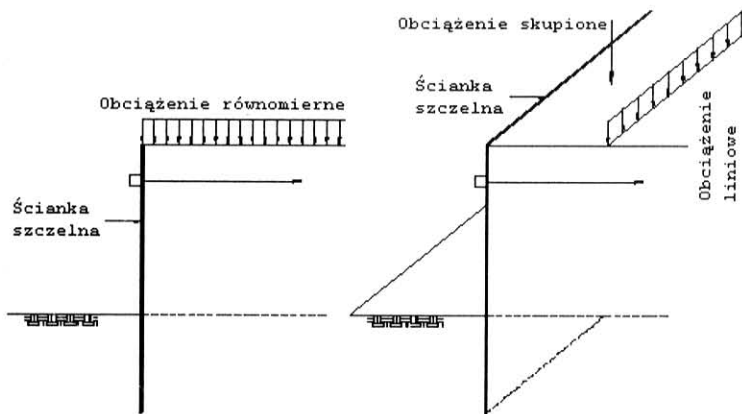
Rys. 5 Wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej w podłożu obwałowań

Bardzo dobre efekty daje połączenie ścianki szczelnej wykonanej w podłożu obwałowania z ekranem przeciwfiltracyjnym wykonanym na skarpie odwodnej z maty bentonitowej. W tabeli zestawiono przykładowo zalety i wady takiego rozwiązania w porównaniu z przeponą cienkościenną wykonaną metodą iniekcji.

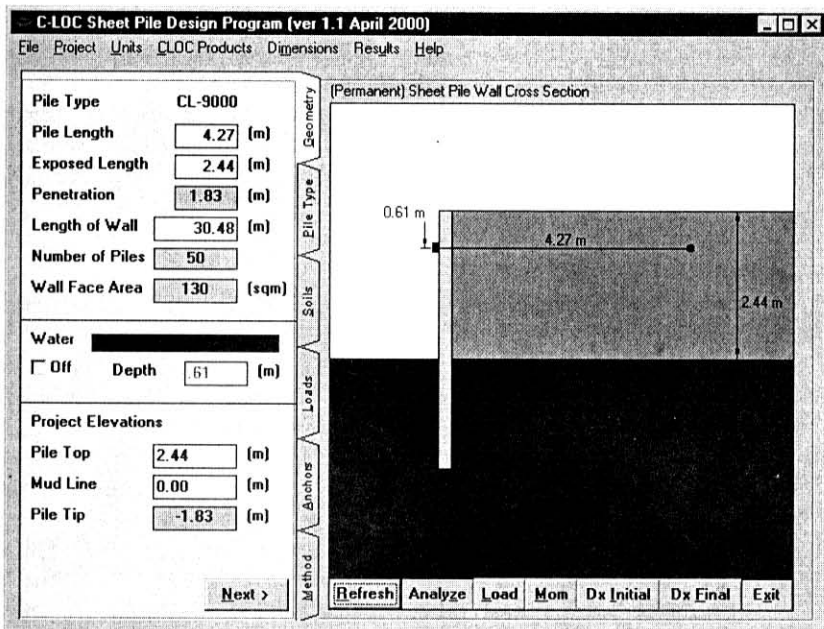
TABELA 1

| RODZAJ METODY | ZALETY | WADY |
|---|--|---|
| PRZEPONA CIENKOŚCIENNA WYKONANA METODĄ INIEKCJI | <ul style="list-style-type: none"> ➤ osiągnięcie wodoszczelności rdzenia gwarantującej szczelność konstrukcji ➤ efekt dodatkowy : częściowe "rdzeniowe" dogęszczenie korpusu | <ul style="list-style-type: none"> ➤ skomplikowana technologia wykonania, wymagająca wysoce specjalistycznego sprzętu (węzeł mieszalniczy, rurociągi, maszyna do podawania iniektu), ➤ wprowadzenie w obwałowanie rdzenia dzielącego korpus na część odwodną i odpowietrzną, co zagraża stateczności konstrukcji, ➤ brak możliwości wykonywania prac w niskich temperaturach |
| MATA BENTONITOWA + GRODZICE C-LOC | <ul style="list-style-type: none"> ➤ osiągnięcie wodoszczelności ekranu na skarpie wału oraz pionowej przesłony w podłożu, gwarantującej szczelność konstrukcji, ➤ prosta technologia wykonawstwa nie wymagająca zaangażowania wyspecjalizowanego sprzętu, ➤ brak elementów stanowiących zagrożenie dla bezpieczeństwa konstrukcji ➤ możliwość realizacji prac w niskich temperaturach | <ul style="list-style-type: none"> ➤ praktycznie nie występują |

W celu ułatwienia pracy projektantom ścian wykonywanych z grodzic winylowych C-LOC firma Crane Plastics Poland dostarcza (nieodpłatnie) oprogramowanie wspomagające prace projektowe. Jakkolwiek przyjęta w programie metoda obliczeń nie jest zgodna z polską praktyką projektową, to może spełniać rolę pomocniczą przy doborze ścianek.



Rys. 6 Przykładowe schematy obliczeniowe ścianek wykonanych z grodzic C-LOC



Rys. 7 Podstawowe okno dialogowe programu wspomagającego projektowanie

W instrukcji obsługi programu dostarczanego wraz z dyskietką instalacyjną omówiono bardzo szczegółowo poszczególne operacje związane z przyjmowaniem założeń wyjściowych do obliczeń oraz sposób doboru typu ścianki w zależności od obciążeń jakie ma ona przenosić.

LITERATURA:

- [1] Aprobata Techniczna IBDiM nr AT/2000-04-0840. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa (maj 2000)
- [2] Aprobata Techniczna ITB nr AT-15-3907/99. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa (sierpień 1999)
- [3] Ocena Higieniczna nr HK/B/2902/01/98. Państwowy Zakład Higieny, Warszawa (1998)
- [4] Ocena przydatności profilów C-LOC dla zabezpieczenia wałów Wisły przed przebicciem hydraulicznym w podłożu. Instytut Badawczy Dróg i Mostów - Zakład Geotechniki, Warszawa (1998)
- [5] Ocena możliwości wykonania pionowej przesłony bentonitowo - cementowej w celu zamknięcia filtracji przez podłoże prawego wału przeciwpowodziowego rzeki Odry..., Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział Kraków - Samodzielna Pracownia Technicznej Kontroli Zapór, Bieganów - Dobczyce (1999)
- [6] Instrukcja użytkowania i dane techniczne programu komputerowego do obliczeń ścianek szczelnych z profili C-LOC - Crane Plastics Poland, Warszawa (2000)

Tadeusz CHRZAN

**DOBÓR TYPU GEOWŁÓKNINY DLA
SKARPY NACHYLONEJ Z GRUNTU ZBROJONEGO**

**THE SELECTION TYPE OF GEOFIBRES FOR SLOPE WALL
WITH REINFORCEMENT GROUND**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University in Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

W referacie przeanalizowano koszty wzmocnienia geowłókniną skarpy nachylonej o wysokości 6,0m. obciążonej obciążeniem ciągłym. Z analizy wynika że niezależnie od typu i ceny geowłókniny najniższe koszty wykonania skarpy wzmocnionej geowłókniną zapewnia taki jej typ, który ma najwyższą wytrzymałość

Summary

In this paper cost reinforcement slope wall of 6 m height and loaded continuous load has been analyzed. With analysis result is that minimum cost of building reinforcement slope wall will be for geofibres with maximum tensile strength.

1. WSTĘP

Grunt zbrojony jest to materiał konstrukcyjny utworzony poprzez warstwy gruntu przedzielone regularnymi warstwami innego materiału, zwanego zbrojeniem, które przenosi siły rozciągające. Zbrojeniem mogą być metalowe taśmy (klasyczny grunt zbrojony) lub maty z tworzyw sztucznych (geowłókniny, geotkaniny, geosiatki, georuszty). Konstrukcja utworzona z warstwy gruntu nasypanego na jedną warstwę zbrojenia nie jest konstrukcją z gruntu zbrojonego i nie może być obliczana według podanych wzorów.

Budowa nasypu z gruntu zbrojonego na słabonośnym podłożu jest od 30 do 60% tańsza od budowy muru oporowego, który utrzymuje ten nasyp w równowadze. Czoło ściany nasypu z gruntu zbrojonego jest osłonięte ścianką osłonową, którą mogą stanowić: płyty żelbetowe, metalowe panele lub zawinięta geowłóknina.

Ścianka osłonowa zabezpiecza grunt przed wysypywaniem się. Na ściankę osłonową działa parcie gruntu zbrojonego, które jest równoważone wytrzymałością zbrojenia na rozciąganie. Utrata stateczności konstrukcji nasypu następuje po osiągnięciu stanu granicznego.

Dla ścian oporowych z gruntu zbrojonego mogą wystąpić następujące rodzaje stanu granicznego:

- stan graniczny nośności, który obejmuje: wypieranie podłoża, poślizg po podłożu, stateczność konstrukcji skarpy zbrojonej, możliwość zerwania zbrojenia, stateczność ściany oporowej wraz ze zboczem jako całości;
- stan graniczny użytkowania obejmujący osiadanie ściany oporowej.

Podane metody obliczeniowe są oparte na opisie gruntu zbrojonego jako kompozytu. Kompozyt jest to materiał utworzony co najmniej z dwóch składników, którego łączne właściwości zależą od właściwości poszczególnych składników i ich objętościowego udziału oraz sposobu ułożenia.

Przedstawiono typową konstrukcję z gruntu zbrojonego i zasady jej projektowania [Chrzan, 2000; Sawicki, 1996, 1993] oraz podano dobrane przez autora współczynniki bezpieczeństwa uwzględniając ich wielkość podaną w polskich normach i przepisach francuskich [4].

Jak pisze prof. A. Sawicki, „technologia zbrojenia gruntu nie jest w Polsce rozpowszechniona, brakuje podręczników oraz przykładów realizacji, które mogłyby zainspirować projektantów i inwestorów”.

Opracowany przykład ma służyć projektantom do wykonywania obliczeń inżynierskich zbrojonych konstrukcji ziemnych. Przedstawione metody obliczeń są oparte na metodach statyki budowli. Czytelnie zdefiniowano założenia oraz schemat statyczny działania sił, a rozwiązanie oparto na analizie pracy konstrukcji przy uwzględnieniu ogólnych zasad mechaniki.

Przedstawione metody nie są doskonałe, ponieważ grunt zbrojony stosowany jest w kraju od niedawna, a zatem zebrane doświadczenie jest niewielkie w stosunku do projektowania nasypów z innych materiałów. Dlatego w obliczeniach stanu granicznego nośności należy stosować współczynniki bezpieczeństwa zwiększające wartości obciążeń o 1,5 i zmniejszające wytrzymałość gruntu o 0,70.

2. MODEL GRUNTU WZMOCNIONEGO (ZBROJONEGO)

Do opisu gruntu wzmocnionego przyjmuje się model anizotropowego ciała sztywno-plastycznego podanego w teorii plastyczności. Ośrodek ciągły pod wpływem obciążeń zewnętrznych nie odkształca się aż do momentu wyczerpania swej nośności, po czym zaczyna się proces plastycznego płynięcia. Kryterium wyczerpania się nośności jest opisane warunkiem plastyczności. Taki model stosuje się też do opisu wytrzymałości tworzyw sztucznych. Pomimo że rzeczywiste ośrodki gruntowe spełniają założenia modelu gorzej niż metale, to ważne zagadnienia praktyczne, jak nośność graniczna podłoża i skarp zostały rozwiązane na bazie tego modelu.

Sztywno-plastyczny model gruntu wzmocnionego został skonstruowany na podstawie klasycznego modelu Coulomba–Mohra i stanowi jego uogólnienie dla

materiału dwuskładnikowego (kompozytu), [Chrzan, 2000; Sawicki, 1996, 1993]. Dla tego modelu przyjęto następujące założenia:

1. Kompozyt (grunt wzmocniony) składa się tylko z dwóch składników: gruntu i wzmocnienia. Wzmocnieniem może być dowolny materiał o dużej wytrzymałości na rozciąganie.
2. Grunt i wzmocnienie są materiałami sztywno-plastycznymi. Grunt opisywany jest warunkami plastyczności Coulomba–Mohra i prawem płynięcia, a wzmocnienie charakteryzuje się standardowo określoną według PN wytrzymałością na rozciąganie.
3. Grunt i wzmocnienie nie są ze sobą wymieszane i można określić objętość gruntu i wzmocnienia w jednostce objętości gruntu wzmocnionego.
4. Między gruntem a wzmocnieniem nie występuje poślizg.
5. Wytrzymałość wzmocnienia na ściskanie jest mała w stosunku do wytrzymałości gruntu i w obliczeniach pomija się ją, przyjmując równą zero.
6. Wzmocnienie powoduje pojawienie się uprzywilejowanego kierunku, zgodnego z kierunkiem ułożenia wzmocnienia.

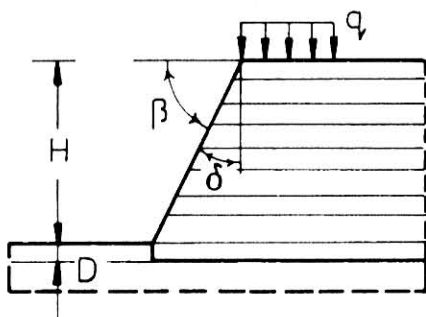
Opisu stanu naprężenia w gruncie wzmocnionym dokonano na podstawie teorii kompozytów z zastosowaniem trzech tensorów naprężenia. Powyższe warunki spowodowały, że w obliczeniach należy stosować twierdzenie o dolnej i górnej ocenie wielkości obciążenia granicznego. Dolna ocena obciążenia granicznego dotyczy obciążenia, które nie przekracza warunku plastyczności i jest mniejsze lub co najwyżej równe obciążeniu powodującemu ruch plastycznego płynięcia. Górna ocena obciążenia granicznego dotyczy rzeczywistego obciążenia działającego na ciało, które nie może być większe od obciążenia wynikającego z dowolnego kinematycznego mechanizmu odkształcenia ciała.

Stosowanie twierdzenia o nośności granicznej umożliwia w praktyce określenie granic przedziału, w którym mieści się rzeczywista, otrzymana z obliczeń wartość. Aby móc stosować w praktyce wzmocnienie gruntu trzeba znać zależności określające nośność i graniczną wysokość skarpy z gruntu zbrojonego.

3. OSZACOWANIE NOŚNOŚCI NACHYLONEJ SKARPY Z GRUNTU ZBROJONEGO

Dla przyjętej wysokości H i obciążenia skarpy obciążeniem ciągłym jak na schemacie (Rys. 1) statycznym od samego jej brzegu (tj. od krawędzi nachylonej) otrzymuje się zależność podaną w (1).

Jest to obciążenie nie większe niż obciążenie powodujące utratę nośności podłoża (dolna granica nośności), gdzie: $R_o = a R$, $R = 0,66 R_t$, R_t – wytrzymałość tablicowa na rozciąganie wzmocnienia [kN/m], $a = 1/\Delta H$, ΔH – rozstaw warstw geowłókniny w skarpie [1/m]. ϕ – kąt tarcia wewnętrznego, $n = 1,5$ – współczynnik bezpieczeństwa dla dobrze zbadanego gruntu.



dla dolnego oszacowania nośności skarpki:

$$q_d = \frac{R_o}{n} \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) - \gamma H n \quad (1)$$

dla górnego oszacowania nośności skarpki drugi ujemny jej człon należy pomnożyć przez 0,5

H – wysokość skarpki, $\beta = 70-89^\circ$, D – głębokość skarpki poniżej poziomu terenu.

Rys. 1 Schemat obciążeń konstrukcji z gruntu zbrojonego

4. ANALIZA WPŁYWU PARAMETRÓW GRUNTU ZBROJONEGO NA NOŚNOŚĆ PIONOWEJ SKARPY OBCIĄŻONEJ OBCIĄŻENIEM CIĄGŁYM

Analizę wykonano dla geowłóknin „Novity” typu Geon o wytrzymałości na rozciąganie wzdłuż pasma (wartość mniejsza). Kąt tarcia wewnętrzny $\phi = 30^\circ$, ciężar objętościowy gruntu $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, współczynnik bezpieczeństwa $n = 1,5$. Skarpa obciążona obciążeniem ciągłym o nacisku $q = 30,0 \text{ kN/m}^2$, wysokość skarpki $H = 6,0 \text{ m}$.

A) wariant 1

Zbrojeniem będzie geowłóknina Geon 750 o wytrzymałości na rozciąganie wzdłuż pasma (wartość mniejsza) $R_t = 27,2 \text{ kN/m}$, $R = 27,2 \cdot 0,66 = 17,95 \text{ kN/m}$. Cena $6,80 \text{ zł/m}$.

$$R_o = Ra \text{ dla geowłókniny } a = \frac{1}{\Delta H} [\text{m}^{-1}] \quad (2)$$

$$R_o = R \frac{1}{\Delta H}, \quad (3)$$

skąd

$$\Delta H = \frac{R}{R_o} \left[\frac{\text{kN} \cdot \text{m}^2}{\text{m} \cdot \text{kN}} \right], \quad (4)$$

Dla pionowej skarpki o wysokości $H = 6,0 \text{ m}$

$$R = 0,66 \cdot 27,2 = 17,95 \text{ kN/m}$$

$$R_o = \frac{qn + \gamma Hn^2}{\text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)} = \frac{30 \cdot 1,5 + 18 \cdot 6 \cdot 2,25}{\text{tg}^2 60^\circ} = \frac{45 + 243}{3} = 96,0, [\text{kN/m}^2]$$

$$\Delta H = \frac{R}{R_o} = \frac{17,95}{96,0} = 0,19, [\text{m}]$$

Rozstaw geowłkniny Geon 750 wyniesie 19 cm. Większy rozstaw nie zapewnia żądanej nośności skarpy pionowej. Ilość warstw geowłkniny $i = H/\Delta H$, $i = 600: 19 = 31,6 = 32$ warstwy. Koszt długości jednego metra dla wszystkich warstw wynosi $K = i \cdot c$, $K = 32 \cdot 6,80 = 217,60 \text{ zł/m}$.

B) wariant 2

Zbrojeniem będzie geowłknina Geon 1100 o wytrzymałości na rozciąganie $R_t = 25,0 \text{ kN/m}$. Cena $9,20 \text{ zł/m}$

$$R = 0,66 * 25,0 = 16,5 \text{ kN/m.}$$

$$R_o = 96,0 \text{ kN/m}^2$$

Skąd,

$$\Delta H = 0,17 \text{ m}$$

Rozstaw geowłkniny Geon 1100 wyniesie 17 cm. Większy rozstaw nie zapewnia żądanej nośności skarpy pionowej. Ilość warstw geowłkniny $i = 600: 17 = 41,2 = 41$ warstw.

Koszt długości jednego metra dla wszystkich warstw wynosi $41 * 9,20 = 377,2 \text{ zł/m}$.

C) Wariant 3

Zbrojeniem będzie geowłknina Geon 600 o wytrzymałości na rozciąganie $R_t = 17,0 \text{ kN/m}$. Cena $5,30 \text{ zł/m}^2$.

$$R = 0,66 * 17,0 = 11,22 \text{ kN/m.},$$

$$R_o = 96,0 \text{ kN/m}^2$$

Skąd,

$$\Delta H = 0,116 = 0,12 \text{ m}$$

Rozstaw geowłkniny Geon 600 wyniesie 12 cm. Większy rozstaw nie zapewnia żądanej nośności skarpy pionowej. Ilość warstw geowłkniny $i = 600: 12 = 50$ warstw.

Koszt długości jednego metra dla wszystkich warstw wynosi $50 * 5,3 = 265,00 \text{ zł/m}$.

D) Wariant 4

Zbrojeniem będzie geowłknina Geon 250 o wytrzymałości na rozciąganie $R_t = 8,80 \text{ kN/m}$ Cena $3,00 \text{ zł/m}^2$

$$R = 0,66 * 8,8 = 5,8 \text{ kN/m,}$$

$$R_o = 96,0 \text{ kN/m}^2$$

Skąd ,

$$\Delta H = 0,06 \text{ m}$$

Rozstaw geowłókniny Geon 250 wyniesie 6 cm. Większy rozstaw nie zapewni żądanej nośności skarpy. Ilość warstw geowłókniny $i = 600 : 6 = 100$ warstw.

Koszt długości jednego metra dla wszystkich warstw wynosi $100 * 3,00 = 300,00$ zł/m.

Nośność skarpy pionowej zależy od zbrojenia gruntu i jej wysokości. Z obliczeń wynika, że z różnych geowłóknin można wybudować skarpe o wysokości 6 m i nośności 30 kN/m^2 . Parametry techniczne geowłóknin i koszty wykonania 1 metra skarpy zestawiono w tabeli poniżej.

TABELA 1

Parametry techniczne geowłóknin i koszty wykonania 1 metra skarpy

| Geon Typ | Grubość [mm] | Wytrzymałość [kN/m.] | Koszt 1m skarpy [zł/m] | Stosunek kosztów w % (najniższy 100 %) |
|----------|----------------|----------------------|------------------------|--|
| 750 | 6,0 | 27,2 | 218 | 100 |
| 1100 | 8,5 | 25,0 | 377 | 172 |
| 600 | 4,5 | 17,0 | 265 | 122 |
| 250 | 2,9 | 8,8 | 300 | 137 |

Z analizy kosztów produkcji wynika ,że im grubszy Geon tym większy koszt jego wykonania. Zwiększanie grubości Geonu powyżej 6,0 mm nie wpływa na zwiększenie jego wytrzymałości.

Wniosek;

Najniższe koszty wykonania skarpy wzmocnionej geowłókniną zapewnia taki jej typ ,który ma najwyższą wytrzymałość.

4. LITERATURA

- [1] CHRZAN T.: *Autostrady i materiały do ich budowy*. Wrocław (2000)
- [2] SAWICKI A.: *Geosyntetyki w inżynierii lądowej i wodnej*. Inż. i budownictwo nr 11 (1996)
- [3] SAWICKI A. Leśniewska D. *Grunt zbrojony* . Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa (1993)
- [4] *Geotekstylii- poradnik stosowania*. Stowarzyszenie Producentów Geotekstyliów Bielsko-Biała (1998)

Michał DRAB

**WPLYW ODŁOGOWANIA GRUNTÓW NA ICH NIEKTÓRE
WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE, AKTYWNOŚĆ
ENZYMATYCZNĄ ORAZ SKŁAD GATUNKOWY CHWASTÓW**

**THE INFLUENCE OF ALLOWING TO REST OF THE
RECVLTIVATED LAND ON ITS SOME PHYSICAL AND
CHEMICAL PROPERTIES, ENZYME ACTIVITY, AS WELL AS
WEED SPECIES COMPOSITION**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University in Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ odlogowania na skład gatunkowy chwastów oraz zmiany: pH, zawartości form przyswajalnych fosforu i potasu, C organicznego, azotu ogólnego oraz zmiany aktywności enzymatycznych dehydrogenazy, ureazy, amylazy i invertazy. 9-cio letni okres odlogowania wpłynął korzystnie na zawartość azotu ogółem i aktywność dehydrogenazy. Nie uległy zmianom zawartości form przyswajalnych fosforu i potasu oraz C organicznego. Zmniejszyły się aktywności enzymatyczne ureazy, amylazy i invertazy. Odczyn odlogowanych gruntów nieznacznie obniżył się. Występowanie gatunków chwastów związane było z warunkami siedliskowymi. Przewagę osiągnęły rośliny wieloletnie i trawy.

Summary

The influence of the allowing to rest of the former recultivated agricultural land on the weed species composition and changes of pH, available forms of phosphorus and potassium, organic C, total N and enzyme activity (dehydrogenase, urease amylase and invertase) were presented in the paper. The period of 9 years fallow influenced positively and the total nitrogen content and dehydrogenase activity. The contents of available forms of potassium and phosphorus, organic C did not change. The enzyme activities of urease, amylase and invertase decreased. The pH of the fallow soils was negligible lower. The occurrence of weed species was connected with environment condition. The perennial plants and grasses were dominating.

1. WSTĘP

Stosowanie odłogów i ugorów w sposobie użytkowania ziemi znane jest w rolnictwie od dawna. W ostatnich latach zjawisko to nabrało większego znaczenia [Adamczewski i in., 1994].

Odłogowanie i ugorowanie według Marksa i innych (1999) wynikają z przyczyn:

1. natury przyrodniczo-ekologicznej związanej z utratą zdolności produkcyjnych gleb (erozja, pustynnienie, zmniejszenie żyzności),
2. ekonomicznych – wynikających z braku zabezpieczenia zysku (spadek opłacalności produkcji).

Istnieją zasadnicze różnice w powstawaniu odłogów i ugorów w Polsce i krajach EWG [Adamczewski, 1994; Dzień, 1998; Majtkowski, 1998; Marks, 1999]. W Krajach Wspólnoty Europejskiej występują głównie ugory – pola wyłączane z uprawy na jeden rok lub 5 lat i pozostawione pod kontrolą rolników. Powodem tworzenia ugorów jest tam konieczność ograniczenia nadprodukcji żywności [Adamczewski, 1994; Dzień, 1998; Marks, 1999]. Z tego powodu do końca roku 2000 planowano wyłączyć z użytkowania rolniczego około 20 mln ha. Wskaźnik ugorowania miał osiągnąć 10-12% areалу gruntów ornych [Dzień, 1998]. Każdy farmer ugorujący pola otrzymuje finansową rekompensatę. W tym czasie jest on zobowiązany do wykonywania zabiegów mających na celu między innymi zapobieganie rozsiewaniu się chwastów [Adamczewski, 1994; Dzień, 1998; Marks, 1999].

W Polsce mamy do czynienia przede wszystkim z odłogowaniem ziemi – wyłącznie z produkcji bez ingerencji rolnika. Jest ono związane z rekonstrukcją sektora społecznego [Krasowicz, 1998; Kukuła, 1998; Kuś, 1998; Majtkowski] oraz z zaprzestaniem uprawy tzw. gruntów marginalnych – nisko produkcyjnych [Adamczewski, 1994; Dzień, 1998; Kutyna, 1996; Marks, 1999].

W roku 1996 areal gruntów wyłączonych z produkcji w tym głównie odłogów wynosił około 2 mln ha co stanowiło 12% gruntów ornych [Dzień, 1998; Krasowicz, 1998]. Największy udział gruntów wyłączonych z produkcji – 23% gruntów ornych stwierdza się w zachodniej i północno-wschodniej części kraju – na tzw. „Ziemiach Odzyskanych” z dużą koncentracją gospodarstw społecznych przed rokiem 1989 [Krasowicz, 1998; Łabza, 1966]. W niektórych województwach udział odłogów jest jeszcze większy. [Kukuła, 1998] podaje, że na terenie byłego województwa zielonogórskiego wskaźnik odłogowania wynosił 31,8% gruntów ornych.

W literaturze brak jest przekonujących stwierdzeń, że odłogowanie może istotnie zmieniać właściwości fizyczne czy chemiczne w glebach. Natomiast szereg autorów prac jednoznacznie podkreśla bardzo niekorzystny wpływ odłogowania pól na ich zachwaszczenie jak też zachwaszczenie pól sąsiednich [Adamczewski, 1994; Duer, 1998; Dzień, 1998, Hochół, 1998; Krasowicz, 1998; Łabza, 1966; Malicki, 20; Niedzwiecki, 1998; Stupnicka-Rodzinkiewicz, 1998].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu 9-cio letniego okresu odłogowania gruntów na zachwaszczenie oraz niektóre ich właściwości fizyko-chemiczne i aktywność enzymatyczną.

2. METODYKA PRAC

Badania wykonywano na polach doświadczenia prowadzonego w latach 1986-1990, a następnie leżących odlegiem przez okres 9-ciu lat. Jest to teren rekultywowanego złoża po kruszywie budowlanym „Dobroszów Wielki” w gminie Nowogród Bobrzański województwo lubuskie.

Charakterystykę właściwości fizyko-chemicznych badanych gruntów przed rozpoczęciem doświadczenia zawarto w pracy [Drab, 1988]. Skład granulometryczny gruntów był silnie zróżnicowany. Zawartość części spławialnych w warstwie 0-20 cm wahała się w zakresie 9-26%. Gęstość objętościowa wynosiła od 1,60 do 1,80 g/cm³. Odczyn w H₂O nie przekraczał 5,0. Zawartość substancji organicznej w poziomie 0-20 cm wahała się od 0,72 do 2,17%. Zawartości mikroskładników ogólnych i przyswajalnych form były niskie. Niskie były też zawartości mikroelementów.

Doświadczenie założono bezpowtórzeniową metodą długich parcel Zade'go. Wielkość pól (długość 80 m i szerokość 8 m) pozwalała na stosowanie typowych w gospodarce wielkorolnej maszyn rolniczych. Schemat rozmieszczenia pól przedstawia rys. 1.

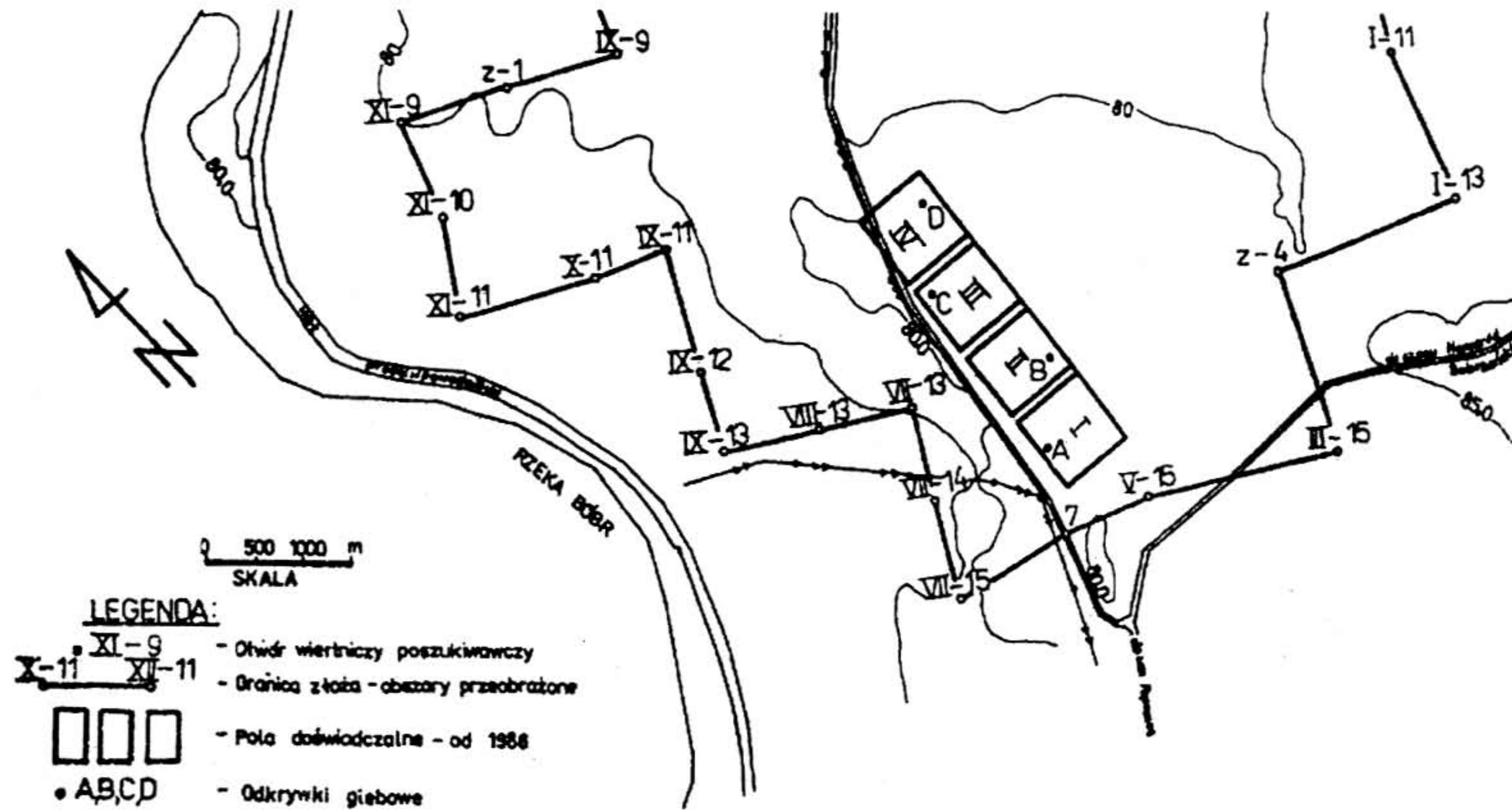
W pierwszym roku doświadczenia uprawiano rośliny: rzepak ozimy, żyto ozime, jęczmień ozimy i ziemniaki. Pod rośliny stosowano nawożenia mineralne według schematu (tabela 1).

TABELA 1

Schemat doświadczenia

| Lp. | Kombinacje nawozowe (kg/ha) | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------|------------------|------------|-------------------------------|------------------|-----------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | Rzepak ozimy | | | Jęczmień ozimy | | | Żyto ozime | | | Ziemniaki | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 100 | 50 | 60 | 100 | 45 | 80 | 100 | 45 | 80 | 120 | 60 | 200 |
| 3 | 200 | 50 | 60 | 200 | 45 | 80 | 200 | 45 | 80 | 240 | 60 | 200 |
| 4 | 300 | 50 | 60 | 300 | 45 | 80 | 300 | 45 | 80 | 360 | 60 | 200 |
| 5 | 140 | 300 | 100 | 100 | 280 | 130 | 100 | 280 | 130 | 160 | 400 | 320 |
| 6 | 280 | 300 | 100 | 200 | 280 | 130 | 200 | 280 | 130 | 320 | 400 | 320 |
| 7 | 420 | 300 | 100 | 300 | 280 | 130 | 300 | 280 | 130 | 480 | 400 | 320 |
| 8 | 100 | 90 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 90 | 120 | 100 | 70 | 120 |
| 9 | 280 | 300 | 100 | 200 | 280 | 130 | 200 | 280 | 130 | | | |

Pod rzepak, jęczmień i żyto na polach od 1 do 8 zastosowano CaCO₃ w dawce 5t/ha



Rys. 1. Mapa sytuacyjno-wysokościowa złoża kruszywa naturalnego Dobroszów Wielki. Lokalizacja poletek doświadczalnych.

W latach 1987-1990 uprawiano żyto ozime na dwu polach:

- I – stanowisko po rzepaku ozimym, stosowano tu orkę na głębokość 35 cm,
 II – stanowisko po jęczmieniu ozimym, stosowano tu orkę na głębokość 25 cm.
 Pod żyto na obu polach corocznie stosowano nawożenie w dawkach (kg/ha):

| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|---|-----|-------------------------------|------------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 100 | 45 | 120 |
| 3 | 200 | 45 | 120 |
| 4 | 300 | 45 | 120 |
| 5 | 100 | 280 | 240 |
| 6 | 200 | 280 | 240 |
| 7 | 300 | 280 | 240 |
| 8 | 100 | 90 | 120 |
| 9 | 200 | 280 | 240 |

Doświadczenie polowe zakończono w 1990 roku. Od tego czasu pola te leżą odłogiem. Skład gatunkowy chwastów określano od maja do sierpnia 1999 roku. Uśrednione próby gleb z warstwy 0-20 cm pobrano po zbiorach żyta w 1990 oraz w miesiącu sierpniu w roku 1999. Analizy wykonano metodami stosowanymi w gleboznawstwie i chemii rolnej.

pH w H₂O i ln KCl oznaczono na pehametrze sieciowym, formy przyswajalne P i K - metodą Egnera-Riechma, N ogółem metodą Kjeldahla, C organiczne metodą Tiurina. Aktywność enzymatyczną dehydrogenazy, ureazy, amylazy i inwertazy określono metodą Szczerbakowej (1983).

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Analiza składu gatunkowego chwastów na badanych gruntach wykazała dominację następujących roślin: *Senecio vernalis*, *Holcus lanatus*, *Rumex acetosella*, *Rumex acetosa*, *Achillea millefolium*, *Poa pratensis*, *Hieracium pilosella*, *Tanacetum vulgare*, *Hypericum perforatum*, *Agropyron repens*, *Onopordon acanthium*, *Erigeron canadensis*, *Agrostis vulgaris*, *Cerastium semidecandrum*, *Daucus carota*, *Festuca ovina*, *Senecio Jacobea*, *Vicia hirsuta*, *Cirsium arvense*, *Polygonum aviculare*, *Sinapsis arvense*, *Apera spica Venti*, *Myostis arvensis*.

W dużo mniejszych ilościach od wymienionych roślin występowały: *Erodium cicutarium*, *Campanula patula*, *Viola arvensis*, *Trifolium pratense*, *Carex arvense*, *Sinapsis arvense* i *Taraxacum officinale*.

Analizy chemiczne materiału glebowego nie wykazały wpływu stosowanych w doświadczeniu wariantów nawożenia mineralnego oraz głębokości orki na zmiany właściwości w glebach odłogowanych (tabela 2).

TABELA 2

Właściwości chemiczne gruntów w Dobroszowie

| Nr poletka | Rok 1990 | | | | | | | Rok 1999 | | | | | | |
|------------|------------------|-----|---------------------|-----|----------|-----------|------|------------------|-----|---------------------|----|----------|-----------|------|
| | pH | | F. przyswajalne ppm | | C org. % | N og. ppm | C/N | pH | | F. przyswajalne ppm | | C org. % | N og. ppm | C/N |
| | H ₂ O | KCl | P | K | | | | H ₂ O | KCl | P | K | | | |
| I-1 | 5,1 | 4,6 | 14 | 50 | 0,65 | 592 | 11,0 | 5,0 | 4,1 | 24 | 75 | 1,01 | 698 | 14,4 |
| I-2 | 4,9 | 4,2 | 21 | 60 | 0,67 | 648 | 10,9 | 5,2 | 4,1 | 31 | 78 | 1,05 | 782 | 13,4 |
| I-3 | 5,0 | 4,4 | 23 | 60 | 0,95 | 728 | 13,0 | 5,4 | 4,1 | 28 | 82 | 1,20 | 820 | 14,6 |
| I-4 | 5,0 | 4,6 | 26 | 105 | 1,19 | 896 | 13,3 | 5,6 | 4,1 | 29 | 68 | 0,89 | 720 | 12,3 |
| I-5 | 5,0 | 4,6 | 32 | 105 | 0,96 | 616 | 15,3 | 5,3 | 4,3 | 32 | 76 | 0,82 | 710 | 11,5 |
| I-6 | 5,1 | 4,6 | 31 | 70 | 1,00 | 784 | 12,7 | 5,3 | 4,1 | 34 | 78 | 0,89 | 960 | 9,3 |
| I-7 | 4,8 | 4,4 | 26 | 85 | 1,13 | 926 | 12,1 | 5,6 | 4,2 | 36 | 84 | 0,78 | 854 | 9,1 |
| I-8 | 5,3 | 4,9 | 18 | 60 | 1,00 | 728 | 13,7 | 5,7 | 4,2 | 38 | 70 | 0,82 | 810 | 10,1 |
| I-9 | 4,7 | 4,2 | 29 | 65 | 1,19 | 896 | 13,3 | 5,7 | 4,4 | 39 | 84 | 1,02 | 810 | 12,6 |
| Średnia | | | 24 | 73 | 0,97 | 754 | 12,8 | | | 32 | 72 | 0,94 | 796 | 10,7 |
| II-1 | 5,6 | 5,1 | 12 | 30 | 0,42 | 336 | 12,4 | 5,8 | 4,3 | 21 | 48 | 0,87 | 740 | 11,7 |
| II-2 | 5,8 | 5,2 | 14 | 25 | 0,50 | 448 | 11,3 | 5,7 | 4,5 | 29 | 49 | 0,69 | 820 | 8,4 |
| II-3 | 5,8 | 5,4 | 17 | 55 | 0,80 | 504 | 15,9 | 5,5 | 4,2 | 32 | 54 | 0,94 | 724 | 13,0 |
| II-4 | 5,1 | 4,6 | 18 | 50 | 1,00 | 560 | 17,8 | 5,5 | 4,2 | 26 | 52 | 0,84 | 728 | 11,5 |
| II-5 | 5,6 | 5,2 | 32 | 70 | 0,81 | 392 | 20,6 | 4,7 | 3,8 | 28 | 52 | 0,84 | 740 | 11,3 |
| II-6 | 5,9 | 5,6 | 36 | 65 | 1,24 | 448 | 27,6 | 4,9 | 3,9 | 29 | 62 | 0,87 | 680 | 12,8 |
| II-7 | 4,7 | 4,3 | 40 | 70 | 1,25 | 506 | 24,6 | 5,1 | 4,0 | 36 | 62 | 0,92 | 690 | 13,3 |
| II-8 | 5,2 | 4,7 | 24 | 50 | 1,17 | 448 | 26,0 | 5,1 | 3,9 | 30 | 52 | 0,85 | 740 | 11,5 |
| II-9 | 4,8 | 4,3 | 49 | 70 | 1,06 | 506 | 21,0 | 5,1 | 3,8 | 28 | 62 | 0,99 | 680 | 14,5 |
| Średnia | | | 26 | 54 | 0,92 | 460 | 19,7 | | | 29 | 55 | 0,87 | 726 | 12,0 |

Zakwaszenie w próbach odlogowanych było większe. Różnica w pH oznaczonym w 1n KCl wynosiła około 0,5 w porównaniu do prób analizowanych w 1990 roku. Poprawiła się w niewielkim stopniu zasobność w P przyswajalny. W przypadku potasu przyswajalnego odlogowanie nie miało wpływu na zmianę zasobności tego składnika w porównaniu do czynników analiz wykonanych w roku 1990. Nie zmieniły się też pod wpływem odlogowania w badanych utworach glebowych zawartości węgla organicznego. Średnie zawartości C organicznego z pól są zbliżone.

Natomiast odlogowanie gruntów zwiększyło zawartość azotu ogólnego badanych utworów glebowych. Na polu I wzrost ten wyniósł 42 mg N w kg, a na polu II 266 mg N w kg gleby.

Wyniki aktywności enzymatycznych wszystkich oznaczonych enzymów wykonywane w poszczególnych latach różnią się między sobą wysoce istotnie (tabela 3).

TABELA 3

Aktywność enzymatyczna gruntów poeksploatacyjnych w Dobroszowie Wielkim

| Próba | Dehydrogenaza mg tf/100g gruntu/24 h | | | Ureaza mg n/100g gruntu/4 h | | | Amylaza mg maltozy/100g gruntu/4 h | | | Inwertaza mg glukozy/100g gruntu/4 h | | |
|-------------|--|------|------|--------------------------------|------|------|--|------|------|--|------|------|
| | Rok | | | | | | | | | | | |
| | 1986 | 1987 | 1999 | 1986 | 1987 | 1999 | 1986 | 1987 | 1999 | 1986 | 1987 | 1999 |
| I-1 | 14,3 | 4,0 | 13,0 | 21,6 | 26,5 | 22,9 | 13,0 | 15,7 | 16,2 | 753 | 1060 | 1040 |
| I-2 | 7,4 | 6,5 | 10,0 | 15,0 | 27,0 | 18,5 | 13,7 | 18,5 | 18,5 | 796 | 1830 | 1030 |
| I-3 | 11,4 | 4,5 | 12,0 | 9,6 | 39,5 | 23,0 | 11,0 | 14,7 | 15,0 | 1002 | 1750 | 1160 |
| I-4 | 8,4 | 2,8 | 10,0 | 8,7 | 44,0 | 21,1 | 9,8 | 14,8 | 14,0 | 1296 | 1830 | 1050 |
| I-5 | 7,8 | 3,5 | 8,0 | 10,8 | 24,5 | 22,4 | 10,3 | 9,0 | 9,0 | 1476 | 1930 | 1130 |
| I-6 | 11,8 | 9,0 | 10,0 | 19,2 | 35,5 | 21,1 | 11,0 | 16,0 | 12,0 | 1433 | 1830 | 1140 |
| I-7 | 25,1 | 6,8 | 16,0 | 15,6 | 68,5 | 20,2 | 10,7 | 13,3 | 12,0 | 1103 | 1470 | 1390 |
| I-8 | 22,7 | 6,0 | 17,0 | 16,8 | 28,0 | 19,2 | 10,3 | 14,7 | 14,0 | 1000 | 2000 | 1430 |
| I-9 | 22,3 | 4,0 | 20,0 | 9,3 | 26,5 | 19,9 | 11,0 | 15,0 | 12,0 | 933 | 1070 | 1070 |
| średni a | 14,6 | 5,2 | 12,9 | 14,0 | 35,9 | 20,9 | 11,2 | 14,6 | 13,6 | 1088 | 1641 | 1160 |
| II-1 | 16,6 | 6,0 | 18,0 | 15,0 | 27,5 | 20,4 | 9,3 | 14,7 | 13,0 | 699 | 870 | 1010 |
| II-2 | 11,1 | 3,8 | 14,0 | 12,3 | 46,5 | 19,2 | 6,3 | 13,3 | 12,0 | 370 | 620 | 740 |
| II-3 | 10,9 | 4,0 | 13,0 | 12,6 | 25,5 | 19,8 | 8,0 | 15,0 | 14,0 | 600 | 1070 | 1090 |
| II-4 | 16,0 | 3,0 | 14,0 | 8,1 | 20,0 | 20,4 | 7,0 | 12,8 | 12,0 | 333 | 660 | 820 |
| II-5 | 15,1 | 7,0 | 14,0 | 17,4 | 21,0 | 21,1 | 8,0 | 18,8 | 13,0 | 400 | 1070 | 670 |
| II-6 | 22,3 | 6,0 | 16,0 | 17,1 | 25,5 | 21,1 | 8,7 | 12,7 | 12,0 | 356 | 810 | 880 |
| II-7 | 15,2 | 4,8 | 17,0 | 13,2 | 48,5 | 21,5 | 6,3 | 13,3 | 11,0 | 333 | 560 | 740 |
| II-8 | 14,7 | 3,2 | 15,0 | 13,5 | 29,0 | 22,2 | 7,0 | 14,8 | 13,0 | 450 | 1070 | 1010 |
| II-9 | 12,8 | 3,0 | 12,0 | 14,7 | 36,5 | 23,2 | 8,3 | 14,3 | 12,0 | 533 | 1010 | 1070 |
| średni a | 15,5 | 4,5 | 14,7 | 13,8 | 31,1 | 21,0 | 7,7 | 14,4 | 12,4 | 453 | 860 | 892 |

NRI dla lat = 4,48

NRI dla lat = 7,90

NRI dla lat = 3,01

NRI dla lat =

361,8 NRI dla pozostałych czynników nie istotne

Podobnie jak w przypadku właściwości chemicznych na polach odłogowanych nie wykazano różnic aktywności enzymatycznych w próbach pobranych z poszczególnych poletek nawożonych różnymi dawkami nawozów w czasie trwania doświadczenia. Aktywność enzymatyczna dehydrogenazy w gruntach odłogowanych zwiększyła się w porównaniu do aktywności oznaczonej w drugim roku doświadczenia, natomiast aktywności pozostałych oznaczonych enzymów w gruntach odłogowanych były mniejsze niż określone w drugim roku doświadczenia [Drab, 1999].

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

Badane utwory glebowe zlokalizowane na rekultywowanych terenach przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego posiadają niekorzystne warunki dla rozwoju roślin uprawnych [Drab, 1988; Greinert, Drab, 2000]. Prowadzone przez 6 lat prace mające na celu poprawę tych właściwości nie polepszyły

ostatecznie ich stanu (Drab 2001). Wydaje się, że w dalszym ciągu właściwości te determinują zachodzące zmiany także w czasie odłogowania.

Wyłączenie gruntów z uprawy przez okres 9-ciu lat nie wywarło większego wpływu na zmiany odczynu gleb, zawartość form przyswajalnych P i K oraz C organicznego. Uzyskane wyniki są zbliżone do wyników prac [Koćmit, 2000, Łętkowska, 2000; Malicki, 1998; Marks i in., 1999; Niedzwiecki, 1998]. Wzrost zawartości azotu ogólnego w odłogowanych gruntach w Dobroszowie może mieć związek z mineralizacją masy organicznej oraz nagromadzeniem azotu w gruntach w formie amonowej. Podobny wniosek formułują [Marks i inni, 1999]. Niewątpliwie może to mieć też związek z brakiem pobierania składników przez rośliny uprawne.

Okres odłogowania gruntu przez 9 lat wykluczył wpływ bardzo wysokiego nawożenia mineralnego stosowanego w doświadczeniu, świadczy o tym brak zróżnicowanych wyników analiz chemicznych i aktywności enzymatycznych oznaczonych w próbach pobranych z poszczególnych poletek.

W gruntach odłogowanych zachodzą zmiany stosunków powietrznych co niewątpliwie wywiera wpływ na dynamikę procesów oksydacyjno-redukcyjnych. Stąd też może wynikać różnica w kształtowaniu się aktywności enzymatycznej dehydrogenazy katalizującej procesy oksydacyjno-redukcyjne w porównaniu do aktywności pozostałych enzymów. W pracy uzyskano zmniejszenie aktywności ureazy, amylazy i inwertazy pod wpływem odłogowania gruntów. Natomiast odłogowanie zwiększyło aktywność dehydrogenazy w porównaniu do wyników uzyskanych w II roku doświadczenia. Wzrost aktywności dehydrogenazy pod wpływem odłogowania stwierdzili też autorzy prac [Malicki, 1998; Marks i in., 1999].

Pozostawienie gruntów bez uprawy – odłogowanie rozpoczyna naturalny proces sukcesji ekologicznej [Dzienia, 1998; Malicki, 1998; Marks i in. 1999]. Jest on powolny i długotrwały, zmierzający do wykształcenia fitocenozy klimaksowych [Kutyna, 1994; Kutyna, 1996; Rola, 1995].

W początkowym okresie odłogowania dominują chwasty, których występowanie związane jest z agrotechniką ostatnio uprawianej rośliny oraz chwasty jednoroczne. Po kilku latach skład gatunkowy zbiorowisk zależy od warunków siedliskowych. W miejsce roślin jednorocznych pojawiają się chwasty wieloletnie i trawy [Rola, 1995, 1998].

[Malicki i Podstawka-Chmielewska, 1998] stwierdzają, że długoletnie odłogowanie na glebach lekkich prowadzi do wytworzenia na nich zespołu borowego, a na ciężkich zespołu zaroślowego.

[Hochół i in., 1998] donoszą, że na powierzchniach odłogowanych przez 9 lat wzrastał wyraźnie udział chwastów wieloletnich a także pojawiły się krzewy i drzewa.

Skład gatunkowy chwastów na odłogowanych terenach w Dobroszowie potwierdził silny jego związek z warunkami siedliskowymi tam występującymi. Przewagę osiągnęły rośliny wieloletnie znoszące te warunki, jak: *Cirsium arvense*, *Senecio vernalis*, *Senecio Jacobea*, *Achillea millefolium*, *Onopordon acanthium*. Dość powszechnie występują trawy: *Halicus lanatus*, *Festuca ovina*, *Poa pratensis*, *Apera Spica Venti* i *Agropyron repens*. Stan ten uzupełniają rośliny kwasolubne: *Rumex acetosa* i *Rumex acetosella*. Nie stwierdzono natomiast na odłogowanych polach występowania samosiewów krzewów i drzew.

5. WNIOSKI

Uzyskane w badaniach wyniki upoważniają do sformułowania następujących wniosków:

1. Odłogowanie gruntów nieznacznie zwiększyło ich zakwaszenie.
2. Pod wpływem odłogowania nie zmieniły się zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu oraz węgla organicznego w badanych gruntach.
3. W odłogowanych gruntach stwierdzono wzrost zawartości azotu ogólnego.
4. Odłogowanie zwiększyło aktywność enzymatyczną dehydrogenazy natomiast aktywności enzymatyczne ureazy, katalazy i inwertazy były mniejsze w porównaniu do wyników uzyskanych w drugim roku doświadczenia.
5. Skład gatunkowy chwastów był uzależniony od warunków siedliskowych. W poroście dominację wykazały chwasty wieloletnie i trawy.

6. LITERATURA

- [1] ADAMCZEWSKI K., Rola J., Pochitonow Z.: *Postępowanie z terenami czasowo wyłączonymi z produkcji roślinnej w krajach europejskich*. Mat XXXIV Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin., 44-51. Poznań (1994)
- [2] DRAB M.: *Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych gleb powstałych na terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim k/Nowogrodu w województwie zielonogórskim*. Zesz. Nauk. WSiInż., 84, 105-121. Zielona Góra (1988)
- [3] DRAB M.: *Substrat glebowy i efekty biologicznej rekultywacji byłego złoża kruszywa budowlanego Dobroszów Wielki w Dolinie Bobru gmina Nowogród Bobrzański woj. lubuskie*. Maszynopis (2001)
- [4] DRAB M., Piontek M.: *Aktywność enzymatyczna gruntów poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim w województwie zielonogórskim*. Arch. Ochr. Środ., 4, 81-88, (1999)
- [5] DUER I.: *Zachwaszczenie w życie ozimym po jednorocznym ugorowaniu*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 137-143, (1998)
- [6] DZIENIA S.: *Zasady gospodarowania na terenach czasowo wyłączonych z produkcji rolnej*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 13-23, (1998)
- [7] DZIENIA S., Wereszczaka J., Dojss D.: *Wpływ sposobów zagospodarowania odłogów na zachwaszczenie plantacji roślin uprawnych*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 125-135, (1998)
- [8] GREINERT H., Drab M.: *Physical properties of the soil formed as a result of recultivation of sand-pits in the Bóbr river Valley*. Acta Agrophisica, 35, 77-84, (2000)
- [9] HOCHÓŁ T., Łabza T., Stupnicka-Rodzinkiewicz E.: *Zachwaszczenie wieloletnich odłogów w porównaniu do stanu na polach uprawnych*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 115-123, (1998)
- [10] JÓZEFACIUK A., Józefaciuk Cz.: *Marginalne grunty orne – geneza i wydzielanie*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 317-326, (1998)

- [11] KOĆMIT A., Tomaszewicz T.: *Chemical properties and biological activity of eroded soil under fallow in the end-moraine Zone of West Pomerania (The Węgorzyno Commune)*. Acta Agrophysica, 35, 98-107, (2000)
- [12] KRASOWICZ S., Filipiak K.: *Czynniki decydujące o regionalnym zróżnicowaniu odlogów w Polsce*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 25-33, (1998)
- [13] KUKUŁA S.: *Odlogowanie ziemi a problem gleb marginalnych w Polsce*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 303-309, (1998).
- [14] KUŚ J., Duer I.: *Problem ugorowania niskourodzajnych gleb piaskowych*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 283-292, (1998).
- [15] KUTYNA I.: *Stalość występowania i średnie pokrycie chwastów w zbiorowiskach pól odlogujących i upraw jęczmienia jarego na glebach wytworzonych z glin w okolicy Szczecina*. Mat. Konf., 125-130. Olsztyn-Besia(1994)
- [16] KUTYNA I., Niedzwiecki E.: *Zbiorowiska roślinne pola uprawnego i odlogu w zależności od rzeźby terenu w pobliżu Szczecina*. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 174, Rol. Ser. Przyr. 64, 179-188. Szczecin (1996)
- [17] ŁABZA T.: *Odlogowanie pól jako przyczyna degradacji terenów rolniczych*. Mat. Konf. Degradacja środowiska – przyczyny i skutki. 151-159, Zabrze (1966)
- [18] LĘTKOWSKA A., Bogacz A.: *Selected physical properties of fallowed mountain soils*. Acta Agrophysica, 35, 5-13, (2000)
- [19] MAJTKOWSKI W.: *Ocena przydatności traw w zagospodarowaniu nieużytków i odlogów*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 257-262, (1998)
- [20] MALICKI L., Podstawka-Chmielewska E.: *Zmiany fitocenozy i niektórych właściwości gleby zachodzące podczas odlogowania oraz będące efektem zagospodarowania wieloletniego odlogu*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 69-114, (1998)
- [21] MARKS M., Nowicki J., Szwejkowski Z.: *Odlogi i ugory w Polsce. Cz. I. Przyczyny odlogowania i zjawiska towarzyszące*. Praca wykonana w ramach projektu badawczego KBN. Maszynopis. Olsztyn, (1999)
- [22] NIEDZWIECKI E., Meller E., Malinowski R.: *Wartość i przydatność rolnicza odlogowania gleb Pomorza Zachodniego*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 35-43 (1998)
- [23] ROLA J.: *Ekologiczno-gospodarcze skutki ugorów i odlogów w Polsce*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., 418, 37-44, (1995)
- [24] ROLA J., Rola H.: *Ograniczenie zarastania chwastami segetalnymi i ruderalnymi ugorów i odlogów*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 145-160, (1998)
- [25] STUPNICKA-RODZYNKIEWICZ E., Hochół T., Łabza T.: *Wpływ jednorocznego okresu wyłączenia pola z uprawy na zapas nasion chwastów w glebie i zachwaszczenie łąnu*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 5, 161-170, (1998)
- [26] SZCZERBAKOWA T.A.: *Fiermentatiwnąją aktywnost poczw i transformacje organiczeskiego wieszczstwa*. Nauka i Technika. Mińsk (1983)

Michał DRAB, Henryk GREINERT

**ZMIANY ZAWARTOŚCI RÓŻNYCH FORM POTASU I
FOSFORU W REKULTYWOWANYCH ROLNICZO GRUNTACH
PO EKSPLOATACJI KRUSZYWA BUDOWLANEGO**

**THE CHANGES OF VARIOUS FORMS OF POTASSIUM AND
PHOSPHORUS CONTENT IN THE ARABLE SOILS FORMED
AFTER GRAVEL MATERIAL EXPLOITATION**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University in Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

W pracy przedstawiono zmiany zawartości ogólnych form wybranych składników pokarmowych oraz przyswajalnego fosforu i potasu w gruntach powstałych na terenach poeksploatacyjnych byłej kopalni kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim. Badano wpływ nawożenia mineralnego oraz dwu głębokości orek. Zastosowane czynniki istotnie zmieniły zawartości ogólnych form większości składników. Zmiany zawartości form przyswajalnych były mniejsze.

Summary

The changes of total and available forms as a result of agricultural remediation of stripping material from gravel pit are presented. The influence of mineral fertilization of ploughing depth were examined, The two amount of potassium and phosphorus. The two factors changed significantly the total amount of potassium and phosphorus. The changes of available forms of K and P were lower

1. WSTĘP

Poznanie zawartości w glebach składników pokarmowych roślin jest cenną informacją przy ich bilansowaniu oraz podstawą do ustalania wysokości dawek nawozów mineralnych. Wysoka zawartość ogólnych form składników jest korzystna, bowiem stanowią one główne źródło ich form przyswajalnych dla roślin [Andruszczak, Czuba, 1984, Andruszczak, Szczegodzińska 1991].

W literaturze znane są prace dotyczące badań zawartości składników i ich przemian w glebach uprawnych [Mercik, Góralski, Gutyńska 1984, Pondel, Gosek 1979, Terelak 1978, Terelak, Fotyma 1986]. Utwory glebowe wytworzone w wyniku działalności przemysłu wydobywczego kruszywa budowlanego wykazywały niekorzystne właściwości fizyczne i chemiczne. Między innymi w utworach tych zawartości form ogólnych i przyswajalnych większości składników pokarmowych dla roślin były na poziomie bardzo niskim [Drab, 1988].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu zmiennego nawożenia mineralnego i dwu głębokości orki na zawartość ogólnych form N, P, K, Ca i Na oraz przyswajalnych form P i K w nowopowstałych gruntach.

2. METODYKA BADAŃ

Prace badawcze rozpoczęto w 1986 roku. W oparciu o Model PAN [Bender, 1980] założono bezpowtórzeniową metodą długich parceli Zade'go doświadczenie polowe. Poletka posiadały wymiary: długość 80 m, szerokość 8 m. Wielkość poletek umożliwiała stosowanie typowych w gospodarce wielkorolnej maszyn rolniczych. Lokalizację pól przedstawia rys. 1.

Badane grunty charakteryzowały się:

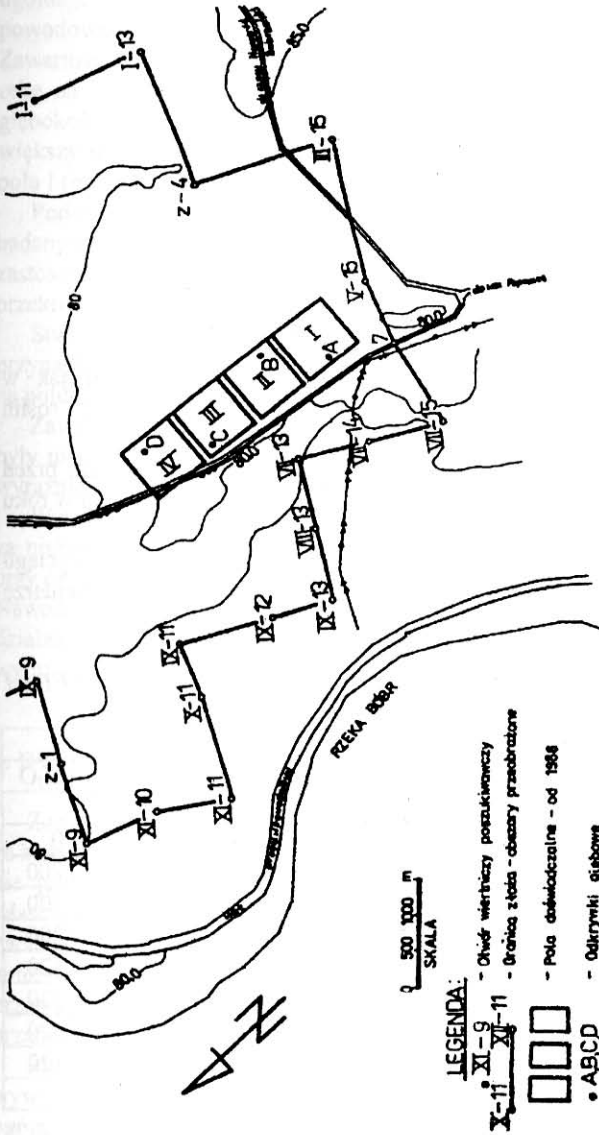
- silnie kwaśnym odczynem (większość posiadała pH poniżej 5,0),
- silnym ubiciem warstw głębszych (gęstość objętościowa wynosiła $1,8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$),
- małą zasobnością próchnicy,
- małą zawartością form ogólnych i przyswajalnych składników pokarmowych.

W pierwszym roku uprawiano rośliny:

- rzepak ozimy,
- żyto ozime,
- jęczmień ozimy,
- ziemniaki.

Nawożenie mineralne stosowano według schematu:

Nawozy wapniowe zastosowano w ilości 5 t/ha węgla wapnia pod orkę. Nawożenie fosforowo-potasowe w pełnych dawkach stosowano w formie superfosfatu pojedynczego i soli potasowej 50% -owej po orce. Nawożenie azotem w ilości ½ dawki w postaci saletry amonowej stosowano przed siewem roślin, pozostałą część wysiewano posypowo ¼ dawki wczesną wiosną (2. 04) i ostatnią część po upływie miesiąca.



Rys. 1. Mapa sytuacyjno-wysokościowa fragmentu złoża kruszywa naturalnego Dobroszów Wielki, gm. Nowogród Bobrzański, z usytuowaniem poletek doświadczalnych.

W kolejnych latach doświadczenia (1988-1990) uprawiano żyto ozime w monokulturze na polach I i II. Pole I corocznie orano na głębokość 35 cm. Pole II corocznie orano na głębokość 25 cm. Na obu polach corocznie stosowano nawożenie mineralne według schematu:

| | N kg/ha | P ₂ O ₅ kg/ha | K ₂ O kg/ha |
|---|------------|--|---------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 100 | 45 | 120 |
| 3 | 200 | 45 | 120 |
| 4 | 300 | 45 | 120 |
| 5 | 100 | 280 | 240 |
| 6 | 200 | 280 | 240 |
| 7 | 300 | 280 | 240 |
| 8 | 100 | 90 | 120 |
| 9 | 200 | 280 | 240 |

Formy nawozów mineralnych, terminy wysiewu nawozów stosowano jak w przypadku roślin uprawianych w pierwszym roku doświadczenia. Plony roślin przedstawiono w pracy [Drab, 1998].

Uśrednione próby gleb do analiz chemicznych pobrano z warstwy 0-20 cm przed wysiewem nawozów w I roku doświadczenia oraz po sprzęcie roślin uprawnych w roku 1990.

N ogólny oznaczono metodą Kjeldahla, pozostałe składniki ogółem w wyciągu wody królewskiej: P – kolorymetrycznie metodą Bartona; K, Ca i Na na fotometrze Flapho-4. Formy przyswajalne określono metodą Egnera-Richma.

TABELA 1

Schemat doświadczenia

| Lp. | Kombinacje nawozowe kg/ha | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------|------------------|------------|-------------------------------|------------------|-----------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | Rzepak ozimy | | | Jęczmień ozimy | | | Żyto ozime | | | Ziemniaki | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 100 | 50 | 60 | 100 | 45 | 80 | 100 | 45 | 80 | 120 | 60 | 200 |
| 3 | 200 | 50 | 60 | 200 | 45 | 80 | 200 | 45 | 80 | 240 | 60 | 200 |
| 4 | 300 | 50 | 60 | 300 | 45 | 80 | 300 | 45 | 80 | 360 | 60 | 200 |
| 5 | 140 | 300 | 100 | 100 | 280 | 130 | 100 | 280 | 130 | 160 | 400 | 320 |
| 6 | 280 | 300 | 100 | 200 | 280 | 130 | 200 | 280 | 130 | 320 | 400 | 320 |
| 7 | 420 | 300 | 100 | 300 | 280 | 130 | 300 | 280 | 130 | 480 | 400 | 320 |
| 8 | 100 | 90 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 70 | 120 |
| 9 | 280 | 300 | 100 | 200 | 280 | 130 | 200 | 280 | 130 | | | |

Uwaga: pod rzepak, jęczmień i żyto ozime na polach od 1 do 8 zastosowano CaCO₃ w dawce 5 t/ha

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wykonane analizy wykazały wysoce istotny wpływ zastosowanych czynników na zawartość ogólnych form wszystkich oznaczonych składników mineralnych w badanych gruntach. Najmniejsze zmiany wystąpiły w przypadku zawartości azotu

ogólnego. Na obu polach doświadczalnych najwyższe dawki azotu (N-300) powodowały przyrost jego zawartości, dawki najniższe (N-100) działały negatywnie. Zawartość fosforu ogólnego w gruntach wzrosła średnio na polu, gdzie wykonywano orkę na głębokość 35 cm o 153 mg w kg, a na polu gdzie wykonywano orkę na głębokość 25 cm o 107 mg w kg. Należy podkreślić, że wzrost zawartości fosforu był większy przy wyższych dawkach P i K, przy czym największy wzrost odnotowano na polu I (orka 35 cm).

Podobnie do zawartości fosforu przebiegały zmiany zawartości potasu ogólnego w badanych gruntach. Średni przyrost zawartości K ogólnego pod wpływem zastosowanego nawożenia wynosił około 75 %. Na polu I średnia zawartość K ogółem przekroczyła 1500 mg w kg.

Stwierdzono też przyrost zawartości Ca i Na w badanych próbach. Podobnie jak w przypadku fosforu i potasu przyrost zawartości wapnia i sodu na polu I był większy niż na polu II.

Zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu przed założeniem doświadczenia były niskie. Stosowane corocznie nawożenie mineralne w doświadczeniu nie zmieniły wyraźnie stanu wyjściowego.

Warianty nawozowe od 2 do 4 (niski poziom) w większości przypadków okazały się za niskie i spowodowały zmniejszenie zawartości określonych form obu składników, przy czym spadki zawartości fosforu były większe.

Nawożenie fosforowo-potasowe stosowane w wyższych dawkach (warianty od 5 do 7) działało korzystniej przy czym wzrost zawartości K przyswajalnego był bardziej wyraźny.

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

Zastosowane w doświadczeniu bardzo wysokie dawki nawozów mineralnych miały za zadanie przede wszystkim poprawę chemizmu gruntów. Poprawa chemizmu gruntów nie jest sprawą łatwą zwłaszcza w tych, które wykazują wyjątkowo niekorzystne właściwości fizyczne i chemiczne. Decydującymi o procesach zachodzących w badanych gruntach były właściwości fizyczne a zwłaszcza ich zbitość. Szczególnie zbite okazały się poziomy podorne [Drab, 1988; Drab, Greinert, 2000]. Utrudniało to przenikanie wody i korzeni roślin w głąb profilu. Mogło to również wywierać wpływ na przemiany związków chemicznych w gruntach.

Mimo krótkiego trwania okresu doświadczenia zastosowane nawożenie mineralne wywarło bardzo wyraźny wpływ na zmiany zawartości składników a w szczególności ogólnych form potasu i fosforu. Stwierdzone ich zawartości w gruntach w większości prób po 5-ciu latach doświadczenia są na poziomie porównywalnym do jednych z zasobniejszych gleb [Andruszczak, Czuba, 1984; Andruszczak, Szczegodzińska 1991]. Stwierdzono też wpływ, lecz nie tak wyraźny jak w przypadku potasu i fosforu, zastosowanych czynników w doświadczeniu na zmiany zastosowań form ogólnych pozostałych składników.

Brak wpływu zastosowanego nawożenia mineralnego na zmiany zawartości form przyswajalnych, a zwłaszcza fosforu, jest dowodem na to, że poprawa chemizmu gruntów jeszcze nie nastąpiła. Wyniki pracy [Grienert, Drab, 2000] jednoznacznie

6. LITERATURA

- [1] ANDRUSZCZAK E., Czuba R.: *Wstępna charakterystyka całkowitej zawartości makro- i mikroelementów w glebach polskich*. Roczn. Glebozn. t. 35, z. 2, s. 61-78, (1984)
- [2] ANDRUSZCZAK E., Szczegodzińska K.: *Zawartość ogólnych i przyswajalnych form makro- i mikroelementów w glebach różnych kompleksów przydatności rolniczej*. Roczn. Glebozn. t. 42, z. 1/2, s. 89-99, (1991)
- [3] BENDER J.: *Biologiczna rekultywacja zwałowisk pokopalnianych*. Międzyn. Czas. Roln. RWPG, 3, s. 50-55, (1980)
- [4] DRAB M.: *Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych gleb powstałych na terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim k/Nowogrodu w województwie zielonogórskim*. Zesz. Nauk. WSiInż. Zielona Góra, 84, s. 105-121, (1988)
- [5] DRAB M.: *Badania nad powracaniem produktywności gruntów po eksploatacji kruszywa budowlanego. II Plony roślin uprawnych*. Zesz. Nauk. Polit. Zielonogórskiej, 116, s. 147-159, (1998)
- [6] GREINERT H., Drab M.: *The pH changes of the soil formed as a result of reclamation of the sand-pits*. Materiały w druku, Lublin, (2000)
- [7] DRAB M., Greinert H.: *Physical properties of the soil formed as a result of recultivation of the sand-pits in the Bóbr river valley*. Acta Agrophysica, 35, s. 77-84, (2000)
- [8] MERCIK ST., Goralski J., Gutynska B.: *Badania nad współdziałaniem potasu z magnezem i wapniem na różnych glebach i pod różnymi roślinami. Cz. I. Zmiany w niektórych cechach żyzności gleb po kilkuletnim nawożeniu*. Roczn. Glebozn. t. 35, z. 1, s. 51-61, (1984)
- [9] MERCIK ST., SAS L.: *Ujemny wpływ nadmiernego zakwaszenia gleby na rośliny*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 456, s. 29-39, (1998)
- [10] PONDEL H., Gosek S.: *Wpływ poziomego nawożenia potasowego na zasobność potasu w glebie*. Roczn. Glebozn. t. 29, z. 1, s. 41-55, (1979)
- [11] TERELAK H.: *Badania modelowe nad dynamiką potasu i niektórych kationów w glebie pod wpływem nawożenia*. Roczn. Glebozn. t. 29, z. 1, s. 27-39, (1978)
- [12] TERELAK H., Fotyma M.: *Wpływ nawożenia potasem na zawartość form tego składnika w glebach i pobranie przez rośliny*. Roczn. Glebozn. t. 37, z. 1, s. 203-213, (1986)

Alfred DUBICKI

**OCENA STANU REALIZACJI INWESTYCJI OBJĘTYCH
„PROGRAMEM SZYBKIEGO DZIAŁANIA NAD OCHRONĄ
RZEKI ODRY PRZED ZANIECZYSZCZENIEM”
W LATACH 1997-1999**

**ASSESSMENT OF REALIZATION STATE OF INVESTMENTS
INCLUDED IN “PROGRAMME OF QUICK ACTION FOR THE
PROTECTION OF ODRA RIVER AGAINST POLLUTION”
1997–1999**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział we Wrocławiu
Institute of Meteorology and Water Management Branch in Wrocław

Streszczenie

Sporządzony w 1997 roku, przez Tymczasową Międzynarodową komisję Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem, Program Szybkiego Działania Nad Ochroną Rzeki Odry Przed Zanieczyszczeniem zakłada szybkie uzyskanie poprawy jakości zasobów wodnych rzeki Odry oraz ograniczenie niekorzystnego oddziaływania wód Odry na stan czystości wód Morza Bałtyckiego, na drodze ograniczenia ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych przez główne ośrodki miejskie (o RLM wyższej od 20 000) i obiekty przemysłowe (o ilości odprowadzanych ścieków wyższej od 1000 m³/d). Praca przedstawia wyniki inwentaryzacji stanu zaawansowania prac związanych z budową oczyszczalni objętych „Programem Szybkiego Działania” oraz ocenę osiągniętych efektów, po upływie 3-letniego okresu jego realizacji, mierzonych wielkością zredukowanych ładunków zanieczyszczeń i zaistniałą zmianą w poziomie zanieczyszczenia wód rzeki Odry.

Summary

Programme Of Quick Action For The Protection Of Odra River Against Pollution 1997-1999, created in 1997 by Temporary International Commission for the Protection of Odra River Against Pollution, assumes quick improvement in quality of Odra river water resources and limitation of unfavourable effect of Odra water on Baltic Sea purity state by reduction of loads piped off by main urban centers (of RLM higher than 20 000) and industry centers (of quantity of piped away sewage

more than 1 000 m³ per day). Paper presents results of cataloguing the works connected with sewage treatment construction included in Quick Action Programme and assessment of achieved effects after three-year-realisation-period, measured by quantity of reduced loads and change in Odra river pollution level

1. WPROWADZENIE

Sporządzony w 1997 roku, przez Tymczasową Międzynarodową komisję Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem, PROGRAM SZYBKIEGO DZIAŁANIA NAD OCHRONĄ RZEKI ODRY PRZED ZANIECZYSZCZENIEM zakłada szybkie uzyskanie poprawy jakości zasobów wodnych rzeki Odry oraz ograniczenie niekorzystnego oddziaływania wód Odry na stan czystości wód Morza Bałtyckiego, na drodze ograniczenia ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych przez główne ośrodki miejskie i zakłady przemysłowe zlokalizowane w granicach dorzecza.

Program ten, o horyzoncie czasowym od 1 stycznia 1997 roku do 31 grudnia 2002, zawiera konkretne przedsięwzięcia, w zakresie punktowych komunalnych i przemysłowych źródeł zanieczyszczeń, obejmujące oczyszczalnie będące w trakcie budowy oraz przewidziane do realizacji i zakończenia w terminie do końca 2002 roku.

Przewidziana programem działalność inwestycyjna dotyczy głównych użytkowników Odry i uwzględnia obiekty komunalne o RLM (równoważnej liczbie mieszkańców) wyższej od 20 000 oraz obiekty przemysłowe o ilości odprowadzanych ścieków wyższej od 1 000 m³/d.

Z ogólnej liczby zinventaryzowanych 278 podmiotów gospodarczych spełniających przyjęte kryterium program uwzględnia 138 użytkowników prowadzących i planujących działania inwestycyjne do roku 2002. Liczba ta ujmuje 86 ośrodków miejskich i 52 zakłady przemysłowe.(rys. 1).

„Program Szybkiego Działania” zakłada zmniejszenie aktualnego obciążenia wód dorzecza Odry o pochodzący z ośrodków miejskich ładunek BZT₅ równy 84 776 t O₂/a, azotu całkowitego 6856 t N/a i fosforu całkowitego 2 756 t P/a oraz ładunek ChZT-Cr pochodzący z zakładów przemysłowych wynoszący 10 311 t O₂/a. Ocena stanu realizacji inwestycji Programu Szybkiego Działania obejmuje okres od 1.01.1997 do 31.12.1999 roku.

2. ZAKRES I ZAŁOŻENIA METODYCZNE PRACY

Ocena stanu realizacji inwestycji objętych „Programem szybkiego działania nad ochroną Odry przed zanieczyszczeniem” została oparta na wynikach uzyskanych bezpośrednio z kart inwentaryzacyjnych stanu realizacji inwestycji.

Karty inwentaryzacyjne poza danymi ogólnymi jak: pełna nazwa użytkownika, jego adresu, typu realizowanej oczyszczalni, planowanej ilości ścieków i planowanego obciążenia odbiornika w odniesieniu do wskaźników zanieczyszczenia BZT₅, N_{cał}, P_{cał} i ChZT-Cr zostały sporządzone w układzie danych zróżnicowanych dla inwestycji już zrealizowanych i będących w fazie realizacji.

Dla oczyszczalni wybudowanych karty inwentaryzacyjne zawierały informacje dotyczące charakterystyki obiektu inwestycyjnego, terminu przekazania jego do eksploatacji, poniesionych kosztów oraz pełnej dokumentacji uzyskanych efektów technologicznych charakteryzowanych wielkością wytwarzanych i odprowadzanych ładunków zanieczyszczeń, dla ośrodków miejskich wskaźnikami BZT_5 , N_{cat} i P_{cat} a dla zakładów przemysłowych wielkością $ChZT-Cr$.

Dla oczyszczalni pozostających w fazie realizacji dane w karcie inwentaryzacyjnej określały: stan zaawansowania budowy oczyszczalni podany w procentach, zakres zrealizowanych urządzeń, dotychczas poniesione nakłady finansowe oraz ewentualne trudności wykonawcze. Utworzony zbiór danych stanowił podstawę do dokonania oceny stanu realizacji inwestycji objętych „Programem szybkiego działania”. Sporządzono ją w układzie zróżnicowanym na inwestycje komunalne i przemysłowe przy czym w komunalnych oczyszczalniach ścieków wydzielono oczyszczalnie zrealizowane i realizowane.

W ramach obiektów realizowanych wyróżniono z kolei cztery grupy tj.: inwestycje o stanie zaawansowania powyżej 80%, 60-80%, 40-60 i poniżej 40%. Ocenę przemysłowych podmiotów inwestycyjnych przeprowadzono w układzie analogicznym jak dla obiektów komunalnych.

Dla podmiotów inwestycyjnych zrealizowanych do końca 1999 roku oceny uzyskanych efektów dokonano poprzez konfrontacje zawartych w „Programie szybkiego działania” wyjściowych wielkości obciążenia odbiornika (w przypadku ośrodków miejskich ładunkami BZT_5 , N_{cat} i P_{cat} a w przypadku zakładów przemysłowych ładunkiem $ChZT-Cr$) z wielkością obciążenia uzyskanego po uruchomieniu wybudowanej oczyszczalni oraz przez porównanie zakładanej redukcji ładunków tych zanieczyszczeń w odbiornikach z osiągniętą redukcją po oddaniu inwestycji do eksploatacji.

Wprowadzono także porównanie wielkości zakładanych ilości ścieków i aktualnie oczyszczanych, planowanych i poniesionych kosztów inwestycyjnych oraz planowanego terminu ukończenia inwestycji z faktycznym terminem przekazania obiektów eksploatacji.

Dokonano również oceny zaistniałych zmian w poziomie jakości wód rzeki biorąc za podstawę wartość zredukowanych ładunków zanieczyszczeń oraz krzywe zmian wartości BZT_5 , N_{cat} i P_{cat} wzdłuż biegu rzeki (odniesione do przepływu średniego niskiego ŚNQ) ustalone dla roku 1996 i roku 1999.

3. OCENA STANU REALIZACJI INWESTYCJI OBJĘTYCH „PROGRAMEM SZYBKIEGO DZIAŁANIA NAD OCHRONĄ RZEKI ODRY PRZED ZANIECZYSZCZENIEM”.

Wyniki oceny stanu realizacji „Programu szybkiego działania” po trzyletnim okresie jego realizacji prezentują, w ujęciu globalnym, tabele 1 i 2, z których wynika, że w dorzeczu Odry w latach 1997-99 nakładem 285 mln EURO wybudowano i przekazano do eksploatacji 41 komunalnych oczyszczalni ścieków z 86 oczyszczalni planowanych (47,6%) oraz nakładem 81,7 mln EURO 20 oczyszczalni przemysłowych (38,5%) z 52 przewidzianych programem (rys. 2 i 3).

W wyniku przekazania do eksploatacji 41 oczyszczalni miejskich przyjmujących aktualnie 501 859 m³/d na planowaną ilość ścieków 798 220 m³/d (tj. 63%), w odbiornikach dorzecza Odry został zredukowany ładunek BZT₅ 14 606 t O₂/a, azotu całkowitego 3 397 t N/a i fosforu całkowitego 541 t P/a, a więc w przypadku: BZT₅ o ok. 13%, N_{cał} o ok. 95% i P_{cał} o ok. 23% wyższy od założonego dla tych obiektów w „Programie szybkiego działania” (tab. 1).

Nowo wybudowane urządzenia oczyszczające przy zakładach przemysłowych przyjmują aktualnie 88 421 m³/d ścieków (co stanowi 69% ilości planowanej) i dają redukcję ładunku ChZT-Cr w odbiorniku 4 586,7 t O₂/a wyższą o 12% w stosunku do zakładanej dla tych obiektów (tab.2).

W końcowej fazie realizacji, bądź w fazie rozruchu znajduje się dalszych 10 podmiotów inwestycyjnych. Do końca 2000 roku ilość oczyszczanych ścieków zostanie zwiększona o 304 600 m³/d, a ładunek zredukowany w odbiornikach ulegnie zwiększeniu o 18 685 t O₂/a dla BZT₅ o 2 060 t N/a dla azotu całkowitego i dla fosforu całkowitego o 399 t P/a.

Dużą gwarancję zrealizowania do końca 2002 roku daje 8 podmiotów inwestycyjnych o aktualnym stanie zaawansowania 60-80%. Ich realizacja pozwoli na dalszą redukcję ładunków zanieczyszczeń w odbiornikach dorzecza Odry. Zredukowany ładunek BZT₅ wzrośnie o 16 581 t O₂/a, azotu całkowitego o 819 t N/a i fosforu całkowitego o 421 t P/a. Uwzględniając inwestycje już zrealizowane i dwie grupy obiektów, których stan realizacji zmieści się w przedziale 60-95% można przyjąć, że do końca 2002 roku w odbiornikach dorzecza Odry nastąpi ograniczenie ładunku: BZT₅ o 49 872 t O₂/a, azotu całkowitego o 6 282 t N/a oraz fosforu całkowitego o 1 361 t P/a (rys. 3). Na podstawie tych wielkości można założyć z dużym prawdopodobieństwem, że do końca 2002 roku planowana redukcja ładunku BZT₅ zostanie osiągnięta w 59%, N_{cał} w 91% oraz P_{cał} w 49%.

W stosunku do założonego celu w Programie Szybkiego Działania z 5-ciu podmiotów inwestycyjnych o stanie zaawansowania realizacji od 40-60% prawdopodobnie 4 zostaną przekazane do eksploatacji do końca programu. Przyczyniłoby się to do zwiększenia wielkości ładunków zredukowanych w odbiornikach dorzecza Odry: BZT₅ o 2 888 t O₂/a, N_{cał} o 591 t N/a i P_{cał} o 115 t P/a. W ten sposób realne wielkości ładunków zredukowanych w odniesieniu do poziomu zakładanego w Programie stanowiły będą dla BZT₅ 62%, N_{cał} 100% i P_{cał} 53% (rys. 4).

Pozostałe 21 podmiotów inwestycyjnych o stanie realizacji od 0-38% nie daje gwarancji zakończenia budowy tych obiektów w terminie zamykającym „Program szybkiego działania”, stąd też nie są brane pod uwagę przy ocenie redukcji zanieczyszczeń wprowadzonych do rzek.

W podmiocie obiektów inwestycyjnych przy zakładach przemysłowych (tabela 2), nakładem 81,7 mln EURO, zrealizowano 20 oczyszczalni. W stosunku do planowanych 52 stanowi to 38,5%. Oddane do eksploatacji oczyszczalnie przyjmują 88 421 m³/d ścieków i dają redukcję ładunku ChZT-Cr w odbiornikach dorzecza Odry na poziomie 4 587 t O₂/a. Uzyskana redukcja ładunku ChZT-Cr stanowi 44,5% wielkości planowanej do ograniczenia.

W realizacji pozostają 32 obiekty inwestycyjne z których 4 są zaawansowane w 85-99 %, a termin przekazania ich do eksploatacji nie przekracza roku 2000. Ich realizacja pozwoli na dalszą redukcję ładunków ChZT-Cr w odbiornikach o 1 454 t O₂/a. Na

koniec roku 2000 poziom redukcji ładunków ChZT-Cr w odbiornikach dorzecza Odry wzrośnie do 6 041 t O₂/a, co w stosunku do planowanej redukcji będzie stanowiło 58,6%.

Zakładając, że w najbliższym czasie podjęta zostanie budowa obiektu o stanie zaawansowania 60% oraz to, że do końca 2002 roku ukończone zostaną trzy inwestycje których aktualne zaawansowanie ocenia się na 42-53%, należy oczekiwać, że przedsięwzięcia te przyczynią się dodatkowo do zredukowania ładunków ChZT-Cr o dalsze 806 t O₂/a. W ten sposób do końca 2002 roku wielkość ładunku ChZT-Cr zostanie obniżona o 66%, przewidziana programem do zredukowania. W grupie inwestycji o stanie zaawansowania poniżej 40% znajdują się 24 obiekty, a wśród nich 15 jest nie realizowanych i nie posiada określonego terminu realizacji. Istnieje duże podobieństwo, że część z tych inwestycji ukończona zostanie w terminie określonym w programie, a to przyczyni się do ograniczenia w odbiornikach ładunków ChZT-Cr w wymiarze 7 302 t O₂/a tj. 71% ładunku założonego do zredukowania.(rys. 4).

Poniesiony do końca 1999 roku koszt inwestycji realizacji „Programu szybkiego działania” kształtuje się na poziomie 717,04 mln EURO, co stanowi 76,7% kwoty planowanej (komunalne 612,6 mln EURO, przemysłowe 104,5 mln). Koszt Strony czeskiej określono na 94,23 mln EURO tj. 85% planowanych, strony polskiej 467,21 mln EURO co stanowi 71,0%, a strona niemiecka 155,60 mln EURO – 93,0%. (rys. 5)

Na likwidację uszkodzeń, jakie powstały na istniejących oczyszczalniach ścieków w następstwie lipcowej powodzi w 1997 roku, wydatkowano kwotę 6,93 mln EURO. Koszt likwidacji uszkodzeń na terenie Czech wyniósł 4,16 mln EURO, a w polskim dorzeczu 2,77 mln EURO (oczyszczalnie te nie zostały wykazane w załącznikach) (rys. 5).

4. OCENA ZMIAN JAKOŚCI WÓD RZEKI ODRY W LATACH 1996-1999

Dotychczasowa realizacja „Programu szybkiego działania” wykazała, że zmniejszyło się zanieczyszczenie wody w Odrze w stopniu decydującym o zmianie klasyfikacji tej rzeki. Podstawę oceny zmian jakości wody Odry, po realizacji części inwestycji Programu Szybkiego Działania, jakie wykonano w okresie od 1.01.1997 roku do 31.12.1999 roku, stanowiły obliczenia symulacyjne. Wyniki tych obliczeń w odniesieniu do stanu wyjściowego tj. roku 1996 przedstawiono na dwóch profilach hydrochemicznych, z których drugi „ODRA CZESKA” charakteryzuje zmiany jakości wód rzeki Odry na terenie Republiki Czech, natomiast pierwszy „ODRA” przedstawia zmiany jakości wód Odry na odcinku od Chałupek do ujścia do Rostki Odrzańskiej.

Na długości 88,6 km biegu rzeki w wyniku realizacji inwestycji objętych „Programem szybkiego działania” zmiany stanu zanieczyszczenia wystąpiły na odcinku o długości 17,6 km tj. poniżej ujścia rzeki Opawy.

W stosunku do 1996 roku wzrósł zasięg wody II klasy o 2,7 km, zmniejszył się natomiast zasięg wód nadmiernie zanieczyszczonych o 2,7 km.

Ocena ogólna jakości wody CZESKIEJ ODRY, opracowana na podstawie trzech wskaźników zanieczyszczenia wykazała, że:

- wody klasy II ($\leq 0,25$ mg P/l) występowały na 30,6 km, tj. 35,5%,
- wody klasy III ($\leq 0,4$ mg P/l) występowały na 28,0 km tj. 32,5%,

- wody nadmiernie zanieczyszczone występowały na 27,6 km, tj. 32,0%.

Jakość wód Odry na terenie RP oraz RFN w stosunku do roku 1996 na podstawie BZT₅ uległa znacznej poprawie. wzrósł zasięg wód klasy I o 196,9 km, zmniejszył się zasięg wód klasy II o 112,9 km oraz klasy III (BZT₅>8,0 mg O₂/l) o 84,0 km.

Wg azotu całkowitego w porównaniu do 1996 roku wzrósł zasięg wód I klasy czystości o 89,3 km z jednoczesnym zmniejszeniem wód II klasy czystości.

Wg fosforu całkowitego wzrósł zasięg wody II klasy o 101,4 km, zmniejszył się zasięg wód III klasy czystości o 26,2 km i nadmiernie zanieczyszczonych o 75,2 km.

Ocena ogólna jakości wody rzeki Odry, opracowana na podstawie trzech wskaźników zanieczyszczenia wykazała, że:

- wody klasy II ($\leq 0,25$ mg P/l) występowały na 101,4 km, tj. 13,7%,
- wody klasy III ($\leq 0,4$ mg P/l) występowały na 415,6 km, tj. 56,0%,
- wody nadmiernie zanieczyszczone występowały na 224,9 km, tj. 30,3%, w porównaniu do 1966 roku (rys. 6):
- zwiększył się zasięg wód klasy II o 101,4 km,
- zmniejszył się zasięg wód III klasy czystości o 26,2 km,
- zmniejszył się zasięg wód nadmiernie zanieczyszczonych o 75,2 km.

5. PODSUMOWANIE

Dzień 31 grudnia 1999 roku zamyka trzyletni okres realizacji „Programu szybkiego działania nad ochroną rzeki Odry przed zanieczyszczeniem”, który w dorzeczu Odry zakładał w latach 1997-2002 budowę 86 oczyszczalni komunalnych i 52 oczyszczalnie dla ścieków przemysłowych.

Następstwem realizacji „Programu szybkiego działania” ma być znaczące ograniczenie ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do wód dorzecza Odry z głównych ośrodków miejskich i zakładów przemysłowych (ośrodki miejskie o RLM wyższej od 20.000 oraz obiekty przemysłowe o zrzucie ścieków wyższym od 1.000 m³/d). Efektem założonej programem działalności inwestycyjnej nakładem 935,11 mln EURO miało być zmniejszenie obciążenia wód w dorzeczu Odry o ładunek: BZT₅ wynoszący 84.776 t O₂/a, azotu całkowitego – 6.856 t N/a i fosforu całkowitego 2.756 t P/a oraz ChZT-Cr – 10.311 t O₂/a.

Przeprowadzona na dzień 31 grudzień 1999 roku inwentaryzacja i ocena stanu realizacji inwestycji objętych „Programem szybkiego działania” wykazała, że w pierwszej połowie okresu trwania programu, wykonano:

- na 86 planowanych do wybudowania oczyszczalni komunalnych, wybudowano i przekazano do eksploatacji, (nakładem 285,05 mln EURO) 41 oczyszczalni miejskich, które przyczyniły się do ograniczenia obciążenia wód w dorzeczu Odry o ładunek: BZT₅ 14.606 t O₂/a, N_{cał} 3397 t N/a i P_{cał} 541 t P/a.
- na planowane do wybudowania 52 oczyszczalnie dla obiektów przemysłowych nakładem 81,7 mln EURO wybudowano 20 oczyszczalni, które przyczyniły się do redukcji ładunków ChZT-Cr obciążających wody w dorzeczu Odry o ich wartość wynoszącą 4.587 t O₂/a.

Zrealizowane w okresie lat 1997-99 działania inwestycyjne w ośrodkach komunalnych przyczyniły się do obniżenia o 17% łącznego ładunku BZT₅ przewidzianego w programie do zredukowania, w ok. 50% dla azotu całkowitego i w ok. 20% fosforu całkowitego.

Wybudowane i przekazane do eksploatacji obiekty dały znacznie wyższą od zakładanych dla nich redukcję zanieczyszczeń w przypadku BZT₅ wyższą o 13%, azotu całkowitego o 93% i fosforu całkowitego o 23%.

Zrealizowane inwestycje ochronne przy zakładach przemysłowych przyczyniły się do ograniczenia w 44% wielkości ładunku ChZT-Cr przewidzianego do zredukowania w ramach programu.

Dla tych obiektów w stosunku do zakładanego dla nich poziomu osiągnięto wyższą redukcję ładunków CZT-CR w odbiornikach o ok. 12%. Przeprowadzona ocena stanu realizacji inwestycji objętych „Programem szybkiego działania” pozwala na wnioskowanie, że do końca roku 2002 liczba wybudowanych oczyszczalni komunalnych wzrośnie do 64, a oczyszczalni przemysłowych do 36. Zakładany w programie poziom redukcji zanieczyszczeń w odbiornikach dorzecza Odry dla BZT₅ osiągnięty zostanie w 62% dla fosforu całkowitego w 53 % i ChZT-Cr w 71 %, a w przypadku azotu całkowitego może być znacząco wyższy.

Ocena zmian jakości wód rzeki Odry, jakie nastąpiły w wyniku realizacji „Programu szybkiego działania” wykazała, że w porównaniu do roku 1996:

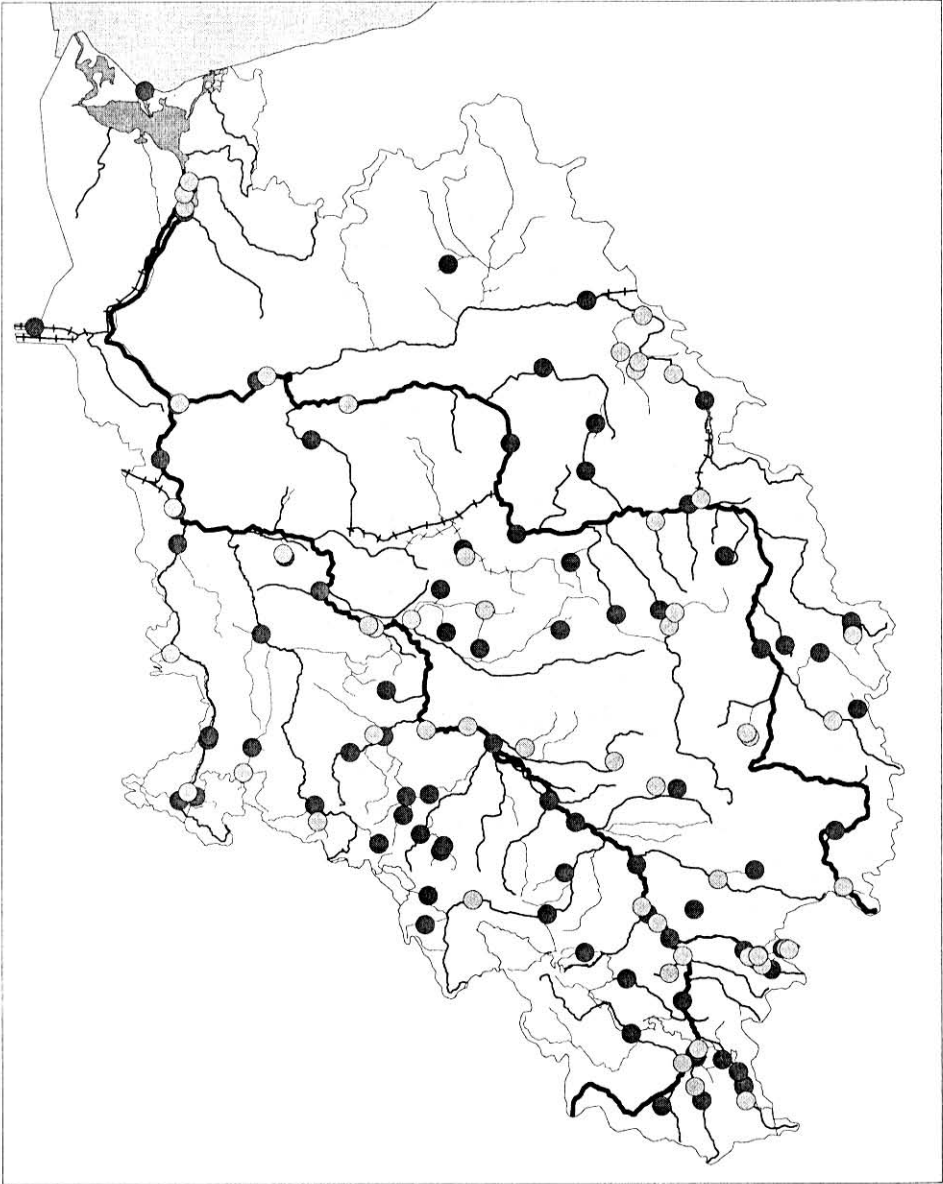
- *na terenie Czech* zmniejszył się zasięg wód nadmiernie zanieczyszczonych o 2,7 km i na tym odcinku wystąpiły wody II klasy czystości;
- *na terenie Polski* wzrósł zasięg wód II klasy o 26,2 km, a zmniejszył się zasięg wód III klasy czystości o 21,3 km i wód nadmiernie zanieczyszczonych o 47,5 km.
- *na granicznym odcinku polsko-niemieckim* wzrósł zasięg wód II klasy czystości o 75,2 km, zmniejszył się zasięg wód III klasy czystości o 47,5 km oraz wód nadmiernie zanieczyszczonych o 27,7 km (rys.6).

Osiągana dla zrealizowanych obiektów wyższa redukcja zanieczyszczeń w odbiornikach od zakładanej, pozwala przypuszczać, że do końca 2002 roku redukcja zanieczyszczeń osiągnięta w ramach „Programu szybkiego działania” będzie prawdopodobnie wyższa.

Poniesione do końca 1999 roku koszty inwestycyjne kształtują się na poziomie 717,04 mln EURO i stanowią ok. 77% całkowitego kosztu założonej programem działalności inwestycyjnej.

Uczestniczące w „Programie szybkiego działania” państwa wydatkowały do końca 1999 roku: Czechy – 94,23 mln EURO, tj. 85% planowanej kwoty, Polska – 467,21 mln EURO (71%) i Niemcy – 155,60 mln EURO (93%).

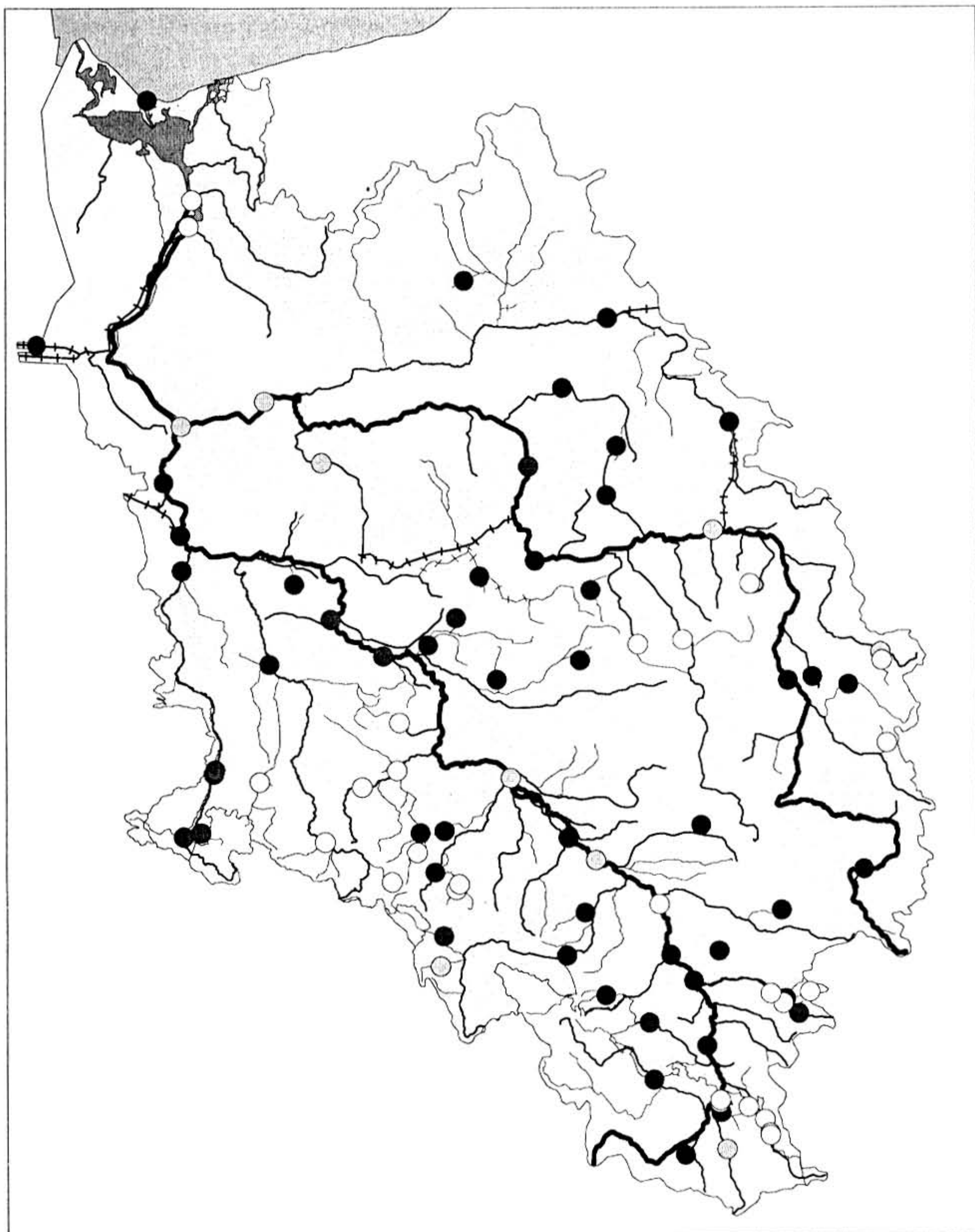
Dokonana na koniec roku 1999 ocena i przeprowadzona analiza stanu realizacji poszczególnych inwestycji pozwala na uznanie, że realizacja „Programu Szybkiego Działania” przebiega zadawalająco, co zaznaczyło się wyraźną poprawą jakości wód rzeki Odry. Dla osiągnięcia założonego programem tego ambitnego celu niezbędne jest wspieranie przez zainteresowane strony realizacji przedsięwzięć, objętych tym programem.



Objaśnienia:

- - ośrodki miejskie
- ⊙ - ośrodki przemysłowe

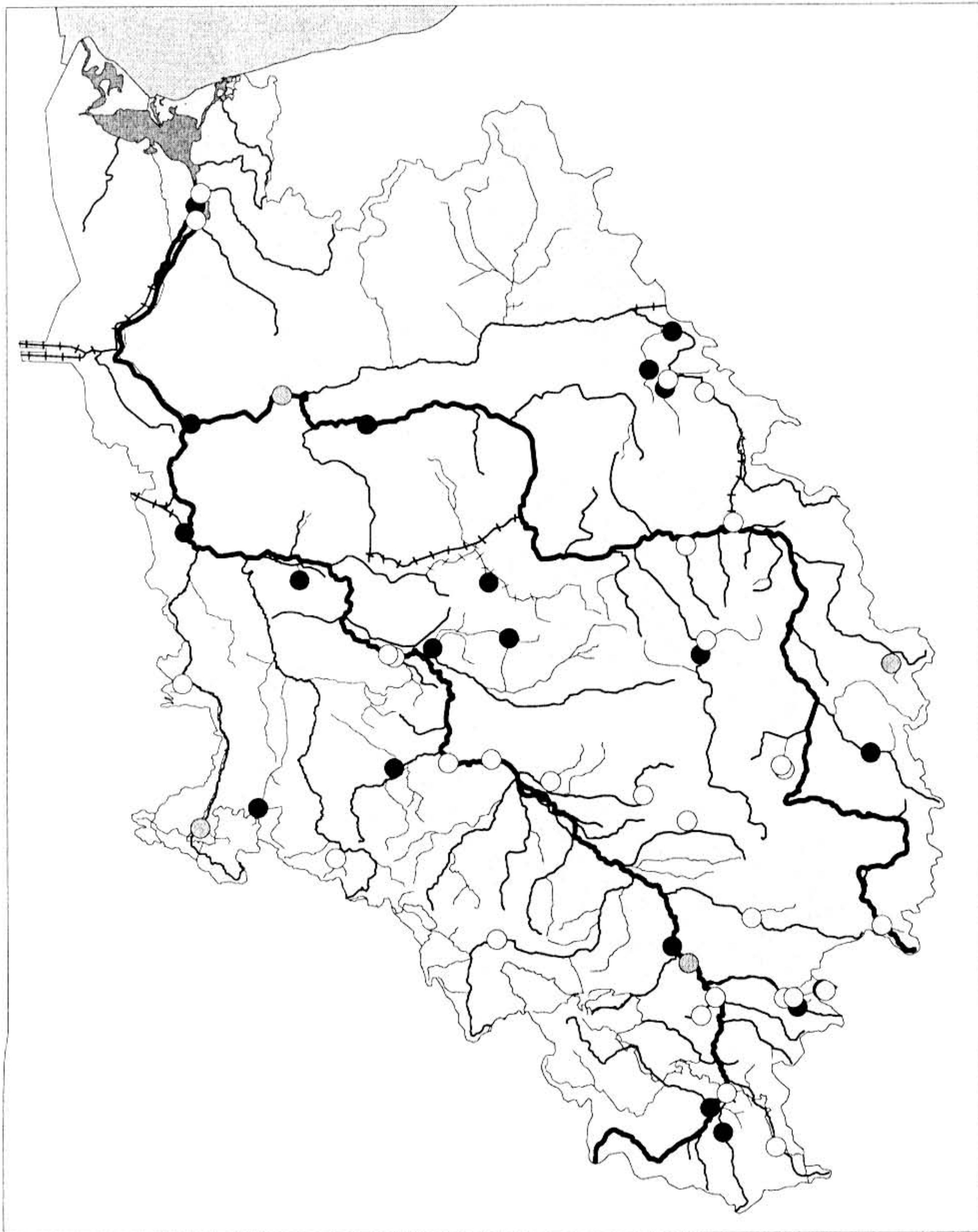
Rys. 1. Lokalizacja głównych użytkowników objętych programem w dorzeczu Odry w różnicowaniu na ośrodki miejskie i zakłady przemysłowe



Objaśnienia:

- - zrealizowane
- - o stanie zaawansowania > 80 %
- ⊙ - o stanie zaawansowania 60-80 %
- - o stanie zaawansowania 40-60 %
- - o stanie zaawansowania < 40 %

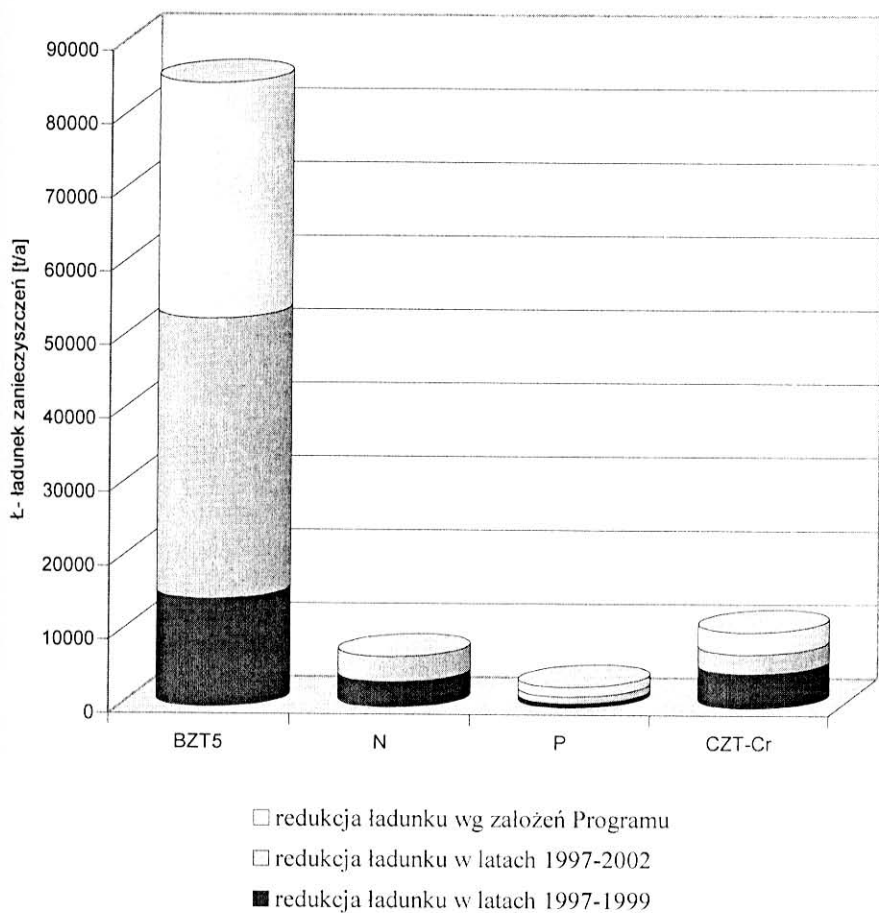
Rys. 2. Stan realizacji oczyszczalni miejskich objętych programem na dzień 31 grudnia 1999r.



Objaśnienia:

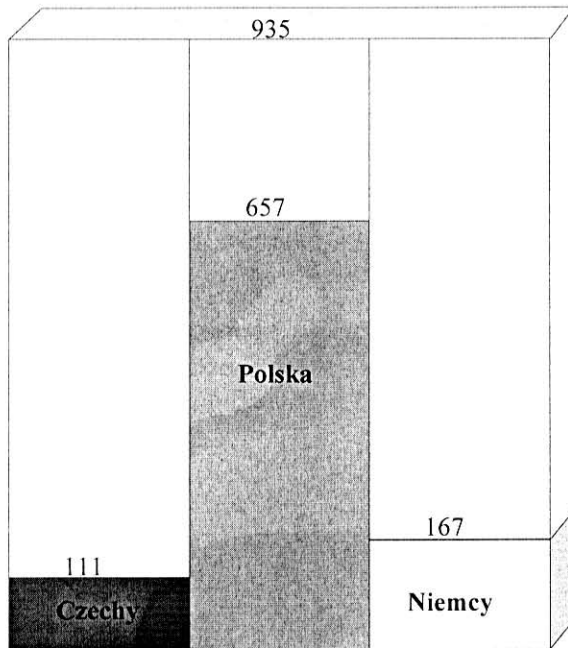
- - zrealizowane
- ◐ - o stanie zaawansowania > 80 %
- ◑ - o stanie zaawansowania 60-80 %
- ◒ - o stanie zaawansowania 40-60 %
- - o stanie zaawansowania < 40 %

Rys. 3. Stan realizacji oczyszczalni przemysłowych objętych programem na dzień 31 grudnia 1999r.

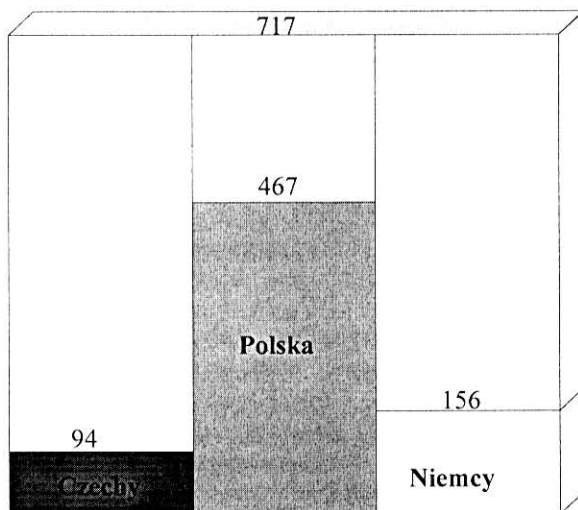


Rys. 4. Redukcja ładunków zanieczyszczeń w wodach dorzecza Odry w odniesieniu do założeń programu.

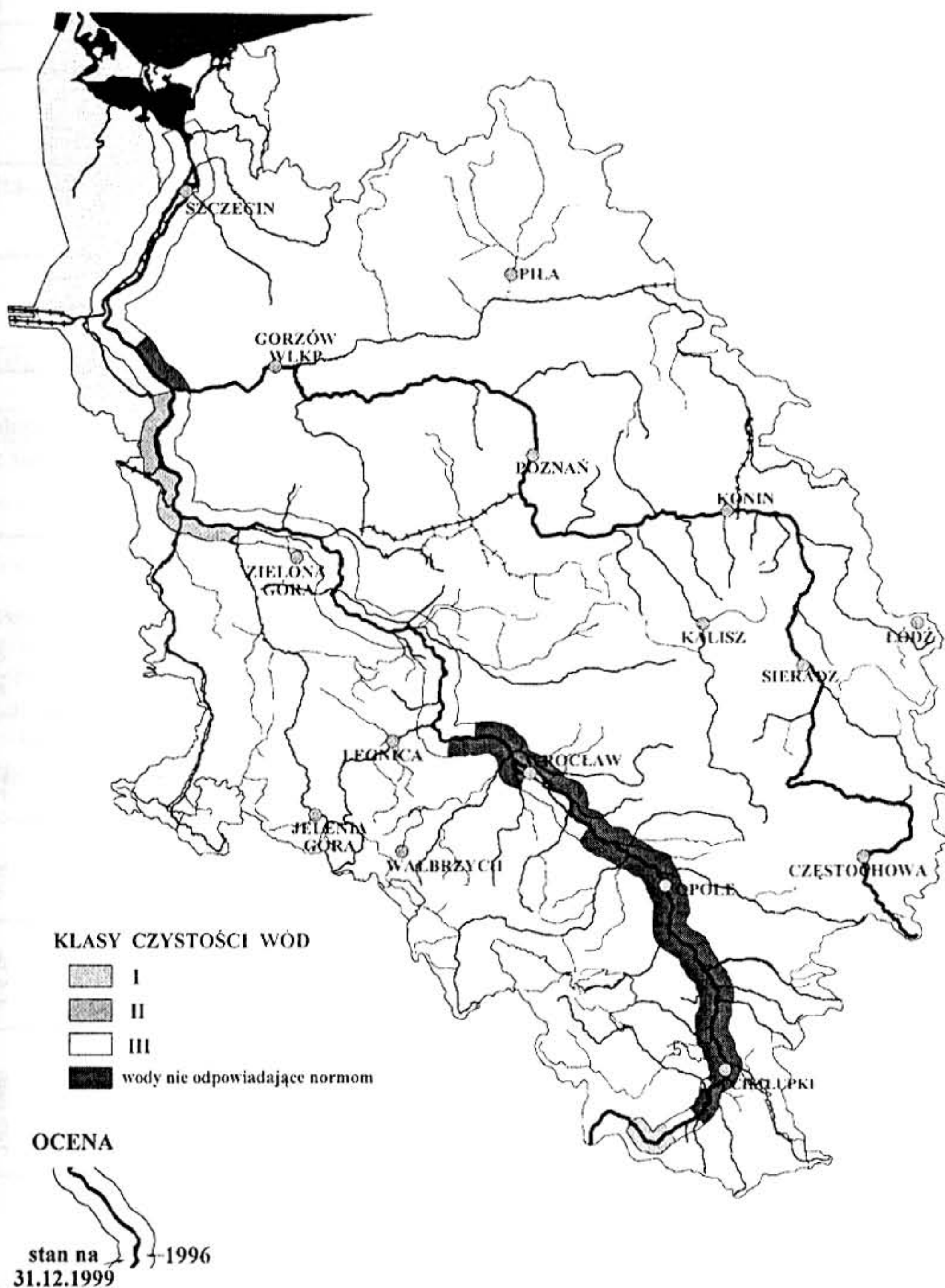
planowane



poniesione



Rys. 5. Analiza nakładów inwestycyjnych [nakłady w mln EURO].



Rys. 6 Stan jakości wód rzeki Odry w odniesieniu do fosforu całkowitego po zrealizowaniu inwestycji (1999)

Ocena efektu realizacji PROGRAMU SZYBKIEGO DZIAŁANIA w latach 1997-1999 w wyniku budowy komunalnych
oczyszczalni ścieków

| Stan realizacji inwestycji | Ilość podmiotów gospodarczych | Założenia programu | | | | Stan na dzień 31.12.1999 roku | | | | | |
|---|-------------------------------|---|---|-------------------|-------------------|--|---|--|-------------------|-------------------|---|
| | | Planowana ilość ścieków m ³ /d | Planowana redukcja ładunku w odbiorniku t/a | | | Planowane koszty inwestycyjne mln EURO | Ilość oczyszczonych ścieków m ³ /d | Uzyskana redukcja ładunku w odbiorniku (t/a) | | | Poniesione koszty inwestycyjne mln EURO |
| | | | BZT ₅ | N _{całk} | P _{całk} | | | BZT ₅ | N _{całk} | P _{całk} | |
| Inwestycje zrealizowane | 41 | 798 220 | 12 941 | 1 734 | 440 | 347,55 | 501 859 | 14 606 | 3 397 | 541 | 285,05 |
| Inwestycje realizowane | 45 | 1 550 250 | 71 835 | 5 122 | 2 316 | 460,54 | | | | | 327,53 |
| w tym o stanie zaawansowania > 80% | 10 | 335 100 | 18 899 | 2 240 | 407 | 148,4 | | | | | 154,9 |
| 60-80 % | 9 | 518 300 | 41 288 | 913 | 854 | 119,24 | | | | | 125,8 |
| 40-60 % | 5 | 95 750 | 2 902 | 597 | 122 | 41,7 | | | | | 24,3 |
| < 40% | 21 | 601 100 | 8 746 | 1 372 | 933 | 151,2 | | | | | 22,53 |
| w tym inwestycje : o niskim stopniu zaawansowania 12- 38 % o przesuniętym czasie realizacji na lata 2003-2006 | 8 5 | 292 000 52 600 | 4 576 268 | 405 234 | 731 16 | 71,2 9,9 | | | | | 18,73 3,8 |
| nie realizowane | 8 | 256 500 | 3 902 | 733 | 186 | 70,1 | | | | | - |

TABELA 2

Ocena efektu realizacji PROGRAMU SZYBKIEGO DZIAŁANIA w latach 1997-1999
w wyniku budowy przemysłowych oczyszczalni ścieków

| Stan realizacji inwestycji | Ilość podmiotów inwestycyjnych | Założenia programowe | | | Stan na dzień 31.12.1999 r. | | |
|--|--------------------------------|---|---|-----------------------------------|---|--|---|
| | | Planowana ilość ścieków m ³ /d | Planowana redukcja ładunku CZT-Cr w odbiorniku (tO ₂ /a) | Planowane koszty inwest. mln UERO | Ilość oczyszczanych ścieków m ³ /d | Uzyskana redukcja ładunku CZT-Cr w odbiorniku (tO ₂ /a) | Pomieszczone koszty inwestycyjne mln EURO |
| Inwestycje zrealizowane | 20 | 128 584 | 4 109,7 | 79,7 | 88 421 | 4 586,7 | 81,7 |
| Inwestycje realizowane | 32 | 359 194 | 6 201 | 47,32 | | | 22,76 |
| w tym o stanie zaawansowania > 80% | 4 | 65 836 | 1 454 | 11,6 | | | 14,6 |
| 60-80 % | 1 | 45 000 | 86 | 2,0 | | | 1,5 |
| 40-60 % | 3 | 110 800 | 720 | 2,9 | | | 4,3 |
| < 40% | 24 | 137 558 | 3 941 | 30,82 | | | 2,36 |
| w tym inwestycje : | | | | | | | |
| • niskim stopniu zaawansowania 12- 38 % | 8 | 35 340 | 455 | 22,0 | | | 1,91 |
| • przesuniętym czasie realizacji na lata 2003-2006 | 1 | 2 500 | 29 | 0,5 | | | - |
| • nie realizowane | 15 | 99 718 | 3 457 | 8,32 | | | 0,45 |

Mirosława GILEWSKA

THE PRINCIPLES AGRICULTURAL RECLUTIVATION OF DUMP SOILS

ZASADY ROLNICZEJ REKULTYWACJI GRUNTÓW POGÓRNICZYCH

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Rekultywacji w Koninie
Academy of Agriculture in Poznań, Department of Reclutivation in Konin

Streszczenie

Konfrontacja przepisów prawnych z osiągniętymi wynikami rekultywacji terenów przemysłowych pozwala na stwierdzenie, że rekultywacja ta jest zbiorem procedur inżynierskich i agrotechnicznych oraz procesów biogeochemicznych, które tworzą nową biocenotyczną strukturę gruntów przemysłowych. Cały ten proces jest postrzegany jako naturalna współpraca czynników abiotycznych i biotycznych, które umożliwiają stworzenie gleby produkcyjnej z materiału wyjściowego we względnie krótkim czasie i przy zastosowaniu minimum środków. Proces ten trwa około 10 lat. W świetle wyżej wspomnianych faktów istniejący podział na rekultywację terenów przemysłowych i zagospodarowanie terenu wprowadzony do ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych powinien zostać skorygowany. Pojęcie „zagospodarowanie” powinno być usunięte zarówno z aktów prawnych jak i z praktyki rekultywacji terenów przemysłowych.

Summary

In the confrontation of legal acts and achieved reclamation results it can be said that reclamation is a set of engineering and agrotechnic procedures as well as biogeochemic processes which create new biocenotic structure of industrial soil. The whole process is viewed as natural cooperation of abiotic and biotic factors which make it possible to create productive soil from soil - rock in a relatively short time involving minimum means. It takes about 10 years. In the light of above mentioned facts the division into land reclamation and land development introduced in the act concerning protection of farmlands and woodlands should be corrected. The concept „development” ought to be eliminated both from legal acts and reclamation practice.

1. WSTĘP

Odkrywkowa eksploatacja kopalni, a węgla brunatnego w szczególności, powoduje dewastację gruntów rolnych i leśnych. Ich miejsce zajmują grunty pogórnice określone częstokroć użytkami kopalnianymi. Włączenie ich do rolniczej lub leśnej przestrzeni produkcyjnej umożliwia rekultywacja. Rekultywacja, zgodnie z etymologią słowa, oznacza odtworzenie czegoś co zostało zniszczone. W tym przypadku dotyczy zdewastowanych składników środowiska a przede wszystkim gleby. Polskie Ustawodawstwo, dotyczące ochrony gruntów rolnych i leśnych, obliuguje do takiego działania. Rozdziela jednak uproduktywnienie gruntów pogórnich i innych przemysłowych nieużytków na rekultywację i zagospodarowanie. Rekultywacja jest obowiązkiem osoby wyłączającej grunt z produkcji rolniczej bądź leśnej a zagospodarowanie nabywców bądź użytkowników gruntów pogórnich. Taki podział wprowadził w latach sześćdziesiątych [Skawina, 1968]. Ten podział respektuje podobnie jak ustawy wcześniejsze, obowiązująca obecnie Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. Nr 16/95, poz.78). Ustawodawca nie precyzuje jednak kiedy kończy się rekultywacja a zaczyna zagospodarowanie. Ten brak jednoznaczności wywołuje wiele nieporozumień, umożliwia stosowanie rozwiązań lokalnych, zazwyczaj korzystnych dla sprawców przekształceń. Był i jest on kwestionowany od wielu lat: [Siuta, 1978, Ziemiński 1980, Żuławski 1988, Bender i Gilewska 1988, 2000].

2. REKULTYWACJA W ŚWIETLE BADAŃ

Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnich i innych przemysłowych nieużytków jest realizowana w Polsce według dwóch koncepcji - koncepcji roślin pionierskich, opracowanej przez [Skawinę, 1964] i gatunków docelowych, opracowanej przez [Bendera, 1983] sygnalizowanej w literaturze przedmiotu jako „Model PAN”. Koncepcja roślinności pionierskiej polega na wprowadzeniu na grunty pogórnice i inne przemysłowe nieużytki roślin pionierskich do których zaliczone zostały przede wszystkim: robinia akacjowa, olsza szara i czarna, nostrzyk biały i łubin trwały. Teoria pionierskości sprowadza rekultywację do jednorazowej czynności inżyniersko-agrotechnicznej i nie spełnia podstawowego warunku - nadania gruntom pogórnim wartości użytkowej do czego obliuguje Ustawodawca (Dz. U. Nr 16, poz. 78, Art.4, pkt.18). Z glebotwórczego punktu widzenia jest to zaledwie inicjacja procesu glebotwórczego.

Przekształcenie gruntu-skały w produktywną glebę wymaga znacznie dłuższego czasu a także środków. Z teoretycznych założeń koncepcji [Bendera 1983, 1995] wynika, że jest to proces, wspomagany odpowiednią ingerencją czynnika antropogenicznego, trwający conajmniej 10 lat. Czynności inżynierskie i agrotechniczne nie są, jak się powszechnie sądzi, istotą rekultywacji. Według [Bendera i Gilewskiej, 1988] „Rekultywacja jest zespołem czynności inżynierskich i agrotechnicznych oraz procesów biogeochemicznych, kształtujących nową i jednocześnie pożądaną strukturę biocenotyczną indusrioziemnej gleby. Jest to zorganizowane współdziałanie czynników biotycznych i

abiotycznych umożliwiających w możliwie krótkim czasie i przy zaangażowaniu możliwie najmniejszych środków, wytworzenie z gruntu-skały produktywnej gleby”.

Z tej definicji wynika, że rekultywacja jest procesem zorganizowanym i kierowanym. Główną rolę odgrywa w niej czynnik antropogeniczny, który - jak zakłada koncepcja - oddziałuje na grunt-skałę poprzez system odpowiednio dobranych i zastosowanych zabiegów rekultywacyjnych. Do najważniejszych należą [Bender 1995]:

1. Naprawa chemizmu gruntu-skały.
2. Naprawa właściwości fizycznych tworzywa glebowego.
3. Spełnienie dwóch pierwszych warunków upoważnia do przedłożenia następującej tezy: rośliną pionierską może być każda lub prawie każda roślina uprawna i każdy lub prawie każdy gatunek lasotwórczy.
4. Czwartym warunkiem, zapewniającym rolnictwu bądź leśnictwu całkowitą restytucję zdewastowanej przestrzeni produkcyjnej, jest architektura zwałowiska.

Respektowanie powyższych zasad umożliwia realizację dwóch ważnych celów gospodarczych jednocześnie: tworzenie nowej gleby i „normalną” produkcję gospodarczo użytecznej biomasy. Trafność tych założeń potwierdzają dane zamieszczone w tabelach 1 i 2 - kombinacje 1 NPK i 2 NPK.

Na podstawie założeń tej koncepcji na gruntach pogórnich KWB „Konin” i „Adamów” realizowana jest rekultywacja rolnicza i leśna. Dla potrzeb rolniczej praktyki rekultywacyjnej, powstały 4 podstawowe systemy użytkowania gruntów pogórnich:

- system zbożowy, polegający na uprawie w procesie rekultywacji zbóż, głównie ozimych
- system rzepakowo-zbożowy, polegający na przemiennej uprawie rzepaku i zbóż ozimych,
- system paszowy, polegający na przemiennej uprawie lucerny z trawami przez 4 lata i następne 2 lata pszenicy lub rzepaku.
- konserwacja gruntu - system, polegający na wieloletniej uprawie lucerny.

Dopływ, przez co najmniej 10 lat, energii w formie nawozów mineralnych i energii zawartej w paliwach, umożliwiającej wykonanie zabiegów uprawowych oraz energii w formie resztek poźniowych, korzeniowych i słomy, zmieniają właściwości gruntu-skały (tab.2). Rezultatem tych oddziaływań jest wytworzenie się poziomu próchnicznego i nabycie przez rekultywowany grunt wartości użytkowej. Są to już atrybuty gleby a nie skały glebotwórczej. Dopiero takie traktowanie rekultywacji jest zgodne z Art. 4 pkt.18 Ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. Nr 16, poz. 78).

Formuła prawna, wprowadzająca pojęcie „wartość użytkowa”, nie precyzuje jednak co ona oznacza, lecz na czym polega. Umożliwia dowolną interpretację tego zapisu. Według [Bendera, 1983] formuła ta oznacza, że na zrehabilitowanych gruntach pogórnich może być realizowana produkcja rolna z zastosowaniem ogólnie przyjętych zasad i metod gospodarowania. Badania [Bendera i Gilewskiej, 1988] wskazują, że jest to dopiero możliwe po co najmniej 10 latach rekultywacji realizowanej zgodnie z koncepcją [Bendera]. Z tym zapisem koliduje Art. 20 pkt.4 obowiązującej Ustawy, który zakłada zakończenie rekultywacji w okresie 5 lat od zaprzestania działalności gospodarczej. Powstaje z tego powodu wiele trudności prawnych, organizacyjnych i gospodarczych.

3. REKULTYWACJA W ASPEKTCIE OBECNEJ PRAKTYKI GOSPODARCZEJ

Grunty pogórnice Konińsko-Tureckiego Zagłębia Węgla Brunatnego zbudowane są ze zmieszanych w różnych ilościach i proporcjach skał, występujących w nadkładzie węgla brunatnego: glin zwałowych szarych i żółtych, piasków czwartorzędowych, iłów poznańskich oraz toksycznych piasków i mulków mioceńskich. Jest to tworzywo glebowe, umożliwiające jednak realizację dwóch głównych kierunków rekultywacji - rolniczej i leśnej. Rekultywacja rolnicza jest kierunkiem wiodącym i realizowana jest przede wszystkim na wierzchowinach zwałowisk. Skarpy zwałowisk poddawane są rekultywacji leśnej. Potencjał energetyczny tego substratu glebowego jest jednak niski. Oszacować go można na około 0,1 T zbóż/ha (tab. 1).

TABELA 1

Plonowanie roślin uprawnych na gruntach pogórnicznych Mg·ha⁻¹

| Gatunek rośliny Plant | Nawożenie mineralne Fertilization treatment | I rok rekultywacji I year of recultivation 1980 | X rok rekultywacji X year of recultivation 1991 | Średnia za 10 lat 10 years mean | Rok Year 1999 |
|---|--|---|---|------------------------------------|---------------------|
| Rzepak ozimy Winter rape | 0 NPK | 0 | 0 | 0 | 0,19 |
| | 1 NPK | 2,39 | 1,44 | 1,3 | 1,52 |
| | 2 NPK | 2,97 | 1,81 | 1,79 | 2,05 |
| Pszenica ozima Winter wheat | 0 NPK | 0 | 0,34 | 0,32 | 0,65 |
| | 1 NPK | 1,96 | 3,19 | 2,68 | 3,80 |
| | 2 NPK | 2,33 | 0,50 | 2,93 | 4,77 |
| Żyto ozime Winter rye | 0 NPK | 0 | 0,46 | 0,38 | 0,41 |
| | 1 NPK | 2,05 | 3,67 | 2,77 | 3,24 |
| | 2 NPK | 2,71 | 3,97 | 3,46 | 2,96 |
| Lucerna z trawami Alfaalfa and grass | 0 NPK | | 3,75 | 6,4 | 9,8 |
| | 1 NPK | | 7,40 | 8,4 | 12,4 |
| | 2 NPK | | 11,50 | 16,8 | 14,8 |

Uformowanie skarpy i wierzchowin, budowa dróg i sieci hydrotechnicznej są określane mianem rekultywacji technicznej. Rekultywacja techniczna jest traktowana przez sprawców przekształceń - KWB „Konin” i KWB „Adamów” jako bezwzględny i częstokroć jako jedyny obowiązek. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych względnie poprawne wykonanie rekultywacji technicznej było podstawą uznania rekultywacji za zakończoną. Obecnie praktyka rekultywacyjna jest nieco odmienna. Ponadto KWB „Konin” i KWB „Adamów” stosują różne rozwiązania. KWB „Adamów” rekultywowane technicznie grunty, przeznaczone zgodnie z planem zagospodarowania przestrzennego pod rekultywację rolniczą, sprzedaje w drodze przetargu. Sprzedaż odbywa się jednak bez decyzji uznającej rekultywację za zakończoną. Ceny gruntów kształtują się w szerokich granicach: od 600-4000 zł/ha. Powierzchnia nabywanych gruntów jest różna. Wynosi od 1 do 50 hektarów. Przeważają jednak powierzchnie małe; 1-5 ha. Nabywca, przejmujący grunty we władanie otrzymuje od KWB „Adamów” ekwiwalent w wysokości 3 T/ha żyta (według cen GUS) na obudowę biologiczną. Terminem tym określany jest zespół podstawowych zabiegów agrotechnicznych związanych z obsie-

wem powierzchni roślinnością zielną. Przekazanie tych środków nabywcy jest dla tej kopalni równoznaczne z wywiązania się z nałożonego nań obowiązku rekultywacji. Wykonanie obudowy biologicznej przez nabywcę, którą jest najczęściej obsiew powierzchni zbożem ozimym, głównie żytem, jest podstawą uznania rekultywacji za zakończoną.

Przyjęte zasady postępowania oraz transakcja finansowa są bardzo korzystne dla sprawcy przekształceń. Generują nawet dochód. Są bardzo niekorzystne dla realizacji celu głównego, jakim jest przekształcanie gruntu-skały w glebę.

TABELA 2

Właściwości gruntów pogórnich

| Kombinacja Combina tion | Głębokość Depth cm | Frakcje mm Fraction mm | | | pH | | CaCO ₃ % | N % | C % | P ₂ O ₅ K ₂ O mg · kg ⁻¹ według (according to): Egner-Riehlm | |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------|--------|------------------|--------|------------------------|--------|--------|--|-----|
| | | 1-0,1 | 0,1-0,02 | < 0,02 | H ₂ O | 1m KCl | | | | | |
| 0 NPK | 0 - 25 | 63 | 14 | 23 | 8,4 | 7,9 | 7,38 | 0,028 | 0,029 | 32 | 52 |
| | 25-50 | 77 | 12 | 11 | 9,0 | 8,2 | 8,20 | 0,014 | 0,14 | 30 | 20 |
| | 50-75 | 66 | 11 | 23 | 8,9 | 7,9 | 8,53 | 0,015 | 0,27 | 26 | 35 |
| | 75-100 | 56 | 16 | 28 | 8,7 | 7,6 | 9,43 | 0,014 | 0,22 | 14 | 45 |
| 1 NPK | 0 - 25 | 67 | 13 | 20 | 7,8 | 7,2 | 7,63 | 0,041 | 0,43 | 340 | 110 |
| | Ap | 65 | 8 | 27 | 8,0 | 7,9 | 8,84 | 0,023 | 0,25 | 48 | 146 |
| | 25-50 | 61 | 20 | 19 | 8,0 | 7,2 | 7,38 | 0,015 | 0,14 | 28 | 45 |
| | 50-75 | 66 | 18 | 16 | 7,9 | 7,2 | 7,63 | 0,015 | 0,14 | 22 | 30 |
| 2 NPK | 0 - 25 | 69 | 11 | 20 | 7,9 | 7,2 | 5,44 | 0,044 | 0,65 | 488 | 170 |
| | Ap | 45 | 23 | 32 | 8,3 | 7,3 | 8,93 | 0,023 | 0,43 | 62 | 90 |
| | 25-50 | 43 | 20 | 37 | 8,1 | 7,2 | 9,58 | 0,022 | 0,32 | 32 | 44 |
| | 50-75 | 42 | 18 | 39 | 8,0 | 7,2 | 9,82 | 0,014 | 0,35 | 22 | 56 |
| | 75-100 | | | | | | | | | | |

KWB „Konin” przyjęła nieco inną zasadę. Kopalnia wykonuje obudowę biologiczną, obsiewając powierzchnie lucerną z trawami. Prawidłowo wykonana obudowa biologiczna stanowi podstawę uznania rekultywacji za zakończoną. Następnym etapem jest sprzedaż gruntów w ramach przetargu. Ceny zbywanych gruntów kształtują się w granicach 470-800 zł/ha. Powierzchnie nabywanych gruntów wynoszą średnio 20 ha. Praktyka stosowana przez tego sprawcę przekształceń jest bardziej korzystna dla nabywcy. Ponadto obsiew powierzchni lucerną z trawami umożliwi realizację paszowego systemu użytkowania gruntów pogórnich.

Za spełnienie powinności przez sprawcę przekształceń, z braku jednoznacznej wykładni prawnej, uznaje się w obu przypadkach obudowę biologiczną a więc jednorazową czynność rekultywacyjną. Po wykonaniu tego jednorazowego zabiegu grunty pogórnice oraz inne poprzemysłowe nieużytki nie uzyskują jednak - „wartości użytkowej” - co jest intencją Ustawodawcy. Takie postępowanie jest niezgodne z prawem. Zabieg rekultywacyjny, zwany obudową biologiczną, nie jest końcem rekultywacji lecz jej początkiem. Tym samym obowiązek rekultywacji przeniesiony zostaje na nabywcę gruntów pogórnich. Oznacza to również przeniesienie kosztów rekultywacji ze sprawcy przekształceń na nabywcę gruntów pogórnich.

4. WNIOSKI

1. Rekultywacja jest przez sprawców przekształceń - górnictwo sprowadzone do jednorazowego zabiegu, polegającego na wprowadzeniu szaty roślinnej na grunt pogórnicy.
2. Okres rekultywacji, w którym grunt pogórnicy uzyskuje, zgodnie z Ustawą o ochronie gruntów rolnych (Dz.U. 16/95, poz.78) wartość użytkową, winien trwać conajmniej 10 lat. Po tym okresie możliwa jest realizacja produkcji rolniczej z zastosowaniem ogólnie przyjętych technologii.
3. W praktyce rekultywacyjnej gruntów i ich zagospodarowanie realizowane jest przez nabywców gruntów pogórnicych. Koszty rekultywacji zostają umiejętnie przenoszone ze sprawcy przekształceń - kopalnictwo, na nabywców gruntów pogórnicych - rolnictwo.

5. LITERATURA

- [1] BENDER J.): *Teoretical base of industrial landcape recultivation*. Proc. int. Cont. Matr. Coal Min. Co. Gyöngyös, 113-118, (1983)
- [2] BENDER J. *Rekultywacja terenów pogórnicych w Polsce*. ZPPN, z 418, 75-86, (1995):
- [3] BENDER J., Gilewska M.: *Rekultywacja w ujęciu aktów prawnych, badań naukowych i gospodarczej praktyki*. Zesz. Nauk AGH, Sozol i sozot., 26, 53-68, (1988)
- [4] BENDER J., Gilewska M.: *Rekultywacja w konfrontacji z aktami prawnymi, badaniami naukowymi i praktyką gospodarczą*. Roczn. AR Poz. CCXVII, Roln. 56:343-356, (2000)
- [5] SKAWINA i in.: *Zasady ogólne zagospodarowania terenów poeksploatacyjnych górnictwa węgla brunatnego*. Węgiel brunatny 1:27-33, (1964)
- [6] SKAWINA T., Bojarski Z.: *Rekultywacja w działalności górnicych*. Ochr. Ter. Gór. 3, 8-17, (1968)
- [7] SIUTA J.: *Ochrona i rekultywacja gleb*. PWRiL, Warszawa (1978)
- [8] ZIEMNICKI i in.: *Rekultywacja zwał kopalni odkrywkowej (na przykładzie Piaseczna)*. PWN, s.100. Warszawa (1980)
- [9] ŻUŁAWSKI Cz.: *Postulaty dla biologicznej rekultywacji na tle dotychczasowych osiągnięć w zagospodarowaniu terenów górnicych*. Zesz. Nauk AGH. Sozol i sozot. 26, 113-127, (1988)

**Andrzej GREINERT, Iwona JUSZCZAK,
Małgorzata URBANOWICZ**

**ZASOLENIE I ZAKWASZENIE GLEB I GRUNTÓW
MIEJSKICH W ŚWIETLE OCHRONY EKOSYSTEMÓW W
DOLINACH RZECZNYCH**

**ACIDITY AND SALINITY OF URBAN SOILS IN THE LIGHT OF
PROTECTION OF ECOSYSTEMS IN THE RIVER-VALLEYS**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

Bezpośrednie otoczenie miasta Zielona Góra charakteryzuje się przewagą gleb biellicowych. Zgodnie z danymi historycznymi, panującą formą na opisywanym obszarze był bór sosnowy, jakkolwiek nizinne obszary były zalesiane dębami. Charakterystyczną cechą dla naturalnych leśnych gleb biellicowych jest niska wartość pH górnych warstw (0-20 cm) – mierzony w H₂O : 3,40-4,10 i w 0,01M CaCl₂: 2,60-3,50. Analizy prób powierzchniowej warstwy gleb miejskich wykazały natomiast wyższe wartości pH: 6,68-8,18 w H₂O i 6,37-7,89 w CaCl₂, przy zróżnicowaniu zależnym od lokalizacji, a zwłaszcza odległości od budynków i miejscowych źródeł zanieczyszczeń. Ukazuje to obraz niekorzystnych zmian w pedosferze, powodowanych przez działalność człowieka – głównie przez budownictwo mieszkalne i drogowe (domieszki do gruntu materiałów zawierających m.in. wapno). W mniejszej skali zmiany stwierdza się jako wynik nagromadzenia odpadów (lokalne wysypiska w obniżeniach terenu, wykopach). Zasolenie gleb miejskich w Zielonej Górze nie jest wysokie. Badania w Zielonej Górze, przeprowadzone w czerwcu ukazały, że stopień zasolenia powierzchniowych warstw gruntów mieści się w przedziale od 60 do 888 μS/cm. W licznych przypadkach są to wartości wyższe niż w naturalnym otoczeniu, ale nie niebezpieczne dla większości roślin miejskich terenów zielonych. Stan miejskich gruntów wpływa na bezpośrednie otoczenie miasta, zwłaszcza w morenowym obszarze popołdowanym leżącym w dolinie rzecznej (rzeki Odry). Można oczekiwać wielu zależności między stanem środowiska miejskiego a czystością obszaru zlewni, a w końcu wód rzeki Odry.

Summary

Direct surrounding of Zielona Góra-city is characterized by the majority of podzolic soils. In accordance with historical notices, pine-forest was dominated form on the described area, however the low-lying areas were afforested with oaks. Characteristic feature for the natural forest podzolic soils is low pH value of the top-layers (0-20cm) – measured in H₂O: 3,40-4,10 and in 0.01m CaCl₂: 2,60-3,50. Analyses of the samples from the soils top layer in the city shows higher pH values: 6,68 - 8,18 in H₂O and 6,37 -7,89 in CaCl₂, with the differentiation depended from investigation site localization towards to the buildings and local contamination sources. It shows dramatic changes in pedosphere, caused by human activities – mainly by house-building and road-building (lime-containing materials admixtures to the ground). In the lower scale the changes are occurring as the result of waste materials deposing (former local low-area deposits). Salinity of the urban soils in Zielona Góra is not high. The investigations in Zielona Góra made in June have shown, that salinity degree in surface layer of the grounds is from 60 µs/cm to 888 µs/cm. In many cases it is higher than in natural environment, but not danger for most of plants growing in urban green areas. State of urban grounds influences on surrounding environment, especially in hilly moraine area lying in the river-valley (Odra-river). Many connections between urban environment and river-basin and finally river itself state are expected.

I. WPROWADZENIE

Gleba jest elementem każdego ekosystemu gromadzącym materię przenoszoną przez wody i atmosferę, a także wprowadzaną do niej bezpośrednio. Jej właściwości z kolei warunkują zachowanie się związków chemicznych i pierwiastków w profilu glebowym – ich sorpcję, biochemiczną transformację i przemieszczanie się.

W przypadku utworów naturalnych odporność gleb na degradację różnego rodzaju jest wartością stosunkowo dobrze poznaną i w wielu przypadkach przewidywalną. Przekłada się to na możliwość monitorowania gleb uznawanych a priori za silnie poddające się działaniu czynników sprawczych degradacji (potencjalnie zagrożone). Gleby te słabo zabezpieczają organizmy żywe i wody przed migracją zanieczyszczeń, co jest główną przesłanką ich monitorowania, a w wielu krajach – ustanawiania norm prawnych ochrony gleb [4, 5].

W przypadku silnej ingerencji człowieka w budowę profilu glebowego, następują daleko idące zmiany właściwości gleb miejskich. Stąd też gleby te postrzegane są często na równi z gruntami bezglebowymi, przystosowanymi doraźnie do pełnienia lokalnie wyodrębnionych funkcji. Trzeba przy tym pamiętać, że antropopresja jest tylko jednym z wielu czynników, które działają na gleby bez względu na zakres ich przekształcenia.

W obszarze miejskim Zielonej Góry i terenach przyległych ważnym elementem kształtującym warunki tworzenia się gleb, jak też ich przekształcenia jest urozmaicona rzeźba powierzchni. Formą dominującą na południu i południowym zachodzie obszaru

miejskiego jest Wał Zielonogórski (wys. do 200 m n.p.m.), na północy natomiast – równiny Niecek Płotowskiej i Chynowskiej (kilkadziesiąt m n.p.m.). Klimat Zielonej Góry jest na tle innych rejonów Polski stosunkowo łagodny. Zalesienie natomiast jest wysokie – przekraczające 50 %. W obrębie gruntów zalesionych stwierdza się dominację sosny zwyczajnej (81,23 % powierzchni zalesionej), tworzącej siedliska boru świeżego, boru mieszanego świeżego i rzadziej – boru suchego. Skalami macierzystymi gleb są na ogół piaski luźne i słabogliniaste, rzadziej utwory zwięźlejsze i materiały organiczne. Te przesłanki przyrodnicze warunkują powstanie na większości opisywanego obszaru gleb bielcowych (o różnym stopniu zbielicowania, kwaśnych, z mniej lub bardziej zaznaczonym poziomem wymycia i akumulacji) [7]. Poziom próchniczny ma niewielką miąższość (do 10 cm), wykazuje kwaśny odczyn i niską zasobność w składniki pokarmowe roślin.

W obszarze miasta Zielona Góra gleby naturalne współcześnie zajmują nisze szczałkowe, występujące szczególnie na obrzeżach nowych osiedli mieszkaniowych. Większość obszaru pokrywają gleby zmienione antropogenicznie, co jest typowe dla obszarów zurbanizowanych. Odnaczają się one zróżnicowaną odpornością wobec czynników degradacji chemicznej, co ogranicza: z jednej strony ich przydatność do zagospodarowania w formie miejskich terenów zielonych, z drugiej – ich rolę bufora i sorbenta zanieczyszczeń antropogenicznych. Z tego punktu widzenia szczególnie istotnymi zdają się być domieszki do gleb materiałów budowlanych o rozmiarach szkieletu glebowego, co zwiększa wydajnie ich przesiąkliwość. Drobniejsze domieszki materiałów na bazie wapna mogą natomiast wywołać efekt wzmożonej sorpcji chemicznej wielu groźnych zanieczyszczeń, w tym z grupy metali ciężkich [2].

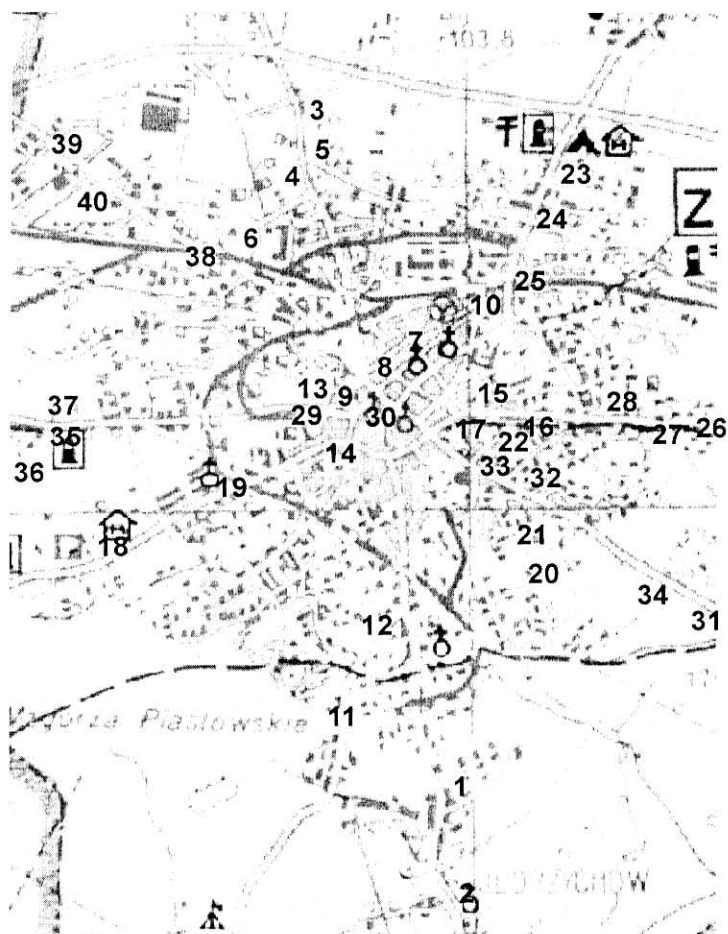
2. OBSZAR BADAŃ I METODY

Praca obejmuje problematykę zakwaszenia i zasolenia gleb terenów zurbanizowanych miasta Zielonej Góry jako wyznacznik ich przekształcenia chemicznego i w pewnym zakresie także mechanicznego (wprowadzanie materiałów budowlanych na bazie wapna jako domieszek do gleb).

Dla zobrazowania układu opisywanych właściwości gleb w obszarze Zielonej Góry wyznaczono punkty kontrolne w obszarze przydrożnych terenów zielonych. Powyższe założenie lokalizacyjne przyjęto dla uzyskania danych na temat wpływu potencjalnie silnej antropopresji w stosunku do gleb miejskich. Tereny takie są ekspozowane na imisję bezpośrednio: przemysłowe, komunalne, drogowe oraz wtórne – osiadanie pyłu podnoszonego przez koła pojazdów, a także wykazują silne przekształcenia mechaniczne (budowa, przebudowa i remonty infrastruktury miejskiej). Znajdują się one także w bezpośrednim kontakcie ze środkami zimowego utrzymania dróg (mieszkami z udziałem soli).

Do analiz laboratoryjnych pobrano uśrednione próbki glebowe z głębokości 0-20 cm, zgodnie z powszechnie przyjmowaną metodyką (30 prób jednostkowych, zmieszanych dla uzyskania 1 próby zbiorczej).

W próbach określono odczyn w roztworze wodnym i 0,01m CaCl_2 (potencjometrycznie) oraz przewodność elektryczną jako miarę zasolenia gleby (konduktometrycznie).



Rys. 1 Lokalizacja punktów poboru prób glebowych.

2. WYNIKI BADAŃ

Badania gleb miejskich, przydrożnych terenów zielonych miasta Zielona Góra ukazują wysokie wartości pH: 6,68-8,18 w H_2O i 6,37-7,89 w $CaCl_2$, przy zróżnicowaniu zależnym od lokalizacji, a zwłaszcza odległości od budynków i miejscowych, a także ogólno-miejskich źródeł zanieczyszczeń (Elektrociepłownia, zakłady przemysłowe). Stopień zasolenia powierzchniowych warstw gruntów mieści się w szerokim przedziale od 60 do 888 $\mu S/cm$. W licznych przypadkach są to wartości wyższe niż w naturalnym otoczeniu, nie zaobserwowano jednak objawów toksyczności w stosunku do roślin miejskich terenów zielonych (tab. 1).

TABELA 1

Odczyn i zasolenie gleb miejskich Zielonej Góry jako wskaźnik ich antropogenicznego przekształcenia

TABLE 1

Reaction and salinity of urban soils of Zielona Góra as the indicator of their anthropogenic transformation

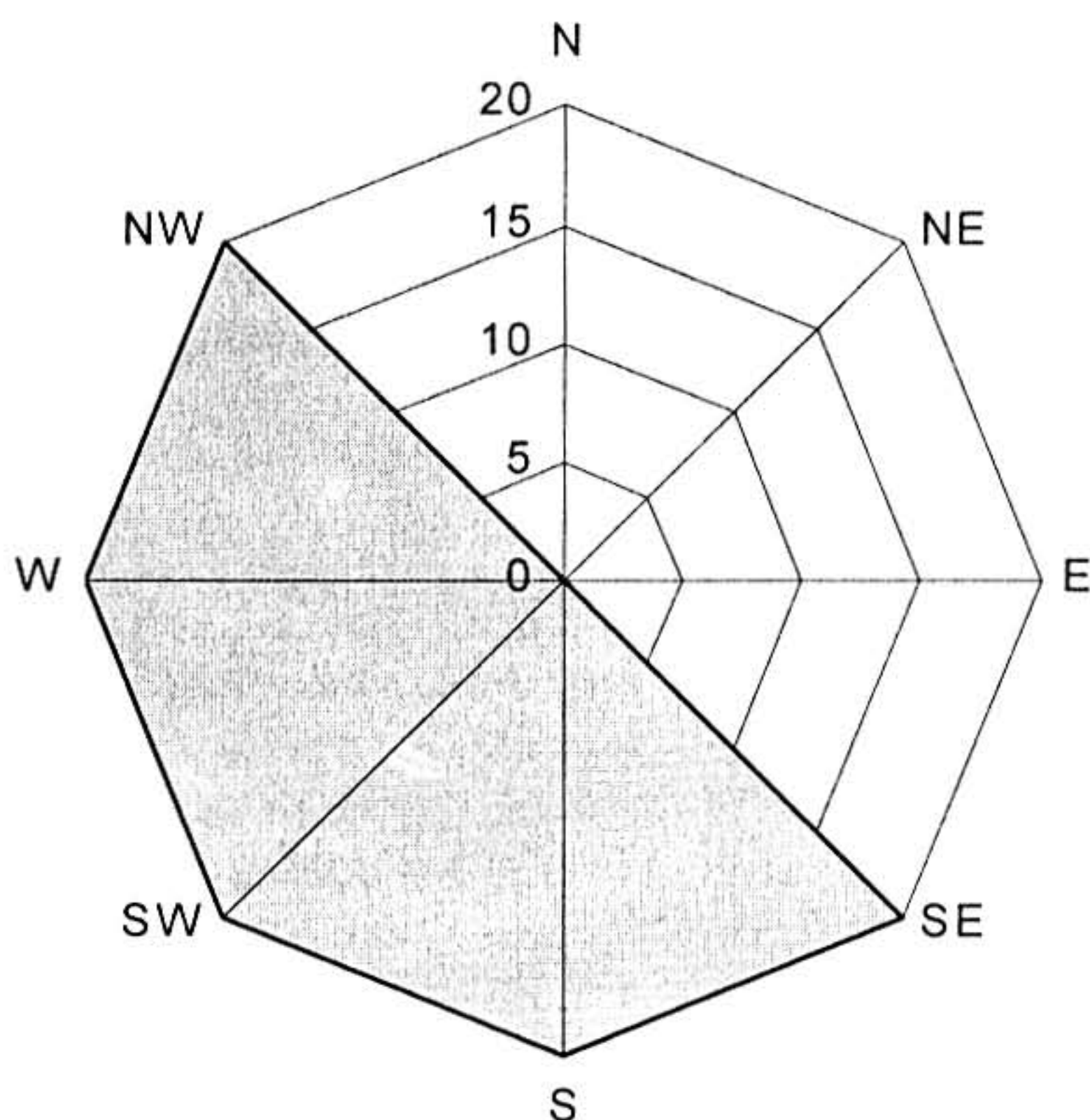
| Nr | Lokalizacja (uściślenie odcinka ulicy głównej) | pH – H ₂ O | pH – CaCl ₂ | EC [mS/cm] |
|----|---|-----------------------|------------------------|------------|
| 1 | Jędrzychów (Browar) | 7,88 | 7,59 | 280 |
| 2 | Jędrzychów (kościół) | 8,07 | 7,67 | 200 |
| 3 | ul. Batorego – (os. Zastalowskie) | 8,64 | 8,27 | 96 |
| 4 | ul. Batorego – (ul. Energetyków/Obywatelska) | 8,52 | 7,94 | 240 |
| 5 | ul. Batorego – (ul. Zródlana/Energetyków) | 9,01 | 8,43 | 120 |
| 6 | ul. Batorego – (wiadukt/ul. A. Jagiellonki) | 8,41 | 8,09 | 120 |
| 7 | ul. Boh. Westerplatte – (Centrum) | 9,01 | 8,26 | 168 |
| 8 | ul. Boh. Westerplatte – (Hermes) | 7,76 | 7,21 | 264 |
| 9 | ul. Boh. Westerplatte – (rondo Dmowskiego) | 7,01 | 6,91 | 888 |
| 10 | ul. Boh. Westerplatte – (ul. Ułańska/pl. Kolejarza) | 7,53 | 6,96 | 136 |
| 11 | ul. Botaniczna (działki ogrodowe) | 7,86 | 7,63 | 180 |
| 12 | ul. Botaniczna (ul. Jaskółcza) | 7,69 | 7,50 | 290 |
| 13 | ul. Dąbrówki (Aral) | 7,79 | 7,43 | 240 |
| 14 | ul. Dąbrówki (Areszt Śledczy) | 7,76 | 7,52 | 310 |
| 15 | ul. Konstytucji 3 Maja – („Wenus”) | 7,71 | 7,54 | 220 |
| 16 | ul. Konstytucji 3 Maja – (DEA) | 7,56 | 7,32 | 140 |
| 17 | ul. Konstytucji 3 Maja – (ul. Długa/Fabryczna) | 7,46 | 7,34 | 150 |
| 18 | ul. Łużycka (działki ogrodowe) | 8,18 | 7,78 | 210 |
| 19 | ul. Łużycka (kościół p.w. Św. Ducha) | 7,12 | 6,92 | 150 |
| 20 | ul. Partyzantów (Dom Starców) | 7,57 | 7,32 | 520 |
| 21 | ul. Partyzantów (Komenda Policji) | 7,94 | 7,62 | 210 |
| 22 | ul. Sikorskiego (ul. Konst. 3 Maja) | 7,90 | 7,55 | 210 |
| 23 | ul. Sulechowska – (stadion Lechia ZG) | 8,39 | 7,84 | 72 |
| 24 | ul. Sulechowska – (ul. M.C. Skłodowskiej) | 8,53 | 8,12 | 84 |
| 25 | ul. Sulechowska – (wiadukt/ul. Towarowa) | 7,99 | 7,49 | 132 |
| 26 | ul. Szosa Kisielińska – (os. Pomorskie) | 8,74 | 8,11 | 60 |
| 27 | ul. Szosa Kisielińska – (ul. Polanka) | 8,88 | 8,09 | 60 |
| 28 | ul. Szosa Kisielińska – (ul. Miła/Gajowa) | 8,86 | 8,28 | 108 |
| 29 | ul. Wojska Polskiego – („Biedronka”) | 7,80 | 7,59 | 220 |
| 30 | ul. Wojska Polskiego – (ARAL) | 6,68 | 6,37 | 170 |
| 31 | ul. Wrocławska – (ARAL) | 8,52 | 7,83 | 72 |
| 32 | ul. Wrocławska – (CPN) | 8,55 | 8,02 | 132 |
| 33 | ul. Wrocławska – (Estrada/ul. Lwowska) | 8,47 | 7,88 | 216 |
| 34 | ul. Wrocławska – (stadion żużlowy) | 9,15 | 8,00 | 108 |
| 35 | ul. Wyczółkowskiego (CPN) | 7,49 | 7,39 | 270 |
| 36 | ul. Wyczółkowskiego (ul. Wojska Polskiego) | 7,27 | 7,08 | 460 |
| 37 | ul. Wyczółkowskiego (WSP) | 7,62 | 7,23 | 290 |
| 38 | ul. Zjednoczenia – (EC) | 8,34 | 7,95 | 136 |
| 39 | ul. Zjednoczenia – (Eltor-Pol) | 8,51 | 7,95 | 96 |
| 40 | ul. Zjednoczenia – (ul. Dekoracyjna/Chemiczna) | 8,27 | 7,77 | 136 |

3. DYSKUSJA

Zgodnie z przyjmowaną powszechnie definicją, odpornością gleb na degradację nazywamy zdolność gleby do przeciwstawiania się czynnikom niszczącym jej zasobność, żyzność i urodzajność. Cechą niewątpliwie zwiększającą odporność gleb miejskich Zielonej Góry jest ich wysoki odczyn (w granicach obojętnego, a nawet alkalicznego), dzięki któremu możliwe jest buforowanie zakwaszającego działania zanieczyszczeń przemysłowych i ze spalania paliw energetycznych (głównie SO_2 i NO_x), oraz chemiczna sorpcja i ograniczenie przyswajalności dla roślin ołowiu i niektórych innych metali ciężkich. Obraz taki jest opisywany w literaturze jako typowy dla obszarów miejskich, wynikający ze stopnia i rodzaju uprzemysłowienia miast, a także struktury grzewczej (rodzaj, wielkość i rozlokowanie ciepłowni) [1, 3, 6]. Szczególnie wysokie wartości odczynu zaobserwowano w punktach sąsiadujących z ruchliwymi trasami komunikacyjnymi (przy drogach tranzytowych). Również ten fakt ma swoje odzwierciedlenie w badaniach opisywanych w literaturze.

Poza zwiększeniem możliwości buforowych, alkalizacja gleb prowadzi do szeregu negatywnych zjawisk, jak blokowania szeregu składników w glebie, przez co rośliny mogą cierpieć na ich niedobór nawet przy wysokiej ogólnej zawartości. Ograniczeniu ulega także dobór gatunków roślin możliwych do nasadzenia i siewu (problematyczna jest np. uprawa azalii, różaneczników czy roślin wrzosowatych – tak ostatnio modnych).

Większe zasolenie odnotowano w glebach na peryferiach miasta, choć i w centrum wartości dla badanych gleb są podwyższone. Spowodowane to jest stosowaniem soli do zwalczania gołoledzi głównie na ulicach będących przedłużeniem dróg tranzytowych, które ulokowane są właśnie poza centrum (w historycznym rozumieniu struktury miasta). Także zanieczyszczenia przemysłowe i komunalne mają wpływ na zasolenie gruntów miejskich. W tej sferze podstawowym elementem rozważań jest ruch powietrza nad ośrodkiem miejskim. Wiatry w Zielonej Górze przeważnie wieją z zachodu (25,5%) i południowego zachodu (17,9%). Najmniej natomiast z kierunków: północno-wschodniego (4,5%) i północnego (7,5%). Średnia prędkość wiatru wynosi 3,1 m/s (rys. 2). Z badań Inspekcji Sanitarnej i Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska wynika, że najwyższe stężenia zanieczyszczeń pierwotnych w powietrzu występują w centrum miasta, gdzie zlokalizowana jest duża liczba źródeł emisji niskiej, przede wszystkim budynków mieszkalnych z indywidualnym ogrzewaniem oraz w rejonie skrzyżowań, przez które w godzinach szczytu przejeżdżają setki samochodów.



Rys. 2 Róża wiatrów dla Zielonej Góry – 1999r.

Fig. 2 Wind-rose for Zielona Góra city – 1999

Materiał glebowy, zmywany z miejskich terenów zielonych i otwartych, nie zagospodarowanych placów (np. budów) trafia do sieci kanalizacyjnej, a także jest wywożony wraz z odpadami na wysypisko komunalne. W ten sposób obciąża nie tylko Zieloną Górę, lecz także okolice, włączając system wodny obszaru (zlewnię). Można zatem oczekiwać wielu zależności między stanem środowiska miejskiego a czystością obszaru zlewni, a w końcu rzeki Odry. Z racji tych zależności stan gleb miejskich i ich zachowanie się pod wpływem przekształceń antropogenicznych powinny być przedmiotem systemu monitoringu środowiska.

4. WNIOSKI

- Większość gleb miasta Zielona Góra wykazuje alkaliczny odczyn warstw powierzchniowych.
- Podwyższenie pH gleb powodują materiały domieszane o alkalicznym odczynie, wynikającym z dużej zawartości wapna oraz opad pyłów z atmosfery.

- Większe zasolenie notuje się w Zielonej Górze na peryferiach miasta niż w samym centrum; spowodowane to jest stosowaniem soli do zwalczania gołoledzi na zlokalizowanych tam drogach przelotowych.
- Uwagę zwraca potencjalnie słaba odporność gleb zielonogórskich na różne przejawy degradacji (w tym chemiczne), podwyższona jedynie sztucznie przez domieszki materiałów wapiennych.
- Miasta położone w dolinach rzecznych mogą stwarzać potencjalne zagrożenie dla wód płynących w wyniku spływu powierzchniowego i podziemnego zanieczyszczeń.

5. LITERATURA

- [1] CZARNOWSKA K.: *Gleby i rośliny w środowisku miejskim*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN; t. 418; z.1; s. 111-116, (1995)
- [2] GREINERT A.: *Ekologia, a urbanistyka. I. Przekształcenia gleb i gruntów miasta Zielona Góra*. Mat. Konf. III Polsko-Niemieckiej Konf. Nauk. "Ekologia Pogranicza" - Łagów, s. 76-81, (1998)
- [3] GREINERT A. (2000): *Soils of the Zielona Góra urban area. Transformation of the soils as a result of urbanization processes*. 1st Int. SUITMA Conference, Poceedings vol. I, The unknown urban soil, detection, resources and facts, ed. W.Burghardt, Ch. Dornauf, Essen, Niemcy (2000)
- [4] GREINERT A.: *Ochrona i rekultywacja terenów zurbanizowanych*. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej (2000)
- [5] HILLER D.A., MEUSER H.: *Urbane Böden*. Springer Verlag (1998)
- [6] KONECKA-BETLEY K., JANOWSKA E., LUNIEWSKA-BRODA J., SZPOTAŃSKI M.: *Wstępna klasyfikacja gleb aglomeracji warszawskiej*. Roczn. Gleb. t. XXXV, nr 2, s. 151-163. PTG Warszawa (1984)
- [7] TRZCIŃSKI Wł. (red.): *Systematyka Gleb Polski - wyd. IV*. Roczniki Gleboznawcze. tom XL, nr 3/4, PTG Warszawa (1989)

Andrzej GREINERT, Barbara WALCZAK

**ANTROPOGENICZNE MATERIAŁY MACIERZYSTE GLEB
MIEJSKICH ZIELONEJ GÓRY**

**ANTHROPOGENIC PARENT MATERIALS OF
ZIELONA GÓRA URBAN SOILS**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

Powstawanie gleb jest nierozdzielnie związane z materiałem macierzystym. W terenach zurbanizowanych gleby tworzą się zarówno z materiałów o naturalnej, jak antropogenicznej genezie. Te ostatnie – klasyfikowane jednoznacznie jako gleby antropogeniczne o sztucznie formowanym profilu glebowym, są najczęściej spotykane w intensywnie rozwijających się miastach. Do tej kategorii miast należy Zielona Góra, której większość procesów urbanizacji przypada na drugą połowę XX wieku. W obszarze zurbanizowanym Zielonej Góry stwierdzono istotny udział w profilu glebowym żużli, gruzu ceglanego, gruzu cementowo-wapiennego, żwirów i piasków różnej granulacji, odpadów komunalnych, odpadów drzewnych, popiołów, pod wpływem których uformowały się gleby o specyficznych właściwościach i morfologii. Przy tym gleby takie nie wykazują cech typowych dla pozamiejskich gleb naturalnych, ani gleb miejskich o naturalnym układzie profilu glebowego z domieszanymi materiałami antropogenicznymi.

Summary

Formation of soils is inseparably connected with material of mother rock. In urban grounds soil are formed both from natural materials, as about anthropogenic genesis. These last – classified univocally as anthropogenic soils with artificially formed soil profile, are most often met in cities being intensely developed. To this of category of cities belongs Zielona Góra, in which most of urbanization processes happens on second half of XXth century. In Zielona Góra urban area one ascertained essential participation in profile of soil slags, brick rubble, concrete rubble, gravels, sands different granulation, waste communal

material, waste wood material and ashes, under influence of which took shape soils with specific proprieties and arrangement. Additionally such soils do not show typical features for outer-city natural soils, nor of urban soils with natural arrangement of soil profile with added anthropogenic materials.

1. WPROWADZENIE

Skala macierzysta jest jednym z zasadniczych czynników glebotwórczych. Jej właściwości decydują w zasadniczym stopniu o kierunku procesów glebotwórczych dokonywanych przy udziale pozostałych czynników, a w rezultacie o powstaniu konkretnej gleby odznaczającej się określonymi cechami. Skala macierzysta pod wpływem wietrzenia, erozji, działania fauny i flory oraz czasu zmienia właściwości, ulegając licznym fizycznym i chemicznym przeobrażeniom. Z tego względu szereg procesów glebowych współcześnie zachodzących w wielu ukształtowanych już glebach naturalnych, jest w większym stopniu zależna od innych czynników glebotwórczych niż od skały macierzystej.

Innego rodzaju sytuację obserwujemy w przypadku gleb młodych, do których należy większość gleb miejskich. Z racji początkowej fazy rozwoju takich gleb, procesy w nich zachodzące są zdominowane często przez rodzaj materiału glebotwórczego. On również wyznacza główny kierunek rozwoju gleby.

W obszarach zurbanizowanych spotykane są gleby naturalne, gleby antropogeniczne wytworzone z materiałów naturalnych, gleby antropogeniczne wytworzone z materiałów antropogenicznych oraz grunty bezglebowe, na których proces glebotwórczy jeszcze się nie zaczął. Spotykane są również wszelkie możliwe kombinacje tych sytuacji, z mniejszym lub większym udziałem materiałów pochodzenia antropogenicznego. Gleby każdej z tych kategorii są na różnym etapie rozwoju (od utworów inicjalnych do ukształtowanych), a także podlegają szeregu modyfikacjom w rezultacie działań człowieka.

2. ANTROPOGENICZNE MATERIAŁY GLEBOTWÓRCZE

Antropogeniczne materiały glebotwórcze można klasyfikować w różny sposób, uwzględniając ich właściwości, stabilność w czasie, wywoływane przez nie zmiany w środowisku glebowym oraz drogi jakimi dostają się do gleb. Zgodnie z tymi kryteriami Grupa Robocza Gleb Miejskich Niemieckiego Towarzystwa Gleboznawczego (Arbeitskreis Stadtboden der DBG - AK-S der DBG) wyróżniła substraty według rodzaju składowania [1]:

1. nasypowe i wydobywane – nasypy kolejowe, ulice, grunty nasypane,
2. hałdowane – obszary powydobywcze, zwałowiska,
3. do wyrównywania terenu – budownictwo wysokie, tereny zielone,
4. składowane hydraulicznie – wylewiska i składowiska pyłów,
5. odlewnicze – obszary pohutnicze, hałdy,
6. gruz budowlany – ruiny budynków i budowli,

7. szkieletowe – obszary modernizowane miast,
8. utrwalające i wykańczające – osiedla mieszkaniowe i ulice.

Równie istotnym aspektem, dotyczącym udziału w tworzeniu i przekształcaniu gleb przez materiały antropogeniczne jest ich wpływ na grunt. AK-S der DBG podzieliła je, zgodnie z tym wyznacznikiem na [1]:

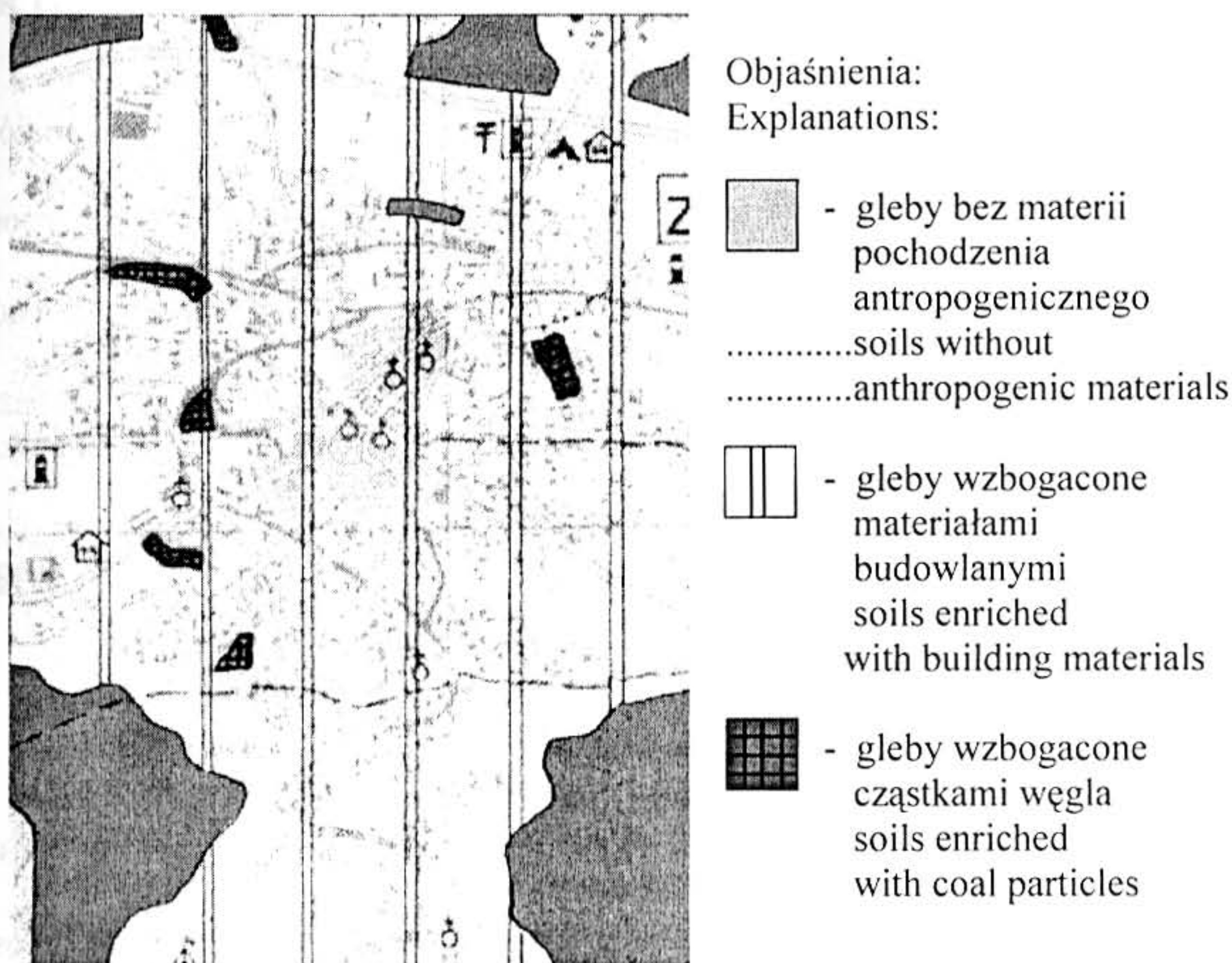
1. domieszki,
2. materiały o charakterze nawozowym,
3. zanieczyszczenia,
4. warstwy materiałów obcych (pokrywające glebę),
5. materiały rozdzielające poziomy genetyczne gleb.

Ponieważ dla praktyki gleboznawczej i potrzeb ochrony środowiska miejskiego powyższe podziały mogą być mało czytelne, Hiller i Meuser zaproponowali podział technogennych substratów glebowych na [6]:

1. gruz budowlany:
 - a. budownictwa mieszkaniowego (cegła, gips, zaprawa, beton i żelazobeton),
 - b. budownictwa drogowego (asfalt i masy bitumiczne),
2. żużle:
 - a. wielkopiecowe (pumeks hutniczy, piasek hutniczy, wełna hutnicza, gryz wielkopiecowy),
 - b. metalurgiczne (żużle pieców elektrycznych, żużle LD, żużle SM),
 - c. hutnicze (miedziowe, ołowiowe, chromowe, cynkowe, walcownicze),
3. pyły i popioły:
 - a. elektrowni węglowych (węgla kamiennego i brunatnego),
 - b. z pieców indywidualnych,
 - c. ze spalania odpadów,
4. wydobywcze i węgle:
 - a. materiały hałd,
 - b. węgle (kamienny, brunatny, koksy),
5. odpady komunalne:
 - a. domowe (tworzywa sztuczne, szkło, ceramika, metal, drewno, materiały złożone, resztki organiczne, odpady niebezpieczne),
 - b. wielkogabarytowe (kompozyty),
6. osady:
 - a. osady ściekowe,
 - b. osady z bagrowania zbiorników wodnych,
 - c. osady z oczyszczania wód.

3. GLEBY MIASTA ZIELONA GÓRA

Prawie wszystkie opisane materiały antropogeniczne występują w glebach miejskich Zielonej Góry, aczkolwiek nie w jednakowym udziale. Z racji intensywnej rozbudowy miasta duży jest udział gruzu budowlanego, różnego rodzaju – odłamki ceglane, betonowe i żelbetonowe, fragmenty izolacji (wełna mineralna, papa itd.), zaprawa



Rys. 1. Obecność materiałów antropogenicznych w glebach miejskich Zielonej Góry.
Fig. 1. Anthropogenic materials in Zielona Góra urban soils.

TABELA 2

Udział w analizowanych na terenie miasta Zielona Góra profilach glebowych warstw antropogenicznych, w porównaniu z niektórymi miastami niemieckimi [6].

TABLE 2

Percentage of anthropogenic layers in soil profiles in Zielona Góra city in compare with a chosen German cities [6].

| Warstwy: | Zielona Góra | Essen (Hiller Meuser 1998) | Gelsenkirchen (Herget 1992) | Berlin (Runge 1978) |
|------------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| [% ogółu analizowanych warstw] | | | | |
| bez mat. antropog.* | 44,18 | 32,9 | | |
| z małą zawartością mat. antropog. | 21,99 | 10,8 | - | - |
| mieszanina gl. min. z mat. antr.** | 23,50 | 39,3 | - | - |
| monowarstwa antropogeniczna | 2,44 | 3,1 | - | - |
| mieszanina mat. antropog. | 7,89 | 13,9 | - | - |
| z obecnością cegły | 25,00 | 46,0 | 77,0 | 80,0 |
| z obecnością zaprawy | 20,11 | 24,0 | 41,0 | |
| z obecnością cząstek węgla | 0,94 | 20,0 | 41,0 | 1,0 |

* - mat. antropog. → materiały antropogeniczne (anthropogenic materials)

** - mieszanina gl. min. z mat. antr. → mieszanina gleby mineralnej z materiałami antropogenicznymi (mixture of mineral soil with anthropogenic materials)

4. WNIOSKI

- Gleby miejskie na terenie Zielonej Góry wytworzyły się w 56 % z materiałów pochodzenia antropogenicznego, spełniających rolę skały macierzystej.
- Gleby miejskie Zielonej Góry wykazują w większości profili glebowych obecność materiałów budowlanych oraz żużli, co jest typowe dla większości miast Polski.
- W licznych przypadkach gleby miejskie Zielonej Góry wzbogacone są w odpady komunalne i szczególnie uciążliwe odpady szklane.
- W obszarze miasta spotykane są składowiska odpadów komunalnych o dużej miąższości warstw nasypanych, w wyniku czego lokalnie wykształciły się gleby o specyficznych właściwościach.
- Z punktu widzenia ekologii obszary miejskie są systemami o dużym skomplikowaniu wewnętrznym, co dotyczy także gleb miejskich formujących się pod działaniem nieraz trudnych do przewidzenia czynników.

5. LITERATURA

- [1] BURGHARDT W.: *Urbaner Bodenschutz*. Arbeitskreis Stadtböden der DBG (Hrsg.), Springer, Berlin, Heidelberg (1996).
- [2] CZARNOWSKA K.: *Gleby i rośliny w środowisku miejskim*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN; t. 418; z.1; s. 111-116, Warszawa (1995)
- [3] GREINERT A.: *Ochrona i rekultywacja terenów zurbanizowanych*. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej (2000), Monografia nr 97.
- [4] GREINERT A.: *Gleby i grunty miejskie*. [In:] Stan środowiska miasta Zielona Góra – 2000. Biblioteka Monitoringu Środowiska. WIOŚ w Zielonej Górze, UM w Zielonej Górze (2000), Rozdział 8., s. 107-118.
- [5] GREINERT A.: *Soils of the Zielona Góra urban area. Transformation of the soils as a result of urbanization processes*. 1st Int. SUITMA Conference, Proceedings vol. I: The unknown urban soil, detection, resources and facts, ed. W.Burghardt, Ch. Dornauf, Essen, Niemcy (2000).
- [6] HILLER D.A., MEUSER H.: *Urbane Böden*. Springer, Berlin, Heidelberg (1998).
- [7] KONECKA-BETLEY K., Janowska E., Luniewska-Broda J., Szpotański M.: *Wstępna klasyfikacja gleb aglomeracji warszawskiej*. Roczn. Gleb. t. XXXV, nr 2, s. 151-163. PTG Warszawa (1984)
- [8] TRZCIŃSKI Wł. (red.): *Systematyka Gleb Polski - wyd. IV*. Roczniki Gleboznawcze. tom XL, nr 3/4, PTG Warszawa (1989)

Henryk GREINERT

**ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W GLEBACH TERASY
ZALEWOWEJ ODRY W OKOLICY HUTY MIEDZI „GŁOGÓW”
I BYTOMIA ODRZAŃSKIEGO**

**THE HEAVY METAL CONTENT IN SOILS OF THE FLOODED
TERRACE IN THE VICINITY
OF “GŁOGÓW” COPPER SMELTERY AND BYTOM
ODRZAŃSKI**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

W glebach teras zalewowych rzeki Odry w okolicy Huty Miedzi „Głogów” oraz Bytomia Odrzańskiego oznaczono zawartość Pb, Cd, Zu i Cu. Przy Hucie Miedzi „Głogów” gleby znajdowały się w zasięgu emisji pyłów metalonośnych tego zakładu, a koło Bytomia Odrzańskiego były one poza zasięgiem tych zanieczyszczeń. O ile zawartość miedzi i ołowiu w glebie w Bytomiu Odrzańskim była wyraźnie niższa, to poziom zanieczyszczenia ich cynkiem i kadmem nie różnił się od gleb okolic huty. Wskazuje to na wpływ zanieczyszczeń niesionych przez wodę również z innych źródeł.

Summary

In the soils of the flooded terrace of the Odra river in the vicinity of Copper Smeltery “Głogów” and Bytom Odrzański the contents of Pb, Cd, Zn, and Cu were determined. By the copper smelter the soils were under the influence of the dust pollution from this plant, but in Bytom Odrzański the was not the case. The cooper and lead content was in Bytom Odrzański distinctly, lower as near the cooper smelter however, the zinc and cadmium content did not differ in the both localities. It is the evidence, that the river water transported this more soluble pollutants from beside copper smelter “Głogów”.

TABELA 1

Metale ciężkie w glebach terasy zalewowej Odry w okolicach Huty Miedzi „Głogów”

TABLE 1

The heavy metal content of the soils of flooded terrace of Odra river on the vicinity of copper smelter „Głogów”

| Lp No | Profil nr Profile number | Głębokość Depth cm | Skład mechaniczny Soil texture | Substancja organiczna Organic matter % | pH _w | Metale ciężkie ogółem – ppm s.m. gleby Heavy metal-total ppm d.m. soil | | | |
|----------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|-----------------|---|-----------------|--------------|-----------------|
| | | | | | | Ołów Lead | Kadm Cadmium | Cynk Zinc | Miedź Copper |
| 1 | Głogów 1 | 0-2 | gp | 18,9 | 5,6 | 360,6 | 3,1 | 461,8 | 907,0 |
| 2 | Głogów 1 | 2-10 | gl | 16,9 | 5,3 | 587,2 | 3,6 | 628,8 | 1582,8 |
| 3 | Głogów 1 | 10-30 | gl | 3,6 | 5,7 | 53,7 | 1,1 | 180,2 | 48,2 |
| 4 | Głogów 1 | 30-50 | pl | 3,7 | 6,2 | 21,6 | 0,1 | 9,0 | 11,9 |
| 5 | Głogów 2 | 0-2 | pgm | 5,7 | 4,8 | 430,0 | 0,9 | 204,0 | 862,0 |
| 6 | Głogów 2 | 2-10 | ps | 1,7 | 5,0 | 151,1 | 0,3 | 81,1 | 354,2 |
| 7 | Głogów 2 | 10-20 | pgl | 3,0 | 5,3 | 136,9 | 0,7 | 121,5 | 375,6 |
| 8 | Głogów 2 | 20-50 | pl | 0,2 | 6,2 | 19,6 | 0,06 | 31,4 | 14,2 |
| 9 | Głogów 3 | 0-1 | glp | 25,4 | 5,8 | 306,6 | 4,9 | 794,4 | 596,8 |
| 10 | Głogów 3 | 1-3 | glp | 19,6 | 4,3 | 483,4 | 2,2 | 396,0 | 1021,6 |
| 11 | Głogów 3 | 3-10 | gp | 4,5 | 4,3 | 54,4 | 1,4 | 142,4 | 112,1 |
| 12 | Głogów 3 | 10-20 | ps | 2,3 | 5,4 | 21,2 | 0,1 | 92,4 | 26,8 |
| 13 | Głogów 3 | 20-50 | pgm | 2,0 | 5,4 | 19,1 | 0,03 | 27,6 | 19,6 |
| 14 | Głogów 4 | 0-1 | glp | 18,1 | 5,3 | 319,0 | 5,2 | 873,0 | 561,4 |
| 15 | Głogów 4 | 1-3 | glp | 20,1 | 4,7 | 86,6 | 3,5 | 750,0 | 1612,8 |
| 16 | Głogów 4 | 3-10 | glp | 8,8 | 4,0 | 118,9 | 0,6 | 137,4 | 344,6 |
| 17 | Głogów 4 | 10-20 | gl | 3,1 | 4,7 | 24,9 | 0,1 | 60,8 | 21,6 |
| 18 | Głogów 4 | 20-50 | gsp | 2,2 | 4,8 | 20,1 | 0,04 | 69,2 | 20,6 |

TABELA 2

Metale ciężkie w glebach terasy zalewowej Odry w okolicach Bytomia Odrzańskiego

TABLE 2

The heavy metal content of the soils of flooded terrace of Odra river in the vicinity of Bytom Odrzański

| Lp No | Profil nr Profile number | Głębokość Depth cm | Skład mechaniczny Soil texture | Substancja organiczna Organic matter % | pH _w | Metale ciężkie ogółem – ppm s.m. gleby Heavy metal-total ppm d.m. soil | | | |
|----------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|-----------------|---|-----------------|--------------|-----------------|
| | | | | | | Ołów Lead | Kadm Cadmium | Cynk Zinc | Miedź Cooper |
| 1 | Bytom Odrz. 1 | 0-0,5 | gl | 2,6 | 5,6 | 17,0 | 0,5 | 37,7 | 12,5 |
| 2 | Bytom Odrz. 1 | 0,5-3 | gl | 12,6 | 5,1 | 76,7 | 2,2 | 328,0 | 56,8 |
| 3 | Bytom Odrz. 1 | 3-8 | gl | 8,7 | 5,2 | 51,4 | 1,6 | 207,4 | 44,9 |
| 4 | Bytom Odrz. 1 | 8-15 | gś | 5,8 | 5,5 | 31,5 | 1,0 | 90,4 | 18,8 |
| 5 | Bytom Odrz. 1 | 15-25 | gś | 5,1 | 5,6 | 23,2 | 0,6 | 61,6 | 16,0 |
| 6 | Bytom Odrz. 2 | 0-2 | gpp | 23,2 | 4,6 | 282,2 | 4,9 | 612,4 | 328,4 |
| 7 | Bytom Odrz. 2 | 2-5 | gpp | 23,9 | 4,4 | 400,4 | 5,0 | 605,4 | 407,6 |
| 8 | Bytom Odrz. 2 | 5-20 | gsp | 24,9 | 5,0 | 91,2 | 2,1 | 371,0 | 42,14 |
| 9 | Bytom Odrz. 2 | 20-40 | gś | 12,6 | 5,2 | 28,7 | 0,5 | 89,3 | 33,86 |
| 10 | Bytom Odrz. 3 | 0-2 | gl | 12,5 | 5,7 | 119,0 | 3,7 | 699,8 | 127,0 |
| 11 | Bytom Odrz. 3 | 2-10 | gl | 14,0 | 5,6 | 368,4 | 5,9 | 914,8 | 318,4 |
| 12 | Bytom Odrz. 3 | 10-20 | glp | 12,5 | 5,7 | 358,2 | 5,6 | 886,8 | 454,8 |
| 13 | Bytom Odrz. 3 | 20-40 | gśp | 13,2 | 5,9 | 134,7 | 3,9 | 723,2 | 395,1 |
| 14 | Bytom Odrz. 4 | 0-3 | gśp | 18,5 | 5,3 | 94,1 | 5,7 | 938,0 | 103,2 |
| 15 | Bytom Odrz. 4 | 3-10 | glp | 19,2 | 5,3 | 36,1 | 8,9 | 1502,3 | 335,6 |
| 16 | Bytom Odrz. 4 | 10-20 | gśp | 17,3 | 5,1 | 453,0 | 7,3 | 992,2 | 388,0 |
| 17 | Bytom Odrz. 4 | 20-50 | gl | 18,9 | 5,2 | 204,0 | 6,2 | 962,2 | 268,0 |

Duże ilości cynku i kadmu w tych glebach są natomiast trudniejsze do wyjaśnienia, ponieważ w glebach uprawnych znajdującymi się poza obwałowaniami, tak dużych stężeń tych metali nie notowano [4,7]. Uwzględniając znacznie większą

rozpuszczalność Zn i Cd w wodzie (tab. 3), można przypuszczać, że znaczną część tych zanieczyszczeń przyniosła Odra z górnego biegu. Za takim wyjaśnieniem przemawiają też wyniki uzyskane dla gleb okolic Bytomia Odrzańskiego (tab. 2). O ile zawartość miedzi i ołowiu w madach na tym terenie była w porównaniu z okolicami Głogowa wyraźnie niższa, to stężenie Zn i Cd było na podobnym poziomie.

TABELA 3

Średnie zawartości metali ciężkich ich rozpuszczalność w glebach zanieczyszczonych

TABLE 3

The mean contents of heavy metals and their solubility in polluted soils.

| Pierwiastek Element | Forma Form | Gleby nie zanieczyszczone Non-polluted soils | | Gleby i osady zanieczyszczone Polluted soils and sediments | | | |
|------------------------|----------------------|--|----------------|---|--------------------|--------------------------------------|--|
| | | brunatne (gliniaste) brown (loamy) | torfy peats | piaszczys- te sandy | gliniaste loamy | osad ściekowy sewage sludge | osad rzeczny (z Odry) river sediment from Odra |
| Cu | Ogółem, Total [ppm] | 62,0 | 15,0 | 1386,0 | 1436,0 | 379,0 | 134,0 |
| | 0,1 n HCl [%] | 22,2 | | 12,1 | 27,9 | 33,0 | 25,6 |
| | H ₂ O [%] | 0,16 | | 0,22 | 0,24 | 0,08 | 1,33 |
| Pb | Ogółem, Total [ppm] | 95,5 | 12,0 | 654,3 | 621,6 | 433,0 | 117,8 |
| | 0,1 n HCl [%] | 10,8 | 40,8 | 9,5 | 11,4 | 19,1 | 5,6 |
| | H ₂ O [%] | 0,73 | 0,0 | 0,2 | 0,24 | 0,05 | 0,37 |
| Zn | Ogółem, Total [ppm] | 111,6 | 27,8 | 134,0 | 276,6 | 2171,0 | 1357,1 |
| | 0,1 n HCl [%] | 14,5 | 60,1 | 11,3 | 12,7 | 23,3 | 52,3 |
| | H ₂ O [%] | 9,4 | 1,8 | 6,7 | 5,1 | 1,1 | 3,9 |
| Cd | Ogółem, Total [ppm] | 1,92 | 3,0 | 1,7 | 3,82 | 7,6 | 15,80 |
| | 0,1 n HCl [%] | 14,6 | 13,3 | 8,8 | 9,2 | 4,6 | 5,3 |
| | H ₂ O [%] | 8,0 | 2,1 | 7,0 | 5,0 | 0,3 | 3,6 |
| Ni | Ogółem, Total [ppm] | 25,4 | 8,5 | 13,3 | 29,1 | 43,0 | 33,5 |
| | 0,1 n HCl [%] | 9,0 | 23,5 | 10,7 | 7,3 | 51,2 | 77,1 |
| | H ₂ O [%] | 5,8 | 16,5 | 8,1 | 3,8 | 1,4 | 2,7 |
| Mn | Ogółem, Total [ppm] | 705,0 | 51,0 | 386,5 | 769,0 | 455,0 | 706,0 |
| | 0,1 n HCl [%] | 14,8 | 31,4 | 17,6 | 13,4 | 3,5 | 32,6 |
| | H ₂ O [%] | 0,23 | 8,80 | 4,3 | 0,84 | 0,68 | 4,6 |
| Co | Ogółem, Total [ppm] | 11,9 | 3,0 | 10,6 | 19,6 | 15,1 | 10,9 |
| | 0,1 n HCl [%] | 19,4 | 60,0 | 21,0 | 16,9 | 21,2 | 24,9 |

W świetle liczb granicznych opracowanych przez IUNG (tab. 4) gleby okolic Głogowa w obrębie okolic obwałowań Odry są przede wszystkim ze względu na nadmierne skażenia miedzią, przekraczające granicę stężenia dla V klasy zanieczyszczeń nieprzydatne do uprawy jakichkolwiek produktów spożywczych lub pasz. Zaprzestanie emisji nadmiernych ilości pyłów metalonośnych przez Hutę „Głogów” [2] nie zmieni jeszcze długo stężenia metali w glebie, ze względu na jej zwięzłość, a więc małą podatność na wymywanie składników przez wodę. Powódź 1997 roku spowodowała jednak na powierzchni, około 20% terenu wypłukanie części spławialnych i usypanie łąch piaszczystych. W ten sposób nastąpiło naturalne „pranie gleby” i pozbycie się wraz z drobną frakcją gleby nagromadzonych metali ciężkich.

TABELA 4

Stopnie zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi wg IUNG.

TABLE 4

Trigger values for soils polluted with heavy metals (according) to IUNG

| Metal Metal | Grupa gleb Soil group | Stopień zanieczyszczenia gleb The degree of pollution | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|--|-----|------|------|------|-------|
| | | 0 | I | II | III | IV | V |
| Ołów Lead (Pb) | A | 30 | 70 | 100 | 500 | 2500 | >2500 |
| | B | 50 | 100 | 250 | 1000 | 5000 | >5000 |
| | C | 70 | 200 | 500 | 2000 | 7000 | >7000 |
| Cynk Zinc (Zn) | A | 50 | 100 | 300 | 700 | 3000 | >3000 |
| | B | 70 | 200 | 500 | 1500 | 5000 | >5000 |
| | C | 100 | 300 | 1000 | 3000 | 8000 | >8000 |
| Miedź Copper (Cu) | A | 15 | 30 | 50 | 80 | 300 | >300 |
| | B | 25 | 50 | 80 | 100 | 500 | >500 |
| | C | 40 | 70 | 100 | 150 | 750 | >750 |
| Kadm Cadmium (Cd) | A | 0,3 | 1 | 2 | 3 | 5 | >5 |
| | B | 0,5 | 1,5 | 3 | 5 | 10 | >10 |
| | C | 1,0 | 3 | 5 | 10 | 20 | >20 |

Objaśnienia: A – gleby bardzo lekkie i lekkie kwaśne, B – gleby średnie i ciężkie kwaśne, C – gleby ciężkie.

0 – gleby nie zanieczyszczone, I – zawartość metali ciężkich podwyższona, II – słabe zanieczyszczenie, III – średnie zanieczyszczenie, IV silne zanieczyszczenie, V bardzo silne zanieczyszczenie.

Legend: A – very light and light soils acid, B – medium and heavy soils, acid, C – heavy soils. 0 – non-polluted soils, I – slightly elevated heavy metal concentration, II – weakly polluted soils, III – medium polluted soils, IV – strong polluted soils, V – very heavy polluted soils

Gleby okolic Bytomia Odrzańskiego dzięki niższej koncentracji miedzi mogą być w świetle norm IUNG nadal wykorzystywane jako użytki zielone, przy czym wskazane byłoby raczej użytkowanie łąkowe, a nie pastwiskowe. Na skutek udeptywania przez bydło gleba jest nadmiernie ubijana, pogarszają się i tak już niekorzystne właściwości fizyczne. Oprócz tego w młodej trawie pastwiskowej jest więcej metali ciężkich niż w sianie, dzięki „efektowi rozcieńczenia”.

Poprawa czystości gleb zalewanych przez wody Odry będzie uzależniona od stanu zanieczyszczenia powierzchni w górnym jej biegu.

4. WNIOSKI

1. Stan zanieczyszczenia gleb w obrębie obwałowań Odry w pobliżu Huty Miedzi „Głogów” nie pozwala na uprawę żadnych roślin do skarmiania i spożycia głównie ze względu na nadmierną koncentrację miedzi.
2. Zanieczyszczenia tych terenów przez cynk i kadm trzeba łączyć w znacznej mierze z źródłami innymi, niż huty miedzi.
3. Użytkowanie terenów zalewowych przez wody Odry jest możliwe. Optymalnie można je wykorzystać jako łąki.

5. LITERATURA

- [1] ANDERSEN A.: *Determination of ecologically significant fractions of some heavy metals in soils*. Swedish J. Agric. Res. str. 19-25 (1976)
- [2] DOBRZAŃSKI J., BYRDZIAK H.: *Wpływ polskiego przemysłu miedziowego na środowisko naturalne*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Nr 418, str. 391-398, (1995)
- [3] GREINERT A.: *Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa i ochrony gleb*. Wyd. Politechniki Zielonogórskiej. Zielona Góra (1998)
- [4] GREINERT H. GAJEWSKI K., DRAB M.: *Zanieczyszczenie gleb przez Huty Miedzi*. Ochrona Środowiska. PZiTS nr 521/1(31) str. 21-22, Wrocław (1987)
- [5] Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska: *Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka, WWA*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa (1995)
- [6] POLAŃSKI A.: *Geochemia i surowce mineralne*. Wyd. geologiczne, Warszawa (1988)
- [7] STRĄCZYŃSKI S., ANDRASZCZAK E.: *Ocena stanu zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi gleb i roślin w rejonie oddziaływania Huty Miedzi „Głogów”*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, nr 418, str. 399-405, (1995)
- [8] SZERSZEŃ L., CHODAK T., KARCZEWSKA A., KASZUBKIEWICZ J. BOGACZ A., KABAŁA C.: *Stan środowiska glebowego Dolnego Śląska po powodzi w 1997 roku. „Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry. Sytuacja po powodzi w 1997 roku*. str. 241-261, Zielona Góra 15-16.09 (1998)

Krzysztof GRZELAK

**ROZWIĄZANIA TECHNICZNE I MATERIAŁY
ZASTOSOWANE PRZY ZABEZPIECZENIU SKARPY
ZBIORNIKA WODNEGO W DYCHOWIE**

**TECHNICAL SOLUTIONS AND THE MATERIALS USED IN
PROTECTING THE SLOPE OF THE WATER RESERVOIR
IN DYCHÓW**

Zespół Elektrowni Wodnych Dychów SA
The Water Power Plants Complex Dychów Co.

Streszczenie

Dwudziestego trzeciego grudnia 1997 r. popłynęła z Elektrowni Wodnej Dychów energia elektryczna do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego po modernizacji i rekonstrukcji obwałowań zbiornika górnego. Prace trwały nieprzerwanie od 23 kwietnia 1997 r. od momentu osunięcia się skarpy zbiornika górnego wraz z drogą krajową nr 287, na teren i obiekty Elektrowni Wodnej Dychów. Przemieszczeniu uległo około 30 tysięcy metrów sześciennych gruntu. Uszkodzona została ściana budynku elektrowni, zasypane pomieszczenia technologiczne w obrębie turbozespołu nr 1, aparatura elektryczna i kontrolna. Komisja poawaryjna zakończyła prace w miesiąc po wydarzeniu – 23 maja 1997 roku. W czerwcu przygotowano i przyjęto koncepcję usuwania skutków awarii skarpy przy Elektrowni Wodnej Dychów. Od 1 lipca ruszyły prace przywracające zdolność produkcyjną elektrowni polegające na wykonaniu przesłony przeciwfiltracyjnej w podłożu obu przyczółków budowli ujmującej wodę do rurociągów derywacyjnych, wykonaniu na przedpolu budynku elektrowni głębokiego drenażu pionowego, oraz odtworzeniu nasypu skarpy. W czasie jedenastu miesięcy dzięki wysiłkowi na miejscu budowy geologów, geotechników, projektantów i wykonawców robót, zmodernizowane obiekty zostały przekazane Inwestorowi do eksploatacji.

Summary

On December 23rd, 1997 the electric energy generated by the Hydro-Electric Power Station in Dychów reached the National Electric Power Engineering System after the upper reservoir embankments have been reconstructed and modernized. The works had been carried out continuously since April 23rd, 1997 when the upper reservoir slope including the national road No 287 had slid down onto the premises of the Hydro-Electric Power Station Dychów. Around 30 thousand cubic meters of ground had been relocated. The building wall of the power station had been destroyed, the technological facilities in the turbine set 1 as well as the electric and control apparatus had been covered with earth.

The break-down committee in charge of assessing the damages completed its works a month after the catastrophic event took place, that is on May 23rd, 1997. In June the committee members agreed upon and approved of the project for the repair of the failure in the Hydro-Electric Power Station Dychów. On June 1st, the works on recovering the production capacity of the station started and they included: placing the cut-off wall in the foundation of both the abutments (heads) of the building taking water into the derivative pipeline, making deep vertical drainage on the power station building apron as well as reconstructing the slope.

After eleven months of works with the combined intensive efforts of geologists, geotechnicians, designers as well as builders, the modernized facilities were taken over by the Investor and started operating.

1. WSTĘP

Elektrownia Wodna Dychów, usytuowana jest na lewym brzegu doliny rzeki Bóbr i wykorzystuje piętrzenie w 42,8 km rzeki. W jej skład wchodzi: jaz w Krzywańcu, kanał roboczy derywacyjny o długości 20,4 km ze śluzą wlotową i wylotową, zbiornik retencyjny Dychów, kanał doprowadzający, zamek wodny (budowla ujmująca wodę do rurociągów), rurociągi robocze, elektrownia, kanał odprowadzający. Z elektrownią Dychów związany jest też stopień Raduszec Stary, którego piętrzenie tworzy zbiornik dolny elektrowni Dychów. W skład stopnia wodnego Raduszec Stary wchodzi: zbiornik wyrównawczy, jaz i elektrownia.

W dniu 23 kwietnia 1997 r. uległa awarii lewa skarpa zbocza przy EW Dychów. Bezpośrednimi skutkami osunięcia było:

- Uszkodzenie fragmentu skarpy, pomiędzy lewym rurociągiem energetycznym, a budynkiem gospodarki olejowej wraz z posadowioną na niej drogą krajową nr 287 Lubsko – Krosno Odrzańskie, chodnikami, barierkami oraz ogrodzeniem i zniszczenie infrastruktury zlokalizowanej na skarpie (studnie kontrolne, drenaże odprowadzające wodę ze skarpy, piezometry, repery, schody betonowe i trasy kabli energetycznych).

- Uszkodzenie budynku siłowni; zniszczenie ściany zewnętrznej od strony GW, uszkodzenie stalowej konstrukcji nośnej, zasypanie pomieszczeń technologicznych elektrowni wraz ze znajdującymi się w nich urządzeniami głównymi i pomocniczymi, armaturą, aparaturą elektryczną i kontrolno – pomiarową oraz instalacjami technologicznymi
- Przemieszczenie poziome budynku nastawni w kierunku dolnej wody
- Zniszczenie placu manewrowego z fragmentem bocznic kolejowej.

Wtórne skutki katastrofy:

- Załadowanie dolnego stanowiska jazu w Krzywańcu i kilku-kilometrowego odcinka naturalnego koryta rzeki Bóbr będące wynikiem wymuszonego zrzutu wody ze zbiornika wyrównania dobowego poprzez śluzę nr 2, kanał energetyczny i śluzę nr 1.
- Uszkodzenie płyt betonowych ubezpieczenia skarp kanału energetycznego spowodowane koniecznością szybkiego (awaryjnego) obniżenia wody w kanale bez możliwości zachowania warunków określonych dla tej czynności w stosownych zaleceniach eksploatacyjnych

W wyniku przeprowadzonego konkursu, wyłoniona została i zatwierdzona do realizacji koncepcja odbudowy skarpy zaproponowana przez Hydroprojekt Warszawa. Obejmowała ona zakres niezbędnych prac badawczych i robót budowlanych mających w efekcie umożliwić dalszą bezpieczną eksploatację elektrowni. Ponadto Inwestor wykorzystując przestój obiektu zdecydował się na wykonanie wcześniej planowanych prac modernizacyjnych, wymagających zaprzestania pracy obiektu.

Odbudowa objęła swym zakresem następujące obiekty:

- kanał wlotowy ze śluzą nr II
- konstrukcję wlotową do rurociągów energetycznych (tzw. zamek wodny) wraz ze skrzydełkami
- skarpe ziemną przykrywającą rurociągi energetyczne
- zniszczoną skarpe prawego przyczółka
- system drenaży

Generalnym założeniem proponowanej przez Hydroprojekt Warszawa koncepcji odbudowy skarpy było wykonanie następujących prac:

- wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej w podłożu na obu przyczółkach zamka wodnego, zmniejszającej gradient filtracji oraz ilość wody filtrującej z kanału dopływowego wzdłuż skrajnych rurociągów energetycznych do dolnego stanowiska elektrowni
- wykonanie na przedpolu budynku elektrowni głębokiego drenażu pionowego z odprowadzeniem wody do sztolni drenażowo kontrolnych w fundamentach rurociągów
- odtworzenie nasypu skarpy z wyselekcjonowanego materiału sypkiego zgodnie z warunkami technicznymi dla nasypów hydrotechnicznych

Ponieważ technologia uszczelnienia zbiornika górnego uniemożliwia pozostawienie go bez osłony wodnej (uszczelnienie łem) zdecydowano się na wykonanie grodzy odcinającej zbiornik od kanału wlotowego, przy opróżnionym kanale wlotowym.

Przed przystąpieniem do ww. prac przeprowadzono rozległe badania hydrogeologiczne i geotechniczne. W oparciu o wyniki badań określono szczegółowo zakres następujących robót:

- głębokość posadowienia przesłony przeciwfiltracyjnej i jej długość na lewym i prawym przyczółku
- zakres usunięcia gruntu wypartego w wyniku awarii
- zakres koniecznej do wykonania wibroflotacji
- ostateczny kształt i zakres odbudowy nasypów

W okresie lipiec-sierpień 1997 wykonano następujące badania:

- 28 otworów wiertniczych o głębokości od 6,0 do 36,0 m, łącznie 525,1 mb
- 53 sondowania sondą ciężką, łącznie 521,6 mb
- 14 sondowań sondą statyczną wciskaną CPT, łącznie 138,9 mb
- 21 sondowań sondą wkręcaną, łącznie 168,4 mb
- pobrano 5 próbek gruntu o nienaruszonej strukturze
- zainstalowano 3 piezometry
- przeprowadzono badania prędkości filtracji w 15 piezometrach
- wykonano badania właściwości fizycznych gruntów na 91 próbkach
- przeprowadzono badania wytrzymałości na ścinanie w aparacie trójosiowym na 9 próbkach gruntu.

2. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

Ubezpieczenia skarp kanału wlotowego

Przeprowadzone przeglądy odwodnionego stanowiska skłoniły projektantów do wyboru wariantu wykonania nowych ubezpieczeń skarp kanału na podłożu z istniejącego ubezpieczenia, traktując je jako utwardzone i uformowane podłoże. Remont ubezpieczeń skarp kanału na odcinku od zamka wodnego do śluzy nr 2 wykonano w następujący sposób:

- u podstawy skarpy wykonano nowy krawężnik betonowy, kotwiony do istniejącej płyty dennej
- na skarpach (o nachyleniu 1:2,5) wykonano płyty żelbetowe o grubości 20 cm i wymiarach w planie (szer. x dług.) 3,0 x 4,10 m. Zbrojenie płyty dwiema siatkami z prętów ϕ 10 mm o oczkach 20 x 20 cm. Wykonanie płyt na mokro z zagęszczeniem w deskowaniach ślizgowych
- układ nowych płyt dostosowano do podziału istniejącego ubezpieczenia, zwracając uwagę, aby nowe dylatacje pionowe przebiegały wzdłuż dylatacji pionowych istniejącego ubezpieczenia
- dylatacje pomiędzy płytami wypełniono kompozytem papy izolacyjnej i geowłókniny celem umożliwienia odpływu wody spod płyt w przypadku obniżenia poziomu wody w zbiorniku

Przesłona przeciwfiltracyjna

W celu wydłużenia drogi filtrującej wody przy skrzydełkach zamku wodnego zaprojektowano i wykonano przesłonę przeciwfiltracyjną. Składa się ona z dwóch odcinków:

- lewego o długości ok. 144 m biegnącego od istniejącego muru oporowego lewego skrzydełka zamka wodnego
- prawego o długości ok. 106 m biegnącego od istniejącego muru oporowego prawego skrzydełka zamka wodnego

Przesłonę wykonano w wykopie szczelinowym o szerokości 0,60 m drążonym mechanicznie koparką chwytkowa w obecności zawiesziny samotężejącej SOLIDUR, zapewniającej stateczność ścian wykopu w czasie jego głębenia. Przesłona wykonana z poziomu terenu, została zagłębiona na min. 1,50 m w utwory nieprzepuszczalne (gliny piaszczyste zwięzłe – rozpoznane w lipcu 1997 i w trakcie wykonania przesłony).

Zagęszczenie podłoża skarpy metodą wibroflotacji

Przeprowadzone badania geotechniczne gruntów zalegających w podłożu zniszczonej skarpy lewego przyczółka oraz gruntów zalegających w podłożu i tworzących skarpe prawego przyczółka wykazały konieczność wzmocnienia gruntów podłoża z uwagi na ich niski stopień zagęszczenia.

Zagęszczenie podłoża metodą wibroflotacji wykonano na dwóch obszarach:

- na lewo od rurociągu energetycznego nr I
- na prawo od rurociągu energetycznego nr III

Z uwagi na wymagania projektowe, obszar podlegający zagęszczeniu podzielono na dwie strefy:

- strefę I (dolną) – gdzie stopień zagęszczenia gruntu po wykonaniu wibroflotacji wynosi $ID > 0,70$
- strefę II (górną) – gdzie stopień zagęszczenia gruntu po wykonaniu wibroflotacji wynosi $ID > 0,80$

W trakcie wykonywania wibroflotacji prowadzona była bieżąca kontrola zagęszczenia gruntu. Wykonano ogółem 116 sondowań sondą ciężką o łącznej głębokości około 900 mb.

Głęboki drenaż pionowy

Głęboki drenaż pionowy wykonano u podstawy skarpy, przed blokiem elektrowni. Jego zadaniem jest przechwytywanie i odprowadzanie wód filtrujących w stronę stanowiska dolnego elektrowni. Drenaż ten składa się z czterech odcinków:

- dwóch odcinków o długości ok. 8,0 m zlokalizowanych pomiędzy rurociągami energetycznymi z odprowadzeniem wody do sztolni kontrolnej środkowego rurociągu
- drenażu lewej części skarpy o długości ok. 50,0 m z odprowadzeniem wody do sztolni kontrolnej lewego rurociągu energetycznego

- drenażu prawej części skarpy o długości ok. 27,0 m z odprowadzeniem wody do sztolni kontrolnej prawego rurociągu energetycznego

Konstrukcja drenażu składa się z:

- rurociągu z perforowanych rur PEHD o średnicy 300 mm
- drenażu żwirowego o szerokości 1,0 m
- geowłókniny (chroniącej drenaż żwirowy) o dużej przepuszczalności i wysokich parametrach wytrzymałościowych
- warstwy piasku średniego (min. 25 cm)

Nasyp skarpy

Po wykonaniu i odebraniu przez nadzór geotechniczny wglębnego zagęszczenia podłoża odbudowano nasyp skarpy zgodnie z następującymi założeniami:

- podparto skarpe gabionami
- uformowano skarpe ze spadkiem o nachyleniu 1:2,5 oraz 1:1,5 dla fragmentu skarpy nad elektrownią i o nachyleniu 1:2 dla fragmentu skarpy nad budynkiem olejarni
- wykonano ławeczki (w 1/3 i 2/3 wysokości skarpy) celem stworzenia ciągów komunikacyjnych umożliwiających dokonywanie przeglądów stanu technicznego skarp
- powierzchnię modernizowanej skarpy centralnej na całej jej wysokości wzmocniono systemem geosiatek
- skarpe „nasypu drogowego” o nachyleniu 1:1,5 dodatkowo wzmocniono systemem geosiatek

Powyższe założenia uzupełniono w trakcie realizacji o ubezpieczenie, pozostałej nie wzmocnionej geosiatką skarpy, darniną ułożoną w kratę. Ciągi komunikacyjne na ławeczkach ubezpieczone zostały 20 cm warstwą żwiru. Na całej skarpie wykonany został system odwodnienia powierzchniowego, zabezpieczający skarpe przed rozmyciem w przypadku wystąpienia nawałnych deszczy. W ramach modernizacji skarpy wykonano dodatkowo przebudowę drenażu wokół budynku olejarni oraz złagodzone nachylenie stromej skarpy biegnącej wzdłuż budynku olejarni.

Aparatura Kontrolno Pomiarowa.

W celu zapewnienia niezawodności eksploatacyjnej i bezpieczeństwa budowli, obiekt wyposażono w następujące urządzenia kontrolno pomiarowe:

- inklinometry
- kolumny osiadań
- piezometry otwarte
- repery powierzchniowe
- repery głębinowe
- łąty wodowskazowe
- przelewy pomiarowe i wodomierze na wylotach z drenażu
- Automatyczny System Technicznej Kontroli Zapór, mierzący w dowolnie zadanym przedziale czasu:
 - zwierciadło wody w piezometrach

- temperaturę wody w piezometrach
- przechyl konstrukcji betonowych ujęcia wody do rurociągów technologicznych (hydroniwelatory)
- przemieszczenia konstrukcji betonowych w przerwach dylatacyjnych (szczelinomierze)
- wydatki drenaży
- temperaturę otoczenia
- ciśnienie atmosferyczne
- opady
- zwierciadło wody w zbiorniku wyrównania dobowego (górnym)
- zwierciadło wody stanowiska dolnego EW Dychów

Ponadto kompleks obiektów hydrotechnicznych eksploatowanych przez Zespół Elektrowni Wodnych Dychów S.A. poddawany jest bieżącej ocenie stanu technicznego wykonywanej przez wyspecjalizowane instytucje.

3. LITERATURA

- [1] BRYŚ H.: *Geodezyjne pomiary odkształceń i przemieszczeń zapór wodnych*. Politechnika Krakowska. Kraków (1996)
- [2] Hydroprojekt Warszawa Sp. z o.o. Projekt budowlany. Dychów 1997 – 98 r.
- [3] LEWANDOWSKI B.: *Bezpieczeństwo budowli hydrotechnicznych po wieloletnim okresie eksploatacji na przykładzie stopnia wodnego Dychów*. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Poznań (1993)
- [4] LEWANDOWSKI R. *Aktywne projektowanie w trakcie realizacji poawaryjnej odbudowy i modernizacji skarpy przy Elektrowni Szczytowo-Pompowej Dychów*. Referat głównego projektanta usunięcia skutków awarii skarpy przy EW Dychów „Ekoenergia” Gdynia (1998)

Zbigniew HABER, Piotr URBAŃSKI

**PRZYRODNICZE, EKOLOGICZNE I TECHNICZNE ASPEKTY
REKULTYWACJI TERENÓW ZDEWASTOWANYCH PRZEZ
KOPALNICTWO WĘGLA BRUNATNEGO NA OBSZARZE
TRÓJKĄTA ŁUŻYCKIEGO**

**THE NATURAL, ECOLOGICAL AND TECHNICAL ASPECT OF
RECOLTIVATION OF THE TERRAIN'S DEVASTATED BY
BROWN COAL MINING INDUSTRY IN EAST GERMANY**

Akademia Rolnicza Poznań, Katedra Kształtowania Terenów Zieleni
Academy of Agriculture in Poznań, Department of Green Areas Forming

Streszczenie

W publikacji przedstawiono przykłady dewastacji krajobrazu (środowiska) przez kopalnictwo węgla brunatnego na terenie b. NRD. Problem w tym samym wymiarze dotyczy również Polski. Po konferencji najwyższych przedstawicieli wszystkich rządów państw świata w Rio de Janeiro w 1992 roku, rząd zjednoczonych Niemiec przystąpił do sukcesywnej likwidacji kopalń, z zagospodarowaniem tych terenów dla celów turystyki i rekreacji. W pracy podano szczegóły techniczne likwidacji urządzeń (wyposażenia) kopalń (koparki, taśmociągi, urządzenia gospodarcze) i tworzenia terenów rekreacyjnych wokół powstających zbiorników wodnych. Temat "Przyrodnicze, ekologiczne i techniczne aspekty rekultywacji terenów zdevastowanych przez kopalnictwo węgla brunatnego na obszarze trójkąta Łużyckiego" zawiera uogólnione treści publikacji we wszystkich aspektach tytułu pracy.

Summary

In the publication the devastation of landscape by brown coal mining industry in east Germany is described. This problem pertains also to country in similar range. After the world conference in Rio de Janeiro in 1992. - called "peak of the world", the government of Germany (after the connection of both states) began to abolish the mines of brown coal and all the grounds after the mines are planned to design as regions for recreation purposes, naturally after filling up the excavations first with sand and then with water and planting young forests in surrounding of the lakes. In the lecture the details of technical problems of digging and

transporting equipment liquidation has been described. Also the method of the total arrangement of green belts around the new created water reservoirs, including the improve of dead soil was described. The topic of the lecture (as above) containing general information about this problem described on twelve pages, is based on personal visitation of both authors in this region of east Germany in 1999 year.

Dewastacja w krajobrazie dokonywana przez kopalnictwo węgla brunatnego w państwach byłego bloku socjalistycznego była wynikiem fałszywego poglądu na sprawy ekologii lub całkowitego braku takiej polityki. W krajach, w których eksploatowano pokłady węgla brunatnego w II-giej połowie XX wieku, dokonywano okrutnego okaleczenia krajobrazu przez zdejmowanie kilkudziesięciometrowej warstwy tzw. nadkładu z terenów, gdzie zamierzano wydobywać pokłady węgla. Powstające leje depresyjne powodowały odwadnianie całych regionów, co nie pozostawało bez ujemnego wpływu na stan rolnictwa. Inną przyczyną dewastacji były powstające gigantyczne hałdy ziemi z nadkładów, których powierzchnia była niekiedy 2 - 3 krotnie większa niż obszar samych wyrobisk.

Od 1971 roku tj. od pamiętnej światowej konferencji ekologicznej w Sztokholmie rozpoczęto nieśmiało próby powstrzymania dalszej degradacji, szeroko pojmowanej dewastacji środowiska naturalnego. Dopiero jednak w roku 1992 na międzynarodowej konferencji "szczytu świata" (premierzy i prezydenci 150 państw) w Rio de Janeiro, podjęto zdecydowane działania dla poprawy stanu ekologii, a ważnym ustaleniem dotyczącym m.in. krajobrazu była AGENDA - 21. Jej hasło "działaj lokalnie - myśl globalnie" dało w niektórych krajach niemal natychmiastowe efekty w postaci zdecydowanych działań na rzecz ochrony środowiska,- w tym krajobrazu. Od tego czasu,- zamiast dotychczasowej polityki pseudo-ekologicznej, w myśl której "przyroda może wiele znieść i sama poradzi sobie z przywróceniem równowagi",- coraz częściej realizowane jest hasło "rozwoju zrównoważonego",- co oznacza umiar i ostrożność w działaniach na rzecz "rozwoju, który niszczy". Stosowanie obecnie zasady "rozwoju zrównoważonego" stanowi podstawę ekologii na przyszłość XXI wieku.

Jednym z zadań wyznaczonych dla sygnatariuszy AGENDY - 21, jest przywracanie równowagi przyrodniczej na obszarach zniszczonych przez rabunkową działalność człowieka. W krajach Europy wschodniej dotyczy to szczególnie obszarów zdewastowanych przez kopalnictwo węgla brunatnego. Rehabilitacja tych obszarów przekracza zwykle możliwości organizacyjne i finansowe lokalnych społeczności, a nawet władz centralnych. Dlatego w Unii Europejskiej stworzono instytucje, które dysponując środkami finansowymi na poprawę stanu ekologii mogą być pomocne dla państw, które takie potrzeby wykazują. Przykładem są Niemcy (RFN) które takie fundusze uzyskały i przy udziale rządu, powiatów i gmin podjęły się rekultywacji obszarów zdewastowanych przez kopalnictwo węglowe byłej NRD .

Warto podkreślić, że podpowierzchniowe kopalnictwo węgla brunatnego stanowi dla krajobrazu większe zagrożenie niż wgłębne wydobywanie węgla kamiennego. Podkłady węgla brunatnego zalegają na głębokości kilkudziesięciu metrów pod powierzchnią, gdyż węgiel brunatny jest tworem o wiele młodszym od węgla kamiennego. Węgiel brunatny powstał w geologicznej epoce permu (około 200

milionów lat temu) podczas gdy pokłady węgla kamiennego są co najmniej o 150 mln. lat starsze. Obydwa rodzaje węgla powstały z roślinności, którą były drzewiaste paprocie, skrzypy, widłaki i mchy. W geologicznej historii ziemi, ich szczytowy rozwój trwał w okresie ery paleozoicznej. Roślinność węglotwórcza w okresie ery paleozoicznej rozwijała się na powierzchni ziemi. Sprzyjał temu gorący, wilgotny i nasycony dwutlenkiem węgla klimat paleozoiku. Intensywna fotosynteza w okresie karbonu i permu powodowały niezwykle bujny rozwój formacji węglotwórczych. Obumierające rośliny tworzyły pokłady, które na skutek procesów górotwórczych i erozyjnych zapadały się w głąb ziemi bądź przykrywane były warstwami skał, kamieni, żwirów, piasków i wreszcie gleb. Na skutek ciśnienia powodowanego przez warstwy przykrywające pokłady i na skutek rozkładu masy organicznej roślinności węglotwórczej następował proces uwęglania, w wyniku którego zawartość pierwiastkowego węgla zwiększyła się w pokładach węgla brunatnego do ponad 70 %. W węglu brunatnym występuje też kilka procent siarki, wapnia, magnezu i ślady metali. Pokłady węgla brunatnego, które powstały w późniejszym okresie geologicznym (permu) w bardziej suchym klimacie, zawierają w swoim składzie roślinność z dużą domieszką sagowców i milorzębów. Wartość energetyczna węgla brunatnego jest znacznie niższa niż węgla kamiennego i wynosi średnio 8,5 MJ/kg podczas gdy węgiel kamienny zawierając od 82 do 94 % węgla pierwiastkowego, posiada wartość energetyczną dochodzącą w niektórych pokładach do 30 KJ/kg (antracyty). Biorąc pod uwagę niską jakość i małą głębokość zalegania, węgiel brunatny jest tanim źródłem energii. Pomimo, że dla jego wydobywania nie trzeba kopać szybów górniczych, drążyć podziemnych chodników i budować pod ziemią obszerne wyrobiska podpierane stemplami, wydobywanie powierzchniowe węgla brunatnego związane z koniecznością zdejmowania nadkładu jest kłopotliwe i wiąże się z okresową dewastacją krajobrazu i zanieczyszczeniem środowiska pyłami i dymem zawierającym toksyczną siarkę powodującą kwaśne deszcze.

Rekultywacja wyrobisk pokopalnianych węgla brunatnego przedstawiona została na przykładzie działań realizowanych przez rząd i lokalne samorzady miast i gmin RFN na obszarze byłego zagłębia węgla brunatnego we wschodnich Niemczech (b. NRD).

Tereny krajobrazu zdewastowanego przez kopalnictwo węgla brunatnego znajdujące się na obszarze trójkąta łużyckiego (Zittau, Cottbus, Lipsk), zajmują obszar ponad 70 tys. ha. Obecnie eksploatacja węgla brunatnego na tych terenach ulega likwidacji głównie ze względów ekologicznych. Kopalnictwo węgla brunatnego nie tylko dewastuje krajobraz, ale jest również przyczyną zanieczyszczenia środowiska, gdyż spalanie węgla brunatnego wprowadza do atmosfery nadmierne ilości siarki, azotu, dymów, pyłów itp. i obok motoryzacji jest główną przyczyną toksycznych dla gleb i roślinności kwaśnych opadów.

Na wspomnianym obszarze znajduje się kilkadziesiąt wyrobisk po wydobywaniu pokładów węgla, które w tym rejonie zalegały na głębokościach od 40 do 60 m od powierzchni ziemi. Aby dotrzeć do tak głęboko zalegających złóż węgla, trzeba było zdejmować warstwę nadkładów w wielu miejscach o grubości powyżej 50 m. Powstawały w ten sposób ogromne obszary okaleczonego krajobrazu, obejmujące zarówno głębokie wykopy (wyrobiska po wydobywaniu węgla), jak i zwały hałd ziemi (martwicy) zalegającej przed eksploatacją nad pokładami jako tzw. nadkład. Szczególną dewastację w krajobrazie powodowała składowana na powierzchni martwica

pochodząca z nadkładów, której zwaly zwykle zajmowały jeszcze większe obszary niż same wyrobiska, gdyż wysokość hałd nie przekraczała na ogół 30 m.

Problem ten znany jest również w Polsce, gdzie "księżycowy" krajobraz na obszarach eksploatacji węgla brunatnego występuje w okolicach Konina (Adamów, Turek), Zgorzelca, (Turoszów, Bogatynia), okolic Belchatowa i w innych obszarach kraju. W Polsce zlokalizowanych jest ponad 20 wielkich złóż, wśród nich pokłady na terenie Wielkopolski (obejmujące obszar całego Wielkopolskiego Parku Narodowego), których eksploatacja na szczęście nie została zrealizowana przez byłe władze PRL.

U nas jak dotychczas nic się nie robi, aby istniejące przy kopalniach węgla brunatnego wyrobiska rekultywować w sposób przywracający zniszczonemu krajobrazowi jego walory przyrodnicze. Przywrócenie pierwotnej fizjografii tych terenów nie jest już możliwe, ale wzorem naszych zachodnich sąsiadów pokopalniane tereny można rekultywować z pożytkiem dla przyrody i człowieka. W odróżnieniu od bezczynności władz Polski, rząd zjednoczonych Niemiec, po likwidacji byłej NRD, przyjął koncepcję pełnej rekultywacji terenów kopalń węgla brunatnego, zakładając ich rewitalizację i waloryzację dla potrzeb turystyki i rekreacji w ciągu 30 lat tj. do roku 2020.

Prace rozpoczęto w roku 1991 od wykonania projektów likwidacji kolejnych kopalń i projektów zagospodarowania zdewastowanego krajobrazu.

W pierwszej kolejności zrealizowano projekty zagospodarowania terenów pokopalnianych w rejonie Lipska, gdzie w południowo – wschodnich okolicach miasta znajdowało się w czasach byłej NRD osiem kopalń odkrywkowych o powierzchni od 160 do 970 ha, a głębokość zalegania pokładów węgla wynosiła od 45 do 63 m od powierzchni. Aby dokopać się do tych pokładów trzeba było zdjąć tzw. nadkład (warstwę gleby uprawnej wraz z martwicą). Zdejmowanie nadkładu z pokładów węgla brunatnego wykonywano metodą odkrywkową przy użyciu ogromnych maszyn tj. samobieżnych koparek. Kopalnie te wyposażone więc były w gigantyczne kroczące – koparki i wielokilometrowe taśmociągi do transportu wydobywanych mas ziemi (nadkładu), jak i węgla brunatnego. Budowa kopalń i eksploatacja węgla brunatnego powodowały więc dewastację przyrodniczą krajobrazu. W okolicach Lipska powierzchnia zdewastowanego w ten sposób krajobrazu wynosiła około 12 tys. ha.

Autorzy publikacji biorąc udział w konferencji ekologicznej połączonej z objazdem niektórych terenów zagłębia łużyckiego mieli okazję zapoznać się z tymi problemami "na żywo", – szczególnie w okolicach Lipska.

Te proekologiczne działania podjęte 10 lat temu, dają już zauważalne efekty. Decyzją rządu federalnego Niemiec z 1991 roku było utworzenie wokół Lipska pierścienia sztucznych jezior przez zagospodarowanie w tym rejonie ośmiu wyrobisk powęglowych. Dwa z nich już zostały zrehabilitowane: Cosppudener See (420 ha) i Kulkwitzer See (126 ha) tworząc obszerne zbiorniki wodne z zorganizowanym zapleczem turystyczno rekreacyjnym i urządzonym otoczeniem leśnym. Zagospodarowanie pozostałych sześciu wyrobisk w tym rejonie zaplanowano na najbliższe lata. Są to efekty decyzji i planów centralnych realizowanych z finansów miast, powiatów i gmin z pomocą funduszy Unii Europejskiej na ochronę środowiska i na rozwój agroturystyki. Prace przy realizacji tych planów są już na tyle zaawansowane, że oprócz dwóch wymienionych zbiorników już napełnionych, dwa następne (Hasselbacher See i Heiner See) są w trakcie napełniania wodą, a budowę

dalszych czterech zaplanowano na lata następne. Źródłem wody do napełniania zbiorników jest rzeka Elstera, czerpiąca swoje źródła w górach Rudawskich oraz jej dopływy Pleisse, Partha, Mulde, Poselbach, Kamenke, Luppe i inne, dzięki czemu rolnictwo tego regionu nie cierpi z powodu nagłego odwodnienia gleb uprawnych, przeciwnie zbiorniki staną się źródłem wody dla rolnictwa już teraz oraz w przyszłości.

Problem techniczny stanowiły gigantyczne stalowe koparki o masie wielu tysięcy ton, które usunięto przy użyciu środków wybuchowych. Po założeniu przez saperów kilkuset ładunków trotylu, odpalenie ich w jednej sekundzie zmieniło te gigantyczne maszyny w poszarpane złomowisko. Pocięte na kawałki, wykorzystywane są jako surowiec wtórny dla hutnictwa.

Pierwszym tak zrehabilitowanym wyrobiskiem po kopalni węgla brunatnego w bezpośrednim sąsiedztwie Lipska, były tereny pokopalniane w pobliżu wsi Cospuden (20 km na południe od Lipska). Budowa tego obiektu trwała 7 lat, a jego napełnianie 3 lata. Obecnie powierzchnia tego zbiornika po napełnieniu wodą wynosi 420 ha. Zbiornik Cospuden stanowi centrum utworzonego na terenach pokopalnianych parku krajobrazowego o powierzchni trzykrotnie większej niż lustro wody powstałego jeziora. Zbiornik otoczony świeżo wysadzonym lasem mieszanym, posiada rozległe, piaszczyste plaże z zapleczem wodno-turystycznym dla żeglarzy, kajakarzy, rowerów wodnych, z nabrzeżem dla statku spacerowego itp.

W pobliżu znajduje się 30 m wieża z tarasem widokowym na rozległą okolicę. Wokół zbiornika wśród młodych lasów zbudowano drogę dojazdową dla autobusów. Droga ta łączy odległy o 1500 m od jeziora parking samochodowy z plażami. Oprócz drogi dojazdowej, wśród leśnych nasadzeń znajdują się utwardzone ścieżki spacerowe i rowerowe, a między plażą a lasem urządzono pas wydm obsadzonych trawami, głównie wydmuchrzycą piaskową, kępowymi gatunkami traw z rodzaju kostrzewa, strzępica i inne.

W przeszłości, przy kopalniach węgla brunatnego lokalizowano zazwyczaj elektrownie i inne zakłady przemysłowe wykazujące duże zapotrzebowanie na tanią energię elektryczną. Na wschodnim obrzeżu zbiornika Cospuden, widać jeszcze pozostałości po dawnej elektrowni. Dziś jest to już tylko skansen jako "memento mori" dla nieprzemysłanych w przeszłości poczynań ludzi nieodpowiedzialnych za stan środowiska. W muzeum tego terenu obok jeziora, na fotografiach sprzed 10-ciu lat obejrzed można dawne wyrobiska i zdewastowany przez nie krajobraz okolic Cospuden.

Na zakończenie - kilka szczegółów o budowie. Prace rozpoczynano od usuwania gigantycznych, krocących koparek i taśmociągów. Zlikwidowano też urządzenia pomocnicze, towarzyszący im sprzęt i zabudowania gospodarcze z terenu kopalń, a z wyrobisk wypompowano wody pokopalniane. W rejonie Lipska (Cosspuden i Kulkwitzer) usunięto około 10 miliardów m³ zanieczyszczonej brunatnej wody. Osuszone dno wyrównano i wyłożono 0,5 m warstwą żwiru, a wewnątrz wyrobisk wypełniono ziemią (martwicą) z hałd powstałych z nadkładu. Zagęszczenie ziemi wypełniającej wyrobisko wykonano przez ujeżdżanie ciągnikami i sychaczami gaśienicowymi, które nawożoną ziemię równocześnie wyrównywały i rozprowadzały. Po wypełnieniu wyrobiska ziemią do poziomu 5 m poniżej planowanego lustra wody, na zagęszczoną warstwę wyłożono 50 cm żwiru, jako izolację dna przyszłego jeziora. Obrzeża wymodelowano tak, aby mogły powstać plaże o łagodnym spadku w kierunku wody. W wielu miejscach wierzchnią warstwę gruntu na obrzeżach przemieszczano na znaczną odległość niwelując nierówności plaż. Na ukształtowany poziom plaż, nawieziono 30 - 50 cm warstwą żwiru jako drenaż, a na nią wyłożono 30 cm warstwę drobnego piasku plażowego. Postępując w ten sposób na plaże zbiornika Cosspuden wywieziono 22 tysiące m³ żwiru i piasku.

Otoczenie zbiornika po wyrównaniu powierzchni na odległość kilkuset metrów od plaż, użyżniono przy pomocy różnego rodzaju substancji organicznej, jak torfy niskie, kora, pozostałości rozdrobnionego węgla brunatnego, namuły z drenażu rzek i jezior itp. i na obrzeżach zbiornika Cosspuden posadzono 48 milionów drzew leśnych, głównie sosny zwyczajnej z domieszką drzew liściastych.

Warto również zauważyć, że tak rozległe zbiorniki jak Cosspuden stwarzają na obrzeżach korzystne warunki pracy dla turbin wiatrowych, których liczba w ostatnich latach w RFN gwałtownie rośnie. Na obszarze parku krajobrazowego Cosspuden planuje się budowę w przyszłości zespołu turbin o łącznej mocy 3000 kW. Planiści przewidują, że budowa turbin dostarczy tyle energii elektrycznej, ile uzyskałoby się ze spalania 6000 ton węgla brunatnego rocznie, z tą różnicą że będzie to energia ekologiczna, czysta, odnawialna.

Jest to wzorcowy przykład działań proekologicznych na rzecz rekultywacji krajobrazu okaleczonego w tak okrutny sposób bezmyślnymi poczynaniami ludzi nie liczących się w przeszłości z przyrodą i krajobrazem. Opisane przykłady winny zachęcać do podobnych poczynań również najwyższe władze RP i specjalistów od planowania przestrzennego naszego kraju.

Opracowano na podstawie materiałów z konferencji objazdowej "Krajobrazy XXI wieku" zorganizowanej w roku 2000 przez uczelnie wrocławskie: Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej oraz przez Politechnikę Wrocławską.

Zdzisław HARABIN¹, Witold PULKOWSKI², Andrzej WRONA³

REKULTYWACJA ORAZ ZAGOSPODAROWANIE LEŚNE WYROBISK PO EKSPLOATACJI KRUSZYW NATURALNYCH W REGIONIE ŚRODKOWOPOMORSKIM

RECULTIVATION AND AFFORESTATION OF NATURAL AGGREGATE EXCAVATION GROUNDS IN ŚRODKOWE POMORZE

¹Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrzu

¹PAS Institute of Environment Engineering in Zabrze

²Urząd Wojewódzki w Szczecinie, Delegatura w Koszalinie

²Provincial Office in Szczecin, Delegation in Koszalin

³Uniwersytet Opolski

³University of Opole

Streszczenie

W Polsce najliczniejszą grupą nieużytków przemysłowych tworzą wyrobiska towarzyszące wydobyciu kruszyw naturalnych, głównie piasku i żwiru stosowanych w budownictwie i drogownictwie. Ocenia się, że w chwili obecnej na obszarze kraju tego rodzaju pustek poeksploatacyjnych wstępuje ponad 30 tysięcy, przy czym jak dotychczas większość z nich nie jest zagospodarowana. Toteż w pewnych regionach kraju nieużytki te stanowią poważny problem, gospodarczy i ekologiczny. Jednym z kierunków docelowego zagospodarowania terenów związanych z eksploatacją kruszyw naturalnych jest kierunek leśny. W pracy przedstawiono trzy wybrane wyrobiska poeksploatacyjne zlokalizowane w regionie środkowopomorskim dokonując charakterystyki złóż, przebiegu prac z zakresu techniczno-biologicznej rekultywacji oraz leśnego zagospodarowania gruntów przekształconych, przy czym należy podkreślić, że wszelkie prace z tym związane były prowadzone równoległe z wydobywaniem kopalin.

Summary

One of the most numerous group of postindustrial waste land create to the excavations accompanying to mine of natural resources, mostly of sand and of gravel applied in construction and road building in Poland. It

estimates oneself, that in present moment on the area of country the number of this kind of post-exploitation emptiness steps out beyond 30 thousands. Most of them are not developed. So in some regions of country these waste lands determine serious economic and ecological problem. One of the target directions of developing of the grounds connected with exploitation of natural resources natural is forest - direction. In project one introduced three selected excavations situated in Middle-Pomeranian region. It described the profiles of deposits, the course of technical-biological reclamation and forest - farm implementation of transformed grounds. It is necessary underline, that all works connected with this form were conducted to extract of minerals simultaneously.

1. WPROWADZENIE

Jedną z gałęzi przemysłu, która na trwale przekształca tysiące hektarów produkcyjnych gruntów rolnych i leśnych, w trudne do rekultywacji nieużytki jest górnictwo surowców skalnych, przy czym do znaczących dewastatorów zalicza się kopalnictwo odkrywkowe kruszyw naturalnych. W Polsce tego rodzaju udokumentowanych geologicznie złóż jest 3915, w tym zagospodarowanych 1360, których zasoby bilansowe wynoszą około 14,5 mld ton [GUS, 2000].

Niezmiernie poważnym problemem, tak gospodarczym jak i ekologicznym w wielu regionach kraju jest obecność w środowisku terenów przekształconych, w następstwie wydobywania m.in. kruszyw budowlanych i drogowych (piaski, żwiry). Wyrazem tego jest liczebność czynnych i zaniechanych miejsc eksploatacji wymienionych kopalni, których już na początku lat osiemdziesiątych na obszarze kraju istniało około 30 tys. [Kozłowski, 1982].

Z drugiej strony postępujący proces ich rekultywacji jest zbyt wolny, co spowodowało ogromne zaległości w restytucji powierzchni przekształconych. W regionie środkowopomorskim istnieje 57 zarejestrowanych złóż kruszyw naturalnych, których zasoby szacuje się na około 295 mln ton. Aktualnie 25 złóż jest zagospodarowanych.

Z eksploatowanych złóż 15 będzie rekultywowanych w oparciu o kierunek leśny, natomiast pozostałe będą przeznaczone pod zbiorniki wodne lub grunty orne.

W prezentowanej pracy przedstawiono ogólną charakterystykę geologiczną nadkładu i złóż: „Parsecko”, „Sępólno Wielkie” i „Węgorzewo Koszalińskie” eksploatowanych przez Koszalińskie Kopalnie Surowców Mineralnych „Kruszywa” S.A., a ponadto przebieg prac z zakresu rekultywacji techniczno-biologicznej i leśnego zagospodarowania terenów poeksploatacyjnych.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BUDOWY GEOLOGICZNEJ REGIONU

Obszar Pomorza Środkowego leży w obrębie dwóch dużych jednostek geologicznych: wału pomorskiego i niecki pomorskiej. Podłoże czwartorzędowe budują utwory reprezentujące cały mezozoik, za wyjątkiem triasu po kredę oraz utwory

trzeciorzędowe (oligocen, miocen). Utwory mezozoiku za wyjątkiem triasu, to główne utwory powstałe w środowisku morskim (wapienie, margle) przewarstwione osadami lądowymi (mułowce, iłowce, piaskowce) kredy dolnej. Na początku trzeciorzędu również dominują utwory pochodzenia morskiego przechodzące w miocenie w osady lądowo-jeziorne. Osady miocenu pojawiają się na powierzchni w formie oderwanych przez lądolód kier – Wzgórza Chełmskie k/Koszalina.

2.1. Złoże „Parsęcko”

Złoże kruszywa naturalnego „Parsęcko” jest położone w gminie Szczecinek, oddalone od miasta o około 7 km na północny – zachód. Złoże zalega na fragmencie pola sandrowego rozwiniętego na przedpolu moreny czołowej. Serię złożową budują różnoziarniste piaski ze żwirem oraz pospółki o średnim punkcie piaskowym wynoszącym 59,08%. Miąższość jej waha się od 2,0 m do 9,2 m (średnio 4,44 m). Zalegającą nad złożem glebę, piaski pylaste i gliniaste zaliczono do nadkładu. Jego średnia grubość wynosi 0,85 m, przy wartościach skrajnych 0,1-3,3 m. Spąg złoża wyznaczono na poziomie występowania drobnoziarnistych piasków oraz na kontakcie z glinami [4]. Złoże do poziomu rozpoznania jest suche. Według stanu na 1.07.1966 r. zatwierdzone zasoby geologiczne wynosiły 7 013 000 ton, w tym bilansowe 3 147 000 ton.

2.2. Złoże „Sępólno Wielkie”

Udokumentowane złoże o stosunkowo małych zasobach geologicznych wynoszących 18,8 mln. ton. Natomiast przesłanki geologiczne wskazują na możliwość powiększenia zasobów. Złoże obejmujące powierzchnię około 167 ha jest zbudowane z utworów piaszczysto – żwirowych pochodzenia wodnołądowego. Głównie są to kruszywa grubo frakcyjne stanowiące mieszaninę różnoziarnistego piasku i żwiru o średnicach przeważnie 1, 2, 3, 4 cm [2] wykorzystywane w budownictwie i przy budowie dróg.

Pod warstwą nadkładu o grubości od 0,2 do 4,0 m, zalega seria złożowa piaszczysto – żwirowa o miąższości od 2,0 do 12,2 m, którą podściela warstwa drobno i średnioziarnistego piasku, przy niewielkim udziale zalegających w spągu piasku gliniastego i gliny piaszczystej. Są to tereny suche, łatwo przepuszczalne o głęboko zalegającym zwierciadle wód gruntowych.

2.3. Złoże „Węgorzewo Koszalińskie”

Złoże kruszywa naturalnego „Węgorzewo Koszalińskie” położone jest około 12 km w linii prostej na wschód od Koszalina w miejscowości o tej samej nazwie w gminie Sianów. Jest to złoże wielosurowcowe – kruszywo naturalne i piaski formierskie. Udokumentowane zostało z dokładnością odpowiadającą kategorii C1 i C2. Seria określona w dokumentacji geologicznej jako piaski budowlane zbudowana jest z piasków o zróżnicowanym uziarnieniu z przewagą drobnoziarnistych, przewarstwionych, głównie w części spągowej, utworami piaszczysto – żwirowymi z wtrąceniami otczaków. Genetycznie seria ta związana jest z działalnością

wodnolodowcową. W obrębie procesu klastycznego wydzielono serię typowo piaszczystą o średnim punkcie piaskowym (śr.p.p.) 90% i serię piaszczysto – żwirową o śr.p.p. 65%. Miąższość złoży waha się w przedziale od 4,0 m do 12,7 m (średnio 7,7 m) na obszarze udokumentowanym w kategorii C1 oraz od 4,4 m do 10,0 m (średnio 6,8 m) na obszarze kategorii C2. Strop złoży przykryty jest nadkładem, który stanowi gleba, piaski gliniaste i glina o grubości od 0,3 m do 3,5 m – kategoria C1 (średnio 2,2 m) i od 1,0 m do 3,4 – kategoria C2 (średnio 1,6 m). Spąg piasków budowlanych wyznacza strefa kontaktu z utworami ilastymi, glinami oraz strop mioceńskich piasków formierskich. Piaski formierskie występują w lokalnej rynnie, w części południowo-wschodniej. Miąższość ich jest zmienna, w otworach badawczych stwierdzono, że dochodzi do 20,7 m.

Złoże „Węgorzewo Koszalińskie” jest złożem częściowo zawodnionym, zwierciadło wody występuje na poziomie 10,0 m p.p.t. (37,7 m n.p.m.).

Przedmiotem eksploatacji jest kruszywo naturalne, piaski trzeciorzędowe nie były i nie są eksploatowane [3,5]. Zatwierdzone zasoby geologiczne, według stanu na dzień 17.02.1986 r., wyniosły:

- kruszywo naturalne (piasek): 5 791 000 ton,
- kruszywo naturalne (piasek, żwir): 3 066 000 ton,
- piaski formierskie: 7 596 000 ton.

3. REKULTYWACJA TECHNICZNO – BIOLOGICZNA TERENÓW POEKSPLOATACYJNYCH

3.1. Uporządkowanie rzeźby terenu.

W procesie restytucji terenów przekształconych wydobywaniem piasku i żwiru, sprawą niezwykle istotną jest właściwe ukształtowanie pustek poeksploatacyjnych. Na ogół są to tereny zdeformowane robotami górniczymi, ze znacznymi deniwelacjami występującymi w postaci lokalnych zagłębień i wzniesień dochodzącymi nawet do kilku metrów.

W przypadku omawianych obiektów, prace techniczne miały na celu ukształtowanie spągu wyrobisk i skarp oraz rozścielenie na ich dnie zebranego nadkładu i pozostałości eksploatowanego kruszywa.

W wyrobisku po wyeksploatowanym złożu „Parsecko”, przemieszczono i rozproszono, przy użyciu ciężkiego sprzętu mechanicznego około 100 tys. m³ materiału ziemnego, natomiast w wyrobisku „Sępólno Wielkie” ulokowano go 120 tys. m³, zaś w obiekcie „Węgorzewo Koszalińskie” 170 tys. m³. Zastosowanie systemu wstępnego przesiewania wybranego złoży „Parsecko” na ścianie eksploatacyjnej pozwoliło na pozostawienie w wyrobisku około 60% frakcji piaskowej (do 2 mm). Miąższość rozścielonej warstwy nadkładu wynosiła od 0,5 m („Sępólno Wielkie”) do 1,5 – 2,0 m („Węgorzewo Koszalińskie”).

Techniczna strona prowadzonych prac była zgodna z dokumentacją projektową [4,5,11]. Tym samym stworzone zostały warunki dla podjęcia dalszych prac wchodzących w zakres zagospodarowania leśnego wyrobisk.

3.2. Nawożenie zielone i mineralne

Głównym celem nawożenia jałowych gruntów nadkładu rozścielonego na dnie wyrobisk było jego wzbogacenie w niezbędne dla roślin składniki pokarmowe. Liczne przykłady dowodzą, że przy rekultywacji gruntów zbudowanych z piasków luźnych zabieg ten jest wręcz niezbędny. Stąd niezrozumiałym jest fakt, iż na terenie rekultywowanej odkrywki „Parsecko” nie podjęto tego typu prac, mimo, że projekt je przewidywał [4].

Na pola poeksploatacyjne – złoża „Sępólno Wielkie” wprowadzono roślinność motylkową w składzie [11]: łubin żółty – *Lupinus luteus* L. (150 kg/ha), nostryk biały – *Melilotus albus* Med. (50 kg/ha), komonicę rożkową – *Lotus corniculatus* L. (5 kg/ha) oraz przelot pospolity – *Anthyllis vulneraria* L. (5 kg/ha).

Przed wysiewem nasion wymienionych gatunków roślin zastosowano nawożenie mineralne NPK w ilościach wynoszących odpowiednio: N-200, P-300 i K-200 kg/ha. W przeliczeniu na czysty składnik zachowano następujące proporcje składników jak 0,4:1,5:1,2. Azot dostarczono do gleby w postaci saletrzaku podwójnego (20,5% N), fosfor w postaci superfosfatu (26% P), potas w postaci soli potasowej (40% K).

Trzeba tu z całym naciskiem podkreślić, że zaproponowane przez projektantów dawki nawozów nie są możliwe do przyjęcia, bowiem kilkakrotnie przekraczają zapotrzebowanie roślin na te składniki. Ograniczona objętość artykułu nie pozwala na rozwinięcie tematu. Aby jednak rozwiać wszelkie wątpliwości należy powiedzieć, że np. startowe nawożenie azotem w postaci saletry amonowej (saletrzak został wycofany z produkcji) powinno kształtować się na poziomie około 50 kg/ha.

Nawozy wymieszano z podłożem przy użyciu brony talerzowej, natomiast grunt po wysiewie nasion bronowano broną lekką i przywałowano wałem gładkim. Tak przygotowane powierzchnie sukcesywnie przekazywano Lasom Państwowym pod zalesianie. W latach 1982- 2000 zrekultywowano i zalesiono 72,63 ha. Zakłada się, że w końcowym etapie eksploatacji złoża przypadającym na lata 2008-2010 pod uprawy leśne przeznaczony jest dalsze 135 ha.

Na przygotowane do rekultywacji biologicznej wyrobisko „Węgorzewo Koszalińskie” zastosowano jedynie wysiew łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.), bez nawożenia mineralnego. Należy to uznać za błąd, ponieważ jak wynika z badań [Furdyna, 1996], na ubogich piaskach nawożenie roślin motylkowatych, w tym łubinu żółtego korzystnie wpływa na wzrost i rozwój roślin, co tym samym zwiększa masę zieloną.

Będąc przy problemie nawożenia rekultywowanych wyrobisk po wydobyciu kruszyw naturalnych nie sposób nie wspomnieć o możliwości wykorzystania do tych celów odwodnionych osadów ściekowych, charakteryzujących się dużą wartością glebotwórczą i nawozową [Siuta, 1996, 1999; Wasiak, 1995]. Podjęte badania na terenie kopalni żwiru w Mrzezynie k/Pucka m.in. dotyczące dawki i sposobu aplikacji osadów pod rośliny uprawne zostały omówione w pracy [Quanta i Sobocińskiego, 2000]. Szerokie pole do ich stosowania upatrujemy przy leśnym zagospodarowaniu terenów po kopalnictwie piasku i żwiru. Niestety, niestety, często niezrozumiałe uprzedzenia do osadów ściekowych, skutecznie blokują wdrożenie ich do praktyki leśnej.

4. ZAGOSPODAROWANIE LEŚNE WYROBISK .

4.1 Skład gatunkowy upraw

Czynnikiem determinującym skład nasadzeń jest woda, która ma decydujący wpływ na warunki siedliskowe [Krzaklewski, 1990]. W odniesieniu do wyrobisk suchych jest ona praktycznie poza zasięgiem systemów korzeniowych. W takich przypadkach skład zakładanych upraw jest ograniczony. W korzystniejszych warunkach (gospodarka wodno-opadowa) wachlarz gatunków może być bogatszy.

W warunkach rozpatrywanych wyrobisk gatunkiem podstawowym była sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.), której udział wynosił około 80%. Liczącym się gatunkiem była również brzoza brodawkowata (*Betula verrucosa* Ehrh.) około 10-12%. Z gatunków domieszkowych (pielęgnacyjnych) np. na wyrobisku „Pasłęcko” zastosowano dąb czerwony (*Quercus rubra* L.), olszę czarną (*Alnus glutinosa*) i buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.), zaś z gatunków fitomelioracyjnych wprowadzono jarzab pospolity (*Sorbus aucuparia* L.) oraz czeremchę późną (*Padus serotina* Ehrh.).

4.2. Materiał sadzeniowy, wiek, sposób sadzenia, więźba, udatność upraw

Wyselekcjonowane, odpowiadające I klasie jakości, jednoroczne sadzonki sosny sadzono pod kostur, natomiast gatunki liściaste, jako dwulatki w dołki o wymiarach 30x30x30 cm.

Dla gatunku podstawowego, którym była sosna przyjęto więźbę 1,5x0,45 m (Sępólno Wielkie”) oraz 1,5x0,7 m („Parsecko”, „Węgorzewo Koszalińskie”), co w przeliczeniu na hektar wynosi od 14,8 do 13,0 tys. sadzonek. Dla pozostałych gatunków liściastych więźba była luźniejsza i wynosiła od 1,5x1,0 m („Węgorzewo Koszalińskie”), 1,5x1,2 m („Sępólno Wielkie”) oraz 1,65x1,0 m („Parsecko”). Zastosowane więźby zwłaszcza w odniesieniu do sosny są zgodne z obowiązującymi zasadami hodowlanymi.

Jak na grunty przekształcone, przyjęcie się sadzonek było wysokie i wahało się na wszystkich obiektach w granicach 80-90%. W przypadku wyrobiska „Parsecko” w wypadach duży udział (około 15%) miała zwierzyna płowa (zgryzanie).

W oparciu o kierunek leśny na wyrobisku „Parsecko” zagospodarowano 30 ha gruntów, z czego 20 ha na początku lat dziewięćdziesiątych, natomiast 10 ha w roku 2000. Przewiduje się zalesienie 5 ha w roku bieżącym. Powierzchnia zalesiona na polach poeksploatacyjnych złoża „Sępólno Wielkie” łącznie wynosi 72,6 ha, zaś na wyrobisku „Węgorzewo Koszalińskie” 6 ha. Zarówno uprawy jak i młodniki wykazują prawidłowy wzrost i rozwój.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Istnienie w Polsce dużej, jeśli nie ogromnej liczby wyrobisk towarzyszących eksploatacji piasku i żwiru, głównie dla budownictwa i drogownictwa stwarza w pewnych regionach kraju poważne problemy gospodarczo – społeczne i przyrodnicze.

Jednym z kierunków biologicznego, docelowego zagospodarowania tego rodzaju nieużytków jest kierunek leśny, przywracający terenom przekształconym określone wartości produkcyjno – użytkowe. Ze względu na specyfikę podłoża (skład mechaniczny utworów, mała wilgotność, ubóstwo składników pokarmowych), generalnie wyrobiska uznano za trudne do rekultywacji biologicznej [Krzaklewski, 1999]. Tym bardziej godne uwagi są zalesione wyrobiska, w których pogodzone wydobycie kopalin z sukcesywnie prowadzonymi pracami rekultywacyjnymi.

W oparciu o materiały źródłowe [4,5,11] oraz przeprowadzone zabiegi rekultywacyjne rodzą się następujące wnioski:

W warunkach gleb przekształconych wielkość dawek nawozów mineralnych bezwzględnie należy ustalać w oparciu o analizy chemiczne gleby. Zawyżanie wielkości dawek mija się z celem, bowiem w takich przypadkach straty z tytułu wypłukiwania składników pokarmowych mogą być znaczne.

Wykorzystując dotychczasowe doświadczenia należy stwierdzić, że wysiew nasion roślinności motylkowatej oraz nawożenie mineralne są podstawowymi zabiegami w procesie biorestytucji gruntów bezglebowych.

Aby wyjść z kręgu trudnego do przełamania problemu użytkowania odwodnionych osadów ściekowych do rekultywacji, zachodzi pilna potrzeba ich przetestowania w naszych warunkach pod względem przydatności do leśnego zagospodarowania wyrobisk po eksploatacji kruszyw naturalnych.

6. LITERATURA

- [1] *Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złóż czwartorzędowych, piasków budowlanych i trzeciorzędowych piasków formierskich w kategorii C2 „Węgorzewo Koszalińskie”*, Gdańskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszyw i Usług Geologicznych w Gdańsku – Oliwie, Gdańsk – Oliwa (1986)
- [2] *Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w kategorii C2+C1+B „Sepólno Wielkie”*, Przedsiębiorstwo Geologiczno – Badawcze Przemysłu Kruszyw i Surowców Mineralnych w Gdańsku, Gdańsk (1971)
- [3] *Dokumentacja geologiczna złoża piasków budowlanych w kategorii C2 „Węgorzewo Koszalińskie”*, Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie, Kraków, (1972)
- [4] *Dokumentacja wyrobisk poeksploatacyjnych złoża kruszywa naturalnego „Parsecko”*, Gdańskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszywa i Usług Geodezyjnych „Kruszgeo” w Gdańsku – Oliwie. Gdańsk – Oliwa (1977)
- [5] *Dokumentacja rekultywacyjna „Węgorzewo Koszalińskie”*, Gdańskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszywa i Usług Geodezyjnych „Kruszgeo” w Gdańsku – Oliwie. Gdańsk – Oliwa (1978)

- [6] FURDYNA L.: Wpływ nawożenia na wzrost łubinu w warunkach wyrobisk popiaskowych, Sylwan 2, PWRiL. Warszawa (1969)
- [7] GUS – *Ochrona środowiska 2000*. Warszawa (2000)
- [8] KOZŁOWSKI S.: *Ocena gospodarki zasobami surowców skalnych, Część II, Przegląd geologiczny nr 2* (1982)
- [9] KRZAKLEWSKI W.: *Analiza działalności rekultywacyjnej na terenach pogórnich w głównych gałęziach przemysłu wydobywczego w Polsce*, Wyd. SGGW-AR. Warszawa (1990)
- [10] QUANT B., Sobociński Z.: *Wykorzystanie osadów (ustabilizowanych) w oczyszczalni ścieków komunalnych do rekultywacji gruntów*, Inżynieria Ekologiczna nr 1 – Ochrona i rekultywacja gruntów, Polskie Towarzystwo Inżynieryjno – Ekologiczne. Warszawa (2000)
- [11] *Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych Kopalni „Sępólno Wielkie”*, Biuro Studiów i Projektów Przemysłu Kruszyw i Surowców Mineralnych w Krakowie. Kraków (1972)
- [12] SIUTA J.: *Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych*, Materiały konferencyjne, Wydawnictwo Ekoinżynieria. Lublin (1996)
- [13] SIUTA J.: *Sposoby przyrodniczego użytkowania osadów ściekowych*, III Konferencja Naukowo – Techniczna: Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych, Świnoujście 9–11.06.1999. Świnoujście (1999)
- [14] *Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w rejonie miejscowości Parsecko*, Gdańskie Przedsiębiorstwo Geologiczne Ceramiki Budowlanej w Gdańsku – Narwiku. Gdańsk – Narwik (1967)
- [15] WASIAK G.: *Wytwarzanie, właściwości i gospodarka osadami ściekowymi w Polsce na tle zachodniej Europy i USA*, Ekoinżynieria nr 2/3, (1995)

Tomasz JAGOSZEWSKI, Maria ŚWIDERSKA-BRÓŹ

**PRZYDATNOŚĆ KONDYCJONOWANIA POPŁUCZYN
WAPNEM W ASPEKTCIE ODPROWADZANIA WÓD NADOSA-
DOWYCH DO WÓD POWIERZCHNIOWYCH**

**ADVANTAGES OF LIME-AIDED CONDITIONING OF FIL-
TER BACKWASH WATER IN TERMS OF DISCHARGING SU-
PERNATANT TO GROUND WATER**

Politechnika Wroclawska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska
Technical University in Wrocław, Institute of Environment Protection Engineering

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań kondycjonowania wapnem popłuczyn pochodzących z oczyszczalni ścieków wód gruntowych, infiltrowanych i powierzchniowych oraz wpływem tego procesu na jakość wód nadosadowych. Zaprezentowano dogłębną analizę stopnia zanieczyszczenia wód nadosadowych pochodzących z popłuczyn kondycjonowanych i niekondycjonowanych wapnem. Ustalono, że stężenia manganu i żelaza w wodach nadosadowych malały wraz ze wzrostem pH w popłuczynach. Ten sam proces dotyczył poziomów zmętnienia i stężenia zawiesin w przypadku popłuczyn pochodzących z oczyszczenia wód podziemnych. W wyniku kondycjonowania wapnem popłuczyn zawierających związki glinu następowało rozpuszczenie $Al(OH)_3$ w $Al(OH)_4^-$ oraz dochodziło do wzrostu stężenia glinu i zawiesin jak i również do zwiększenia zmętnienia wody nadosadowej co w konsekwencji pogarszało jakość tej cieczy. Mając na uwadze ochronę wód powierzchniowych, kondycjonowanie wapnem powinno mieć zastosowanie do intensyfikacji procesu zagęszczenia popłuczyn pochodzących z oczyszczenia wód podziemnych, jeżeli tylko nie zostanie przekroczona dopuszczalna wartość pH wody nadosadowej odprowadzonej do wód powierzchniowych.

Summary

The paper investigates lime-aided conditioning of filter backwash water from groundwater, infiltrated and surface water treatment plants and its influence on the quality of the supernatant. A thorough analysis of contamination levels in the supernatant from non-conditioned and lime-conditioned backwash water has been presented. It has been established

that manganese and iron concentrations in the supernatant decreased with the increase of pH value of the backwash water. In the case of backwash water from groundwater treatment the same applied to levels of turbidity and suspended solids concentration. Lime-aided conditioning of backwash waters containing aluminium compounds caused dissolution of $Al(OH)_3$ to $Al(OH)_4^-$ and increased aluminium and suspended solids concentration as well as turbidity of the supernatant and, as a result, proved disadvantageous. Thus, regarding the protection of surface waters, lime conditioning should only be employed to intensify the process of thickening of backwash water from groundwater treatment when the permissible pH value of the supernatant discharged to surface waters is not exceeded.

1. WSTĘP

Oczyszczaniu wód towarzyszy powstawanie określonych ilości odpadów, którymi są także popłuczyny – będące mieszaniną wody i usuniętych zanieczyszczeń oraz stosowanych reagentów. Popłuczyny powstają w wyniku płukania złóż filtracyjnych, a więc we wszystkich zakładach oczyszczania wody (ZOW), których układy technologiczne zawierają proces filtracji. Ilości, skład fizyczno-chemiczny i poziom skażenia „biologicznego” tych odpadów zależą od rodzaju i poziomu zanieczyszczenia oczyszczanej wody, sposobu i skuteczności usuwania z niej zanieczyszczeń oraz stosowanych reagentów.

Generalnie największe ilości popłuczyn powstają podczas oczyszczania wody powierzchniowej [Kowal, 1996]. Potwierdzają to wyniki ankiety dotyczącej gospodarki tymi odpadami w 39 ZOW w Polsce, przedstawione w tabeli 1.

TABELA 1

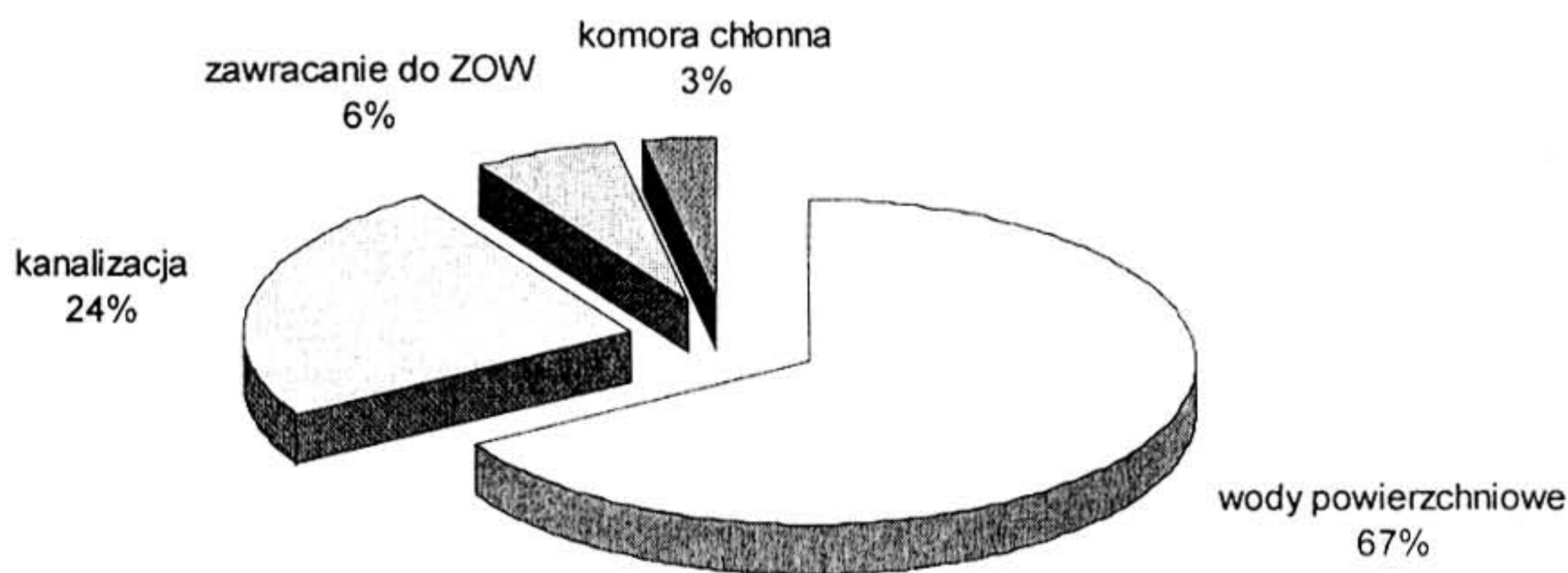
Ilości popłuczyn powstających w 39 ZOW w Polsce, % ilości oczyszczanej wody [2]

| Rodzaj wody | podziemna | infiltracyjna | powierzchniowa |
|----------------------|-----------|---------------|----------------|
| Ilość popłuczyn, % Q | 0,7÷5,8 | 2,9÷4,9 | 2,0÷12,5 |

Z uwagi na bardzo duże uwodnienie popłuczyn, głównym celem procesów ich przeróbki i unieszkodliwiania jest maksymalne zmniejszenie ich objętości oraz bezpieczne dla środowiska zagospodarowanie (usunięcie) wydzielonych wód nadosadowych i osadów. Procesem najczęściej stosowanym w gospodarce popłuczynami jest ich zagęszczanie grawitacyjne. W celu zwiększenia skuteczności rozdziału faz oraz skrócenia wymaganego czasu zagęszczania (t_z) stosuje się kondycjonowanie chemiczne popłuczyn np. alkaliami lub polimerami. W takim przypadku, o rodzaju i stężeniu zanieczyszczeń w wodach nadosadowych, poza składem fizyczno-chemicznym popłuczyn, współdecydują rodzaj i dawki reagentów kondycjonujących.

Jedną z metod usuwania wód nadosadowych wydzielonych z popłuczyn i osadów jest ich odprowadzanie do wód powierzchniowych. Wyniki wspomnianej ankiety wykazały, że w powyższy sposób usuwane były wody nadosadowe aż z 24 ZOW w łącznej

ilości ok. 54 000 m³/d (rys. 1). Rozwiązanie takie jest możliwe pod warunkiem, że jakość wód nadosadowych spełnia wymagania stawiane ściekom wprowadzanym do wód – określonym w rozporządzeniu MOŚZNiL z dnia 5 listopada 1991 r.



Rys. 1. Sposób odprowadzania wód nadosadowych z wybranych ZUW w Polsce

Poza wskaźnikami zawartymi w ww. rozporządzeniu istotne są również stężenia związków manganu i glinu, których zawartości mogą być duże w wodach nadosadowych wydzielonych z odpadów powstających podczas oczyszczania odpowiednio wód podziemnych oraz głównie powierzchniowych oczyszczanych w procesie koagulacji koagulantami glinowymi. Zwiększone stężenia tych metali w wodach powierzchniowych mogą zakłócać w nich równowagę biologiczną [Savory, 1991; SDC, 1987; Górnika, 1982].;

W świetle powyższego, w aspekcie ochrony jakości wód powierzchniowych, miarą skuteczności grawitacyjnego zagęszczania popłuczyn poza stopniem ich zagęszczenia powinien być poziom zanieczyszczenia wydzielonych wód nadosadowych.

Znaczenie kondycjonowania popłuczyn wapnem w kształtowaniu jakości wód nadosadowych przedstawiono w niniejszym artykule.

2. ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Przedmiotem badań były popłuczyny powstające podczas oczyszczania wody podziemnej nazywane w artykule „żelazistymi”, infiltracyjnej i powierzchniowej. Wartości wybranych wskaźników składu fizyczno-chemicznego badanych mediów podano w tabeli 2. Popłuczyny niekondycjonowane oraz po ich alkalizacji wapnem poddawano zagęszczaniu grawitacyjnemu w warunkach nieprzepływowych. Po określonym czasie zagęszczania (t_{zag}) w próbkach wydzielonych wód nadosadowych zgodnie z PN oznaczano stężenia: żelaza, glinu, manganu i zawiesin oraz mętność, pH i utlenialność.

TABELA 2

Wybrane wskaźniki składu fizyczno–chemicznego popłuczyn

| Wskaźnik | Jednostka | Popłuczyny z oczyszczania wody | | |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|
| | | podziemnej | infiltracyjnej | powierzchniowej |
| Uwodnienie | % | 99,77÷99,85 | 99,87÷99,91 | 99,89÷99,91 |
| Mętność | g/m ³ | 800÷2700 | 600÷700 | 330÷550 |
| Zawiesiny | g/m ³ | 759÷1650 | 443÷840 | 410÷554 |
| Żelazo | g Fe/m ³ | 263÷520 | 126÷157 | 6,75÷18,7 |
| Glin | g Al/m ³ | 0 | 54,9÷85,8 | 50,9÷96,3 |
| Mangan | g Mn/m ³ | 22÷40,5 | 15,4÷15,5 | 3,91÷4,55 |
| Utlenialność | g O ₂ /m ³ | 11÷34 | 41÷45 | 26,7÷39 |
| ChZT | g O ₂ /m ³ | 55÷113 | 101÷112 | 80,7÷100 |

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

3.1. Jakość wód nadosadowych wydzielonych z popłuczyn niekondycjonowanych

Poziom zanieczyszczenia wód nadosadowych, bez względu na rodzaj popłuczyn, zmniejszał się wraz z wydłużaniem czasu zagęszczania (t_{zag}). Parametrem decydującym o wymaganym czasie rozdzielenia faz (t_z) była zawartość zawiesin, a w przypadku popłuczyn „żelazistych” również stężenie żelaza w wydzielonych wodach. Czas ten zależał od składu fizyczno–chemicznego i generalnie wydłużał się wraz ze zmniejszaniem się uwodnienia początkowego popłuczyn.

W wodach nadosadowych wydzielonych po t_z , stężenia zawiesin i żelaza odpowiadały wymaganiom stawianym ściekom wprowadzanym do wód powierzchniowych płynących, a wartości pozostałych analizowanych wskaźników były małe (tab. 3).

Wskazuje to, że zapewnienie wystarczająco długiego czasu zagęszczania popłuczyn niekondycjonowanych zapewniło wystarczającą eliminację zanieczyszczeń z wydzielanych wód nadosadowych. Mętność oraz zawartość zawiesin w tych wodach korelowały ze stężeniem żelaza, glinu i manganu tj. głównych komponentów cząstek stałych zagęszczanych popłuczyn. Opisują to poniższe równania wyznaczone dla wód wydzielonych z popłuczyn z oczyszczania wody:

- podziemnej: $Fe = 0,2665 M + 4,1932, R^2 = 0,9969$
 $Mn = 0,0262 M - 0,3539, R^2 = 0,9924$
- infiltracyjnej: $Al = 0,0707 M + 0,0022, R^2 = 0,9727$
 $Fe = 0,109 M + 0,9686, R^2 = 0,992$
 $Mn = 0,0134 M + 0,0156, R^2 = 0,9354$
 $Al = 0,0492 \text{ Zaw.} + 0,0075, R^2 = 0,9697$
 $Fe = 0,076 \text{ Zaw.} + 0,9727, R^2 = 0,9928$
 $Mn = 0,0093 \text{ Zaw.} + 0,0159, R^2 = 0,9372$

□ powierzchniowej: $Al = 0,0834 M + 0,507, R^2 = 0,9556$
 $Al = 0,0484 \text{ Zaw.} + 0,1136, R^2 = 0,9748.$

TABELA. 3

Wybrane wskaźniki jakości wód nadosadowych wydzielonych z popłuczyn niekondycjonowanych po czasie ich zagęszczenia t_z

| Wskaźnik | Jednostka | Woda nadosadowa wydzielona z popłuczyn z oczyszczania wody | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|------|----------------|------|-----------------|------|
| | | podziemnej | | infiltracyjnej | | powierzchniowej | |
| Mętność | g SiO ₂ /m ³ | 41,0 | 13,0 | 25,0 | 30,0 | 11,6 | 15,0 |
| Zawiesiny | g/m ³ | 45,0 | 22,0 | 35,0 | 37,0 | 30,0 | |
| Żelazo | g Fe/m ³ | 8,6 | 9,2 | 3,6 | 3,0 | | 0,94 |
| Glin | g Al/m ³ | 0 | 0 | 1,96 | 0,82 | 1,59 | 2,01 |
| Mangan | g Mn/m ³ | 0,24 | 0,22 | 0,4 | 0,25 | | |
| Utlenialność | g O ₂ /m ³ | 3,0 | 3,2 | 4,5 | 3,8 | 7,1 | 3,8 |
| Czas zagęszczania (t _z) | h | 5 | 24 | 1 | 8 | 1 | 2 |

3.2. Wpływ alkalizacji popłuczyn na jakość wód nadosadowych

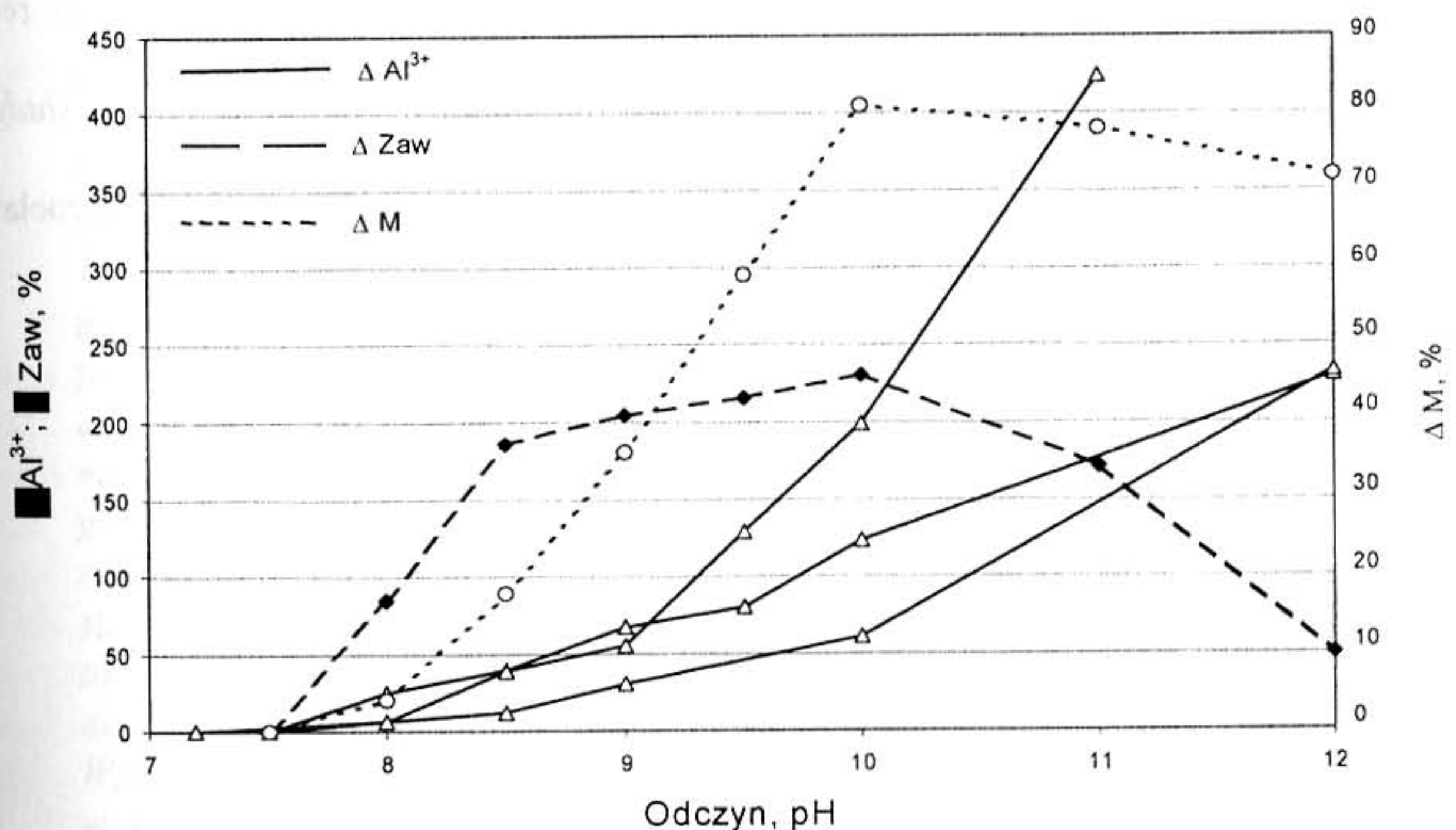
Wpływ kondycjonowania popłuczyn wapnem na jakość wydzielonych z nich wód zależał od składu fizyczno–chemicznego zagęszczanych mediów.

Efektom alkalizacji popłuczyn „żelazistych” było zmniejszenie stężenia żelaza i manganu oraz mętności wód nadosadowych. Ta korzystna rola kondycjonowania zwiększała się wraz ze wzrostem stężenia jonów OH⁻ (rys. 2), a więc ilością powstających trudno rozpuszczalnych związków wapnia i magnezu (CaCO₃ i Mg(OH)₂) – spełniających rolę sorbentów i czynników współstrącających zanieczyszczenia.

Wystarczające zmniejszenie stężenia żelaza oraz mętności uzyskano jedynie w wyniku korekty pH popłuczyn do 12,0 (pH wody nadosadowej = 11,5). Alkalizacja popłuczyn do takiego poziomu (z uwagi na dopuszczalną wartość pH (≤ 9,0) w ściekach wprowadzanych do wód powierzchniowych) nie może być jednak traktowana jako właściwy sposób ich kondycjonowania. Rozwiązanie to jest możliwe jedynie wówczas, gdy odczyn wody nadosadowej przed wprowadzeniem do wód powierzchniowych będzie skorygowany do wymaganej wartości.

Analiza wyników badań wykazała, że kondycjonowanie popłuczyn żelazistych wapnem (dawkowanym w ilości zapewniającej pH wód nadosadowych ≤ 9,0) stosowanym w celu skrócenia wymaganego czasu zagęszczania oraz zwiększenia stopnia ich zagęszczenia nie zwiększyła poziomu zanieczyszczenia wód nadosadowych, co niestety stwierdzono w przypadku popłuczyn zawierających związki glinu.

Powodem tej różnicy była zdecydowanie większa zawartość związków żelaza i manganu w popłuczynach „żelazistych”. Mimo mniejszej skuteczności obniżania stężeń tych metali, wody nadosadowe wydzielone z popłuczyn z oczyszcznia wody infiltracyjnej i powierzchniowej i charakteryzujące się $\text{pH} \leq 9,0$ zawierały dopuszczalne stężenia żelaza ($0,63 \div 3,0 \text{ g Fe/m}^3$) oraz małe manganu ($0,18 \div 0,25 \text{ g Mn/m}^3$). Odwrotny wpływ zwiększania stężenia jonów OH^- w tych popłuczynach stwierdzono w odniesieniu do mętności oraz zawartości glinu i zawiesin, których wartości zwiększały się niestety ze wzrostem pH popłuczyn (rys. 4). Spowodowane to było rozpuszczaniem cząsteczek wodorotlenku glinu do rozpuszczalnych w wodzie glinianów. Podobne zależności stwierdzono również dla wód nadosadowych wydzielonych z osadów pokoagulacyjnych (zawierających związki glinu) kondycjonowanych wapnem [2]. Z uwagi na dopuszczalne stężenie zawiesin, alkalizacja popłuczyn nawet tylko do $\text{pH} = 9,0$ była niekorzystna, gdyż powodowała wzrost ich zawartości z 28 g/m^3 (przy pH naturalnym) do 88 g/m^3 . Jedynie w wyniku korekty odczynu popłuczyn do $\text{pH} = 12,0$ nie stwierdzono ponadnormatywnego stężenia zawiesin, ale niestety wielokrotny wzrost zawartości jonów glinu.



Rys. 4 Wpływ alkalizacji popłuczyn na przyrost mętności (ΔM) oraz stężenia glinu (ΔAl) i zawiesin (ΔZaw) w wodach nadosadowych

4. PODSUMOWANIE

Wpływ kondycjonowania popłuczyn wapnem na poziom zanieczyszczenia wydzielonych z nich wód nadosadowych zależał od stopnia alkalizacji zagęszczanych mediów oraz ich składu fizyczno-chemicznego. Ze wzrostem pH popłuczyn, bez względu na ich rodzaj, w wodach nadosadowych zmniejszało się stężenie jonów żelaza i manganu, a w przypadku popłuczyn „żelazistych” również mętność i zawartość zawiesin. Jednak alkalizacja popłuczyn zapewniająca dopuszczalną wartość $\text{pH} (\leq 9,0)$ w wodach nadosadowych wprowadzanych do wód powierzchniowych była niewystarczająco skuteczna

z uwagi na stężenie zawiesin i żelaza, a w przypadku pozostałych popłuczyn (zawierających związki glinu) powodowała wzrost mętności, stężenia glinu oraz zawiesin do wartości ponadnormatywnych. W związku z powyższym, kondycjonowanie wapnem popłuczyn z oczyszczania wody infiltracyjnej i powierzchniowej jest niekorzystne z uwagi na ochronę jakości wód odbiornika wód nadosadowych. Natomiast w przypadku popłuczyn „żelazistych” zastosowanie takiego sposobu intensyfikacji ich zagęszczania wymaga kontroli i korekty pH wód nadosadowych przed ich odprowadzeniem do wód powierzchniowych.

5. LITERATURA

- [1] KOWAL A. L., Świdierska-Bróż M.: *Oczyszczanie wody*. PWN, Warszawa-Wrocław (1996)
- [2] JAGOSZEWSKI T.: *Wpływ kondycjonowania chemicznego popłuczyn i osadów z oczyszczania wody na ich porcjowe zagęszczanie grawitacyjne*. Inst. Inż. Ochr. Środ. PWr., praca doktorska, Wrocław (2000)
- [3] SAVORY J., Wills M. R.: *Metals and Their Compounds in the Environment*. red. E. Merian, VCH, II.1, 715–741, Weinheim (1991)
- [4] Sludge Disposal Committee: *Committee report: research needs for alum sludge discharge*. Journal AWWA, 6 (79), 99–104, (1987)
- [5] GOMÓLKA E., Szaynok A.: *Chemia wody i powietrza*. Wyd. PWr., Wrocław (1982)

Jerzy JAŃCZAK

REKULTYWACJA A OCHRONA JEZIORA GOPŁO RESTORATION AND PROTECTION OF LAKE GOPŁO

Institut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu
Institute of Meteorology and Water Management Branch of Poznań

Streszczenie

Główne morfometryczne wskaźniki jeziora Gopło to: obszar 2,155 ha, objętość 78.5 ml m³, maksymalna głębokość 16,6 m, średnia głębokość 3,6m, maksymalna długość 25 km, długość linii brzegowej 90 km. Jezioro Gopło jest bardzo mocno zanieczyszczonym zbiornikiem wodnym. Oto najczęściej pojawiające się wartości wybranych wskaźników w latach 1995-1999: całkowity fosfor 1.1 - 0.3 mg/dm³, całkowity azot 1.5 - 2.5 mg/dm³, konduktywność - 600 μS/cm, chlorofil 50 -70 mg/dm³, biomasa fitoplanktonu 30 - 50 mg/dm³, widoczność 30 - 60 cm. Źródła zanieczyszczenia są różne. Odpowiedzialne za to zanieczyszczenie są ścieki komunalne i przemysłowe, oraz inne czynniki. Jednym z głównych źródeł biogenów jest także osad z dna jeziora, zwłaszcza w północnej części jeziora niedaleko Kruszwicy. W celu zmniejszenia ilości tych zanieczyszczeń zainstalowano w części północnej dwa zestawy aeratorów. Natlenianie w zatoce (1) jest korzystne gdyż kontroluje proces gnilny i zapobiega dalszej degradacji. Natomiast natlenianie na głębokości (2) przynosi słabe efekty. Wprawdzie ogranicza dostarczanie biogenów z źródeł wewnętrznych ale w niewielkim zakresie. Zainstalowanie opisanych zestawów aeratorów niewątpliwie było błędem. Tak wielkie jezioro nie może zostać zregenerowane poprzez sztuczne natlenianie, zwłaszcza w sytuacji gdy ilość biogenów jaka dostaje się do jeziora z powierzchni splywu jest ogromna. Według kryterium Vollenweidera, wpływ fosforu 6-9 razy przewyższa próg niebezpieczny. Należy zacząć od zmniejszenia dostarczania biogenów z zewnątrz. Trzeba zbudować nowe oczyszczalnie ścieków, albo zmodyfikować stare. Jest to jednak bardzo powolny proces ze względów finansowych. Wysoce problematycznym będzie zlikwidowanie dostaw biogenów z różnorodnych źródeł, głównie pochodzenia rolniczego, ponieważ prawie cała, ogromna, powierzchnia splywu jeziora Gopło jest użytkowana dla celów rolniczych. Należy zmienić model użytkowania ziemi, zwłaszcza w pobliżu jezior i ich dopływów. Innym sposobem może być utworzenie pasów trawiastych, leśnych lub obsadzenie ich krzewami oraz

racjonalne używanie nawozów. Przy znacznym ograniczeniu dopływu biogenów z zewnątrz, w niektórych rejonach jeziora można spróbować dezaktywować fosfor za pomocą koagulanta glinowego. Najlepszym rozwiązaniem dla zatoki byłoby zebranie górnej warstwy osadu. Zabieg ten również polepszyłby warunki morfometryczne jeziora, gdyż zatoka jest bardzo płytka.

Summary

The main morphometric indicators of Lake Gopło are as follows: area 2,155 ha, volume 78.5 ml m³, maximum depth 16.6 m, mean depth 3.6 m, maximum length 25 km, length of shoreline 90 km. Lake Gopło is a highly polluted body of water. The most frequent values of selected indicators for the years 1995-1999 are: total phosphorus 1.1 – 0.3 mg/dm³, total nitrogen 1.5 – 2.5 mg/dm³, conductivity ~ 600 µS/cm, chlorophyll 50 – 70 mg/m³, biomass of phytoplankton 30 – 50 mg/dm³, visibility 30 – 60 cm. The sources of the pollution are diverse. It comes from municipal and industrial waste as well as from dispersed sources. One of the main sources of biogen supply is also bed sediment, especially in the northern part of the lake near Kruszwica. To reduce this internal supply, two sets of aerators have been installed in the northern part. Aeration in the bay (1) is useful to the extent that it checks rotting and prevents further degradation. Aeration in the profundity (2), however, has negligible effects. It does limit the internal supply, but its range is small. The installation of this set of aerators was certainly a mistake. Such a big lake cannot be restored with the help of artificial point aeration, especially when the amount of biogens reaching the lake from the catchment is very great. By Vollenweider's criterion, the phosphorus inflow is 6-9 times higher than the dangerous level. To start with, the external supply should be reduced. Treatment plants should be built or modified, but this is a slow process for financial reasons. Highly problematic will be the reduction of the dispersed supply, which is largely of agricultural origin, because almost the entire big catchment of Gopło is in agricultural use. It is necessary to change the land-use pattern, especially near the lakes and its tributaries. Other measures include the planting of protective shrubby, grassy or woodland barriers, rational use of fertilisers, etc. After the external supply has been substantially reduced, in some regions of the lake one can try to inactivate phosphorus with the help of aluminium coagulant. The best solution for the bay would be to scoop up the topmost sediment layer. It would also improve the lake's morphometric conditions, because the bay is very shallow.

1. WSTĘP

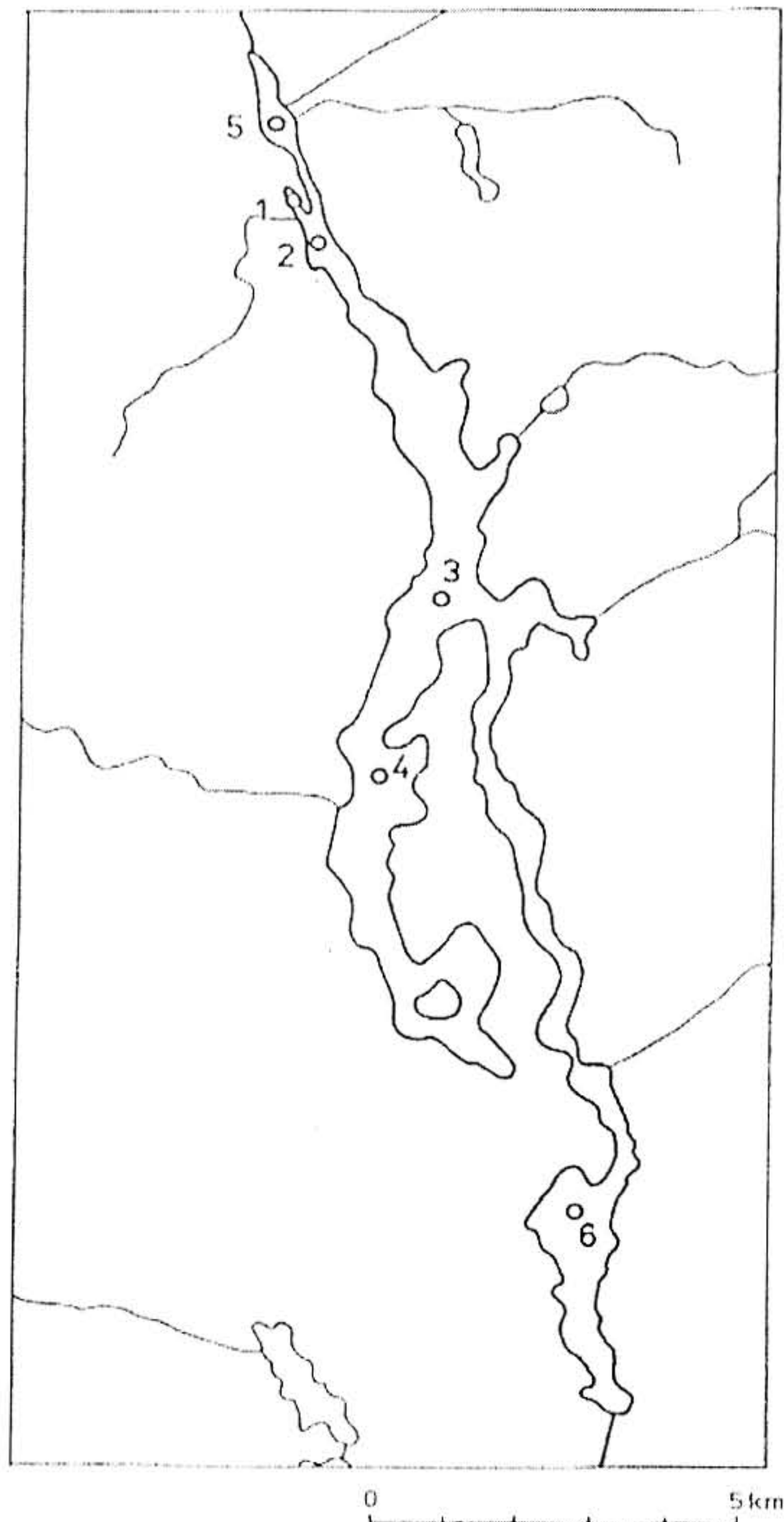
Jeziro Gopło położone jest w górnej części zlewni Noteci. Jest jednym z większych i ładniejszych jezior Polski. Podstawowe dane morfometryczne Gopła są następujące [Brodzińska i in.]: powierzchnia 2155 ha, pojemność 78,5 ml m³, długość maks. 25 km, szerokość maks. 2,5 km, długość linii brzegowej 90 km, wskaźnik rozwinięcia linii brzegowej 5,55 (trzecie miejsce wśród jezior polskich), głębokość maks. 16,6 m, głębokość średnia 3,6 m, ukształtowanie dna tylko miejscami jest urozmaicone. Przez Gopło przepływa rzeka Noteć, jezioro posiada też kilka mniejszych dopływów. W poszczególnych latach wymiana wody może się wahać, jest jednak na ogół nieco wyższa od pojemności jeziora.

Jeziro jest bardzo silnie zanieczyszczone, jego eutrofizacja uległa przyspieszeniu w latach 70. Przyczyny degradacji są zróżnicowane, tak jak niemal w każdym większym jeziorze, swój udział mają zarówno ścieki komunalne jak i przemysłowe oraz zanieczyszczenia rozproszone i obszarowe. Jezioro posiada dużą zlewnię – około 1379 km² o zdecydowanej przewadze użytków rolnych. W północnej części jeziora leży miasteczko Kruszwica z kilkoma dużymi zakładami przemysłowymi. W tej części jezioro jest najbardziej zdegradowane.

2. JAKOŚĆ WODY JEZIORA

Pomiary prowadzono w okresie 1995-1999 na sześciu stanowiskach (rys.1). W punktach 1 i 2, od dwóch do czterech razy w roku, na pozostałych stanowiskach nie w każdym roku. Stężenia fosforu całkowitego w warstwach powierzchniowych mieściły się w szerokich ramach, najczęściej między 0,1 a 0,3 mg/l. Azotu całkowitego w warstwach powierzchniowych na ogół między 1,5 a 2,5 mg/l. Przewodność elektrolityczna była mało zmienna i oscylowała wokół wartości 600 μS/cm. Chlorofil latem rzadko kiedy spadał poniżej wartości 40 mg/m³, przeważnie mieścił się w granicach 50-70 mg/m³. Biomasa fitoplanktonu w ciepłej porze roku najczęściej wynosiła od 30 do 50 mg/l. Widzialność latem nigdy nie przekraczała 70 cm, najczęściej była niższa od 50 cm.

Jak z powyższej krótkiej charakterystyki wynika, jakość wody Gopła jest bardzo zła. Choć klasa czystości wody wielu jezior może się zmieniać w poszczególnych latach [5], to na Goplu woda jest zawsze zdecydowanie pozaklasowa. Rzadko w którym jeziorze, zwłaszcza większym, podstawowe wskaźniki świadczące o czystości wody osiągają tak niekorzystne wartości. Jezioro jest wybitnie przeżyźnione, co powoduje bujny rozwój fitoplanktonu, który jest głównie odpowiedzialny za nikłą przezroczystość wody. Dominującą grupą fitoplanktonu są sinice. Wiosną, kiedy po zimie plankton dopiero się odradza, występują też zielenice i okrzemki. Zostają one jednak szybko zdominowane przez sinice, które oddziałują antagonistycznie na inne grupy. Łącznie sinice stanowią ponad 90% całkowitej biomasy. Dominującym gatunkiem jest *Oscillatoria agardhii*. Toleruje ona szeroki zakres zmian temperatury wody. W jeziorze obficie występuje jeszcze w listopadzie. Posiada także zdolności adaptacyjne do warunków ograniczonej dostępności światła, co pozwala jej na intensywny rozwój przy dnie, gdzie zasięg promieniowania słonecznego jest ograniczony.



Rys. 1 Punkty pomiarowe na jeziorze Gopło

3. DOPIYW BIOGENÓW ZA POŚREDNICTWEM CIEKÓW POWIERZCHNIOWYCH

Jezioro posiada dużą zlewnię, z której dopływa znaczna ilość substancji zanieczyszczających a zwłaszcza wzbogacających jego żyzność. Szczególne znaczenie ma dopływ głównych biogenów – fosforu i azotu. W latach 1997 i 1999 na wszystkich dopływach i wypływie pobierano próbki wody na zawartość głównych biogenów i mierzono natężenie przepływów. Na tej podstawie obliczono bilans głównych biogenów.

W roku 1997 dopłynęło około 30 ton fosforu i 220 ton azotu, w roku 1999 – 21,5 ton fosforu i 280 ton azotu. Odpływ biogenów z jeziora jest zdecydowanie mniejszy. Odpływało około 50% fosforu i 70% azotu. W limnologii bardzo popularną miarą obciążenia jeziora fosforem jest tzw. kryterium Vollenweidera. Obliczane jest w gramach na metr kwadratowy powierzchni jeziora w ciągu roku. Dla jezior przepływowych oblicza się je wg specjalnego wzoru [Hillbricht-Ilkowska 1994, Vollenweider 1976]. Wyróżnia się tzw. ładunek dopuszczalny i niebezpieczny. Dla Gopła ładunek niebezpieczny przekraczany był 6 – 9 krotnie (bez modyfikacji wzoru obniżającej kryterium). A należy pamiętać, że jest to tylko ładunek dostarczany przez stałe dopływy powierzchniowe. Nie wiadomo ile wynosi dopływ ze zlewni bezpośredniej ani jakie jest zasilanie wewnętrzne z osadów.

4. PRÓBY REKULTYWACJI JEZIORA

Rekultywacja jezior ciągle jest jeszcze w stadium początkowym, jak dotąd na niewielu jeziorach zastosowano techniczną rekultywację. Spośród kilku będących w użyciu metod, niewątpliwie najczęściej stosuje się sztuczne napowietrzanie. Główną zaletą tej metody są stosunkowo niewysokie koszty i niezbyt duże trudności techniczne. Dlatego sztuczne napowietrzanie stosuje się najchętniej, często niestety bez należytego uzasadnienia wynikającego z badań. Na rynku działa kilka specjalistycznych firm, których przedstawiciele jeżdżą po terenie i namawiają władze samorządowe i użytkowników jezior na zastosowanie tej metody. Obiecują szybką i trwałą poprawę. Do tej metody często udaje się namówić ludzi, chcących w możliwie krótkim czasie poprawy jakości wody w jeziorze. Tym bardziej, że mechanizmy czy zwyczaje panujące w gronie decydentów przyznających pieniądze na ochronę środowiska są takie, że najłatwiej je uzyskać na konkretny zabieg rekultywacyjny, najlepiej taki, który jest w terenie widoczny. Nie można natomiast uzyskać żadnych środków na badania, z których wynikałoby uzasadnienie zastosowania danej metody. Takich badań nie prowadzi się na ogół wcale, a jeżeli już się prowadzi, to są one powierzchowne, często wykonywane przez firmy, które instalują aeratory. Tym sposobem na Goplu również założono dwa zespoły, a były naciski na instalacje dalszych. Jednakże lokalne władze samorządowe sfinansowały badania, które nie tylko pozwoliły na ocenę dotychczasowej rekultywacji ale pozwoliły na opracowanie kompleksowej koncepcji odnowy jeziora [Jańczak, Lossow, 1999].

Sztuczne napowietrzanie na Goplu stosowane jest w dwóch miejscach – na stanowiskach nr 1 i 2 (rys. 1). Stanowisko nr 1 położone jest w zatoce przy Mysiej Wieży, gdzie znajduje się centrum turystyczne, ten fragment jeziora jest niewątpliwie najbardziej zdegradowany. Zatoka jest płytka 1-2 m, mimo tego permanentnie brakowało tam tlenu i dochodziło do procesów gnilnych. Od roku 1997 zatoka jest napowietrzana. Od tego czasu deficyty tlenu są sporadyczne, na ogół natlenienie wody jest dobre. Jest to niewątpliwie pozytywny skutek napowietrzania. Jednakże porównanie innych wskaźników nie świadczy o poprawie jakości wody. W dalszym ciągu mają one pozaklasowe wartości, mniej więcej na takim samym poziomie jak przed napowietrzaniem. Przyczynia się niewątpliwie do tego niewielki ciek uchodzący do zatoki, do którego od czasu do czasu odprowadzane są ścieki z przetwórci owocowej. Powinny być one kierowane do oczyszczalni, ale jak się okazuje, nie dzieje się tak zawsze. W zatoce sztuczne napowie-

5. REKULTYWOWAĆ CZY CHRONIĆ JEZIORO

Jeziro Gopło jest zdegradowane już w bardzo dużym stopniu. Prostą konsekwencją tego powinno być doprowadzenie go na powrót do stanu pierwotnego. Jezioro było jeszcze względnie czyste pod koniec lat 60. Czy możliwe jest osiągnięcie takiego stanu, bez specjalnej ingerencji człowieka? Jest to mało prawdopodobne. Oczywiście, gdyby ustała wszelka działalność człowieka, w jakikolwiek sposób zanieczyszczająca jezioro, to w końcu wróciłoby ono do stanu porównywalnego z tym, jaki miało przedtem. Trwałoby to jednak prawdopodobnie dość długo. Nie jest jednak już możliwe, aby człowieka z jego gospodarką wyeliminować ze zlewni, lub choćby zmusić do poziomu gospodarowania z połowy ubiegłego wieku. Nie jest jednak również możliwe, aby w jeziorze mogła nastąpić poprawa jakości wody bez zmiany sposobu gospodarowania. Jezioro ciągle jest zasilane taką dawką związków pożywkowych, że bez ich wyraźnego ograniczenia, stan jeziora nie może się poprawić. Nic tu nie pomoże żadna techniczna rekultywacja, a już na pewno przeprowadzana metodą sztucznego napowietrzania. Rekultywacja jeziora wybraną metodą z pewnością byłaby pożądana, ale dopiero po zmniejszeniu dostawy nutrientów ze zlewni. Bardzo zresztą wątpliwe, aby techniczną rekultywacją można było objąć całe jezioro, ograniczyć się trzeba będzie do najbardziej zanieczyszczonych akwenów. Nie ma zresztą przykładów w literaturze, aby gdziekolwiek na świecie tak duże jezioro było rekultywowane.

W pierwszej kolejności należy bezwzględnie położyć nacisk na ochronę zlewni. Najprościej poradzić sobie można z zanieczyszczeniami punktowymi. Należy kierować je do oczyszczalni, zależy to głównie od zasobów finansowych, bowiem obecnie świadomość budowy oczyszczalni jest już raczej powszechna. Trudniej będzie wyeliminować zanieczyszczenia rozproszone, pochodzą one głównie z mniejszych miejscowości pozbawionych kanalizacji zbiorczej i przedostają się do wód powierzchniowych poprzez glebę i różnego rodzaju rowy. Ograniczenie tego źródła wymaga zwrócenia uwagi na indywidualne systemy oczyszczania ścieków bytowych, zapewnienia wylewisk ścieków w najbliższej oczyszczalni oraz budowy lokalnych i zbiorczych oczyszczalni ścieków. Najtrudniejsze do wyeliminowania są zanieczyszczenia obszarowe. Główne znaczenie mają w nich związki dopływające z obszarów użytkowanych rolniczo. Dlatego zanieczyszczenia obszarowe zazwyczaj identyfikowane są z zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego. Najnowsze szacunki udziału głównych biogenów ze źródeł rolniczych określają na 50% całości ładunku wprowadzanego do Bałtyku [Mioduszewski i in., 2000]. W zlewni Gopła udział rolnictwa jest z pewnością dominujący, bowiem niemal cała duża zlewnia jest użytkowana rolniczo. Najważniejsze problemy, które wymagają naprawy związane są: z racjonalnym gospodarowaniem nawozami, zmianą struktury użytkowania gruntów rolnych, zaniechaniem melioracji odwadniających, eliminacją ze zlewni dużych ferm hodowlanych w tzw. systemie bezściółkowym, zmianą systemu zagospodarowania obrzeży jeziora, zakładaniem barier ochronnych wzdłuż brzegów jeziora i cieków. W szczególności wymagać to będzie sporządzenia oddzielnego planu zmian, być może w wariantach optymalnym i minimalnym. Wprowadzenie nowych zasad gospodarowania w zlewni Gopła może napotkać na spore trudności, także związane ze zrozumieniem, że dotychczasowy sposób gospodarowania przyczynił się do degradacji jeziora. Ochrona każdego jeziora polega niestety na żmudnych, długotrwałych i często mało widocznych zabiegach w zlewni. Trzeba jednak wyraźnie zdawać sobie

- k.Sławy, „Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior”. Wyd. IMGW Warszawa (1999)
- [3] GOŁDYN R.: *Blaski i cienie biomanipulacji na podstawie Zbiornika Maltańskiego w Poznaniu*. Mat. IV Konf. „Ochrona i rekultywacja jezior”. Przysiek (2000)
- [4] HILLBRICHT-ILKOWSKA A.: *Ocena ładunku fosforu i stanu zagrożenia jezior Suwalskiego Parku Krajobrazowego oraz niektóre zależności pomiędzy ładunkami a wskaźnikami trofii jezior*. Zesz. Nauk. PAN, Kom. „Człowiek i Środowisko” nr 7 (1994)
- [5] JAŃCZAK J.: *Zmiany jakości wody jezior na podstawie badań prowadzonych w monitoringu reperowym jezior polskich w latach 1991-1995*. PIOŚ, Bibl. Mon. Środ. Warszawa (1997)
- [6] JAŃCZAK J., Lossow K.: *Koncepcja rekultywacji jeziora Gopło*. IMGW Poznań, opr. niepubl. (1999)
- [7] LOSSOW K.: *Ochrona i rekultywacja jezior teoria a praktyka*. Idee Ekol. T.13, ser. Szkice nr 7. Poznań (1998)
- [8] LOSSOW K., Gawrońska H.: *Przegląd metod rekultywacji jezior*. Przegł. Kom. Nr 9. (2000)
- [9] MIODUSZEWSKI W., Zdanowicz A., Dannowski R., Seidl J., Deumlich D., Radczuk L., Kajewski J.: *Ocena ładunku azotu i fosforu ze źródeł rolniczych wnoszonego do rzek w zlewni Odry*. Gosp. Wodna nr 11. (2000)
- [10] OPUSZYŃSKI K.: *Wpływ gospodarki rybackiej szczególnie ryb roślinożernych na jakość wody w jeziorach*. Bibl. Mon. Środ., PIOŚ, WIOŚ Zielona Góra (1997)
- [11] SOLARCZYK A., Burak S.: *Informacje o stanie rekultywacji jezior w Polsce*. Mat. IV Konf. „Ochrona i rekultywacja jezior”. Przysiek (2000)
- [12] VOLLENWEIDER R.A.: *Advances in defining critical loading levels phosphorus in lake eutrophication*. Mem. Inst. Ital. Idrob. 33. (1976)



Leszek JERZAK, Andrzej WĄSICKI, Wojciech JANKOWSKI

**WSTĘPNA OCENA WYBRANYCH GATUNKÓW AWIFAUNY
W MIĘDZYWALU I TERENACH PRZYLEGŁYCH ODRY
NA ODCINKU OD CZERNEJ DO KRZESINA (km 408-543)**

**PRELIMINARY ESTIMATION OF CHOSEN AVIFAUNA IN
SPACE BETWEEN FLOOD BANKS AND AREAS ADJACENT
TO Odra RIVER
ON THE CZERNA-KRZESIN SECTOR (408TH-543RD KM).**

I. WSTĘP

Wraz ze zmianami gospodarczymi, które nastąpiły w Polsce po 1990 roku, wzrosło zainteresowanie wykorzystaniem ekonomicznym Odry (Bartosiewicz 1995). Tymczasem wieloletni zastój w inwestowaniu w dolinie Odry (szczególnie w strefie nadgranicznej) doprowadził do zachowania wielu cennych biotopów oraz rzadkich gatunków roślin i zwierząt (Tomiałojć 1993, Jankowski, Świerkosz 1995). Odra jest jedną z niewielu wielkich rzek europejskich, która nie została zamieniona w kanał z myślą o transporcie. Innym problemem jest ochrona przeciwpowodziowa doliny Odry. Obecnie rozważane są możliwości tzw. ekologicznej ochrony przeciwpowodziowej opartej na polderach. Aby dyskusja między hydrotechnikami i przyrodnikami była rzeczowa, konieczne jest m. in. rozpoznanie przyrodnicze doliny rzeki i dokonanie waloryzacji przyrodniczej. Niestety brak jest systematycznych badań faunistycznych na Odrze. Dostępne dane dotyczące środkowej Odry opierają się na obserwacjach dostarczanych do central ornitologicznych. Materiały te są opublikowane w monografiach awifauny Śląska (Dyrcz et al. 1991) i Ziemi Lubuskiej (Jermaczek et al. 1995). Ukazało się kilka prac poświęconych remizowi (Jerzak 1994) i bocianowi białemu (Radkiewicz 1989). Natomiast dane zebrane przez badaczy niemieckich są już w większości nieaktualne (np. Gruhl 1929).

Dlatego w ramach pracy Zielonogórskiego Towarzystwa Ornitologicznego powstał zespół, który postawił sobie za cel dokonania wstępnego rozpoznania awifauny koryta Odry i dokonania wstępnej waloryzacji. Dane te są jedynie „sygnałem” o obecnym stanie i autorzy doskonale zdają sobie sprawę z konieczności bardziej szczegółowych badań. Ze względu na brak opublikowanych danych o ornitofaunie tego odcinka Odry oraz znaczne zapotrzebowanie na choćby wstępne rozpoznanie, podjęto decyzję o przedstawieniu wstępnie zebranych danych w celu wskazania najcenniejszych fragmentów doliny Odry, tak aby mogły być wykorzystane do wstępnych rozważań dotyczących tworzenia obszarów chronionych i inwestycji w dolinie rzeki. Po tym

wstępnym rozpoznaniu udało się stworzyć większy zespół w ramach Zielonogórskiego Towarzystwa Ornitologicznego działającego przy Lidze Ochrony Przyrody w Zielonej Górze, który prowadzi obecnie szczegółowe badania nad rozmieszczeniem ptaków lęgowych w całej pradolinie doliny Odry na odcinku Bytom Odrzański – Cigacice. Planowane jest systematyczne rozpoznawanie po kolei następnych odcinków pradoliny. Zebrane szczegółowe materiały będą udostępnione w terminie późniejszym. Ze względu na ograniczenia w liczbie stron publikacji zrezygnowano z nazw łacińskich omawianych gatunków ptaków.

2. METODA

Ze względu na niewielką grupę osób biorących udział w pracach terenowych oraz bardzo długi badany odcinek doliny Odry od Czernej do Krzesina, przyjęto uproszczoną metodę. Badania prowadzono w okresie od połowy kwietnia do 23 lipca 1996 r. Tereny penetrowano pieszo, prowadząc obserwacje przy pomocy lornetki i rozpoznawania głosów ptaków. Każdy obszar był kontrolowany trzykrotnie, głównie w kwietniu, maju i czerwcu. Z powodu braku danych i bardzo długiego badanego odcinka doliny Odry, prowadzono rozpoznanie głównie pod kątem jakościowym. Badania ilościowe trwają obecnie i będą opublikowane po zakończeniu drugiego etapu projektu. Dla ułatwienia omówienia tej części doliny Odry podzielono ją na 14 w miarę jednorodnych odcinków, które po kolei będą omawiane. Występujące tu lęgowe gatunki ptaków podzielono na trzy grupy ze względu na stan ich zagrożenia, przyjmując podział za Dyrzem i wsp. (1991): I) gatunki zagrożone, które objęte zostały „Polską czerwoną księgą zwierząt” (za Głowacińskim et al. 1992), II) gatunki zagrożone na Śląsku (wykazujące silny spadek liczebności przy specyficznych wymaganiach siedliskowych, a także te, które od dawna są nieliczne), III) gatunki potencjalnie zagrożone (o ograniczonym występowaniu lub silnym spadku liczebności). Z grupy zagrożenia „III” wyłączono i nie omawiano tutaj gąsiorka, gdyż jest on tu bardzo pospolitym gatunkiem i występuje na całym odcinku w każdej nadającej się do lęgów kępie krzewów. Przyjęto także uproszczoną skalę waloryzacji badanych odcinków: +++ - środowisko unikalne, bardzo cenne; ++ - środowisko cenne; + - środowisko przeciętne; 0 - środowisko o niskiej wartości przyrodniczej.

3. OPIS TERENU BADAŃ

Opracowywany odcinek Odry znajduje się między miejscowościami Czerna i Krzesin (km 408-543). Łącznie badany odcinek wynosi 135 km. Opierając się na podziale fizjograficznym Polski dokonany przez Kondrackiego i Migonia (1995) wyróżnia w granicach województwa zielonogórskiego następujące mezoregiony, przez które przepływa Odra: I. Pradolina Głogowska, II. Kotlina Kargowska, III. Dolina Środkowej Odry.

Pradolina Głogowska (częściowo) - od granicy województwa lubuskiego do miejscowości Stany poniżej Nowej Soli. Średni spadek tego odcinka wynosi 0,32%. Częste są fragmenty kręte, np. w rejonie Bytomia Odrzańskiego. Wskaźnik krętości

wynosi 1,53 (wskaźnik krętości wyraża się stosunkiem rzeczywistej długości koryta na danym odcinku do długości tego odcinka w linii prostej, pod warunkiem, że nie wychodzi ona poza zbocza doliny). Aktualnemu korytu rzeczemu towarzyszą liczne koryta martwe, zarastające bądź wypełnione wodą. W okolicy Nowej Soli (Przyborów - Siedlisko) paleokoryto znane jako "Stara Odra" (lub "Odrzyska") ma długość prawie 8 km. Powyżej Nowej Soli szerokość dna doliny dochodzi do 7 km i zajęta jest przez Odrę oraz równoległy do niej Krzycki Rów. Poniżej Bytomia Odrzańskiego Pradolina Głogowska otwiera się ku zachodowi i przechodzi w Obniżenie Nowosolskie. Naturalne zbocza doliny praktycznie tu nie występują.

Kotlina Kargowska - 5 km poniżej Nowej Soli, Odra opuszcza makroregion Obniżenia Milicko-Głogowskiego i wpływa w obręb Kotliny Kargowskiej, należącej do makroregionu Pradoliny Warciańsko-Odrzańskiej. Umownie dolną granicę tego 35 km odcinka wyznacza ujście kanału Obry w Cigacicach. Jego średni spadek wynosi 0,29‰. Rzeka ma tutaj układ jednokorytowy, choć dolina składa się z dwóch różnych odcinków, odznaczających się odmienną rzeźbą obramowania. Południowy odcinek (Stany-Przewóz) leży w wyraźnym zwężeniu Kotliny Kargowskiej (między Wałem Zielonogórskim a Pojezierzem Sławskim). Szerokość dna doliny dochodzi tu do 4 km. Natomiast jej lewe (zachodnie) zbocze stanowi wyraźną skarpe o wysokości 30-40 m. Wskaźnik krętości jest tu niższy niż dla poprzedniego odcinka i wynosi 1,26. Mniej jest także odciętych starorzeczy. Odcinek północny (Przewóz-Cigacice) cechuje większa krętość koryta (wskaźnik kr. 1,41). Jest tu także znaczna liczba odciętych zakoli. Wyraźnie zaznaczone jest tylko lewe zbocze dna doliny. Natomiast zbocze prawe (północne) nie jest wyraźne, ponieważ rzeka płynie tu w poziomie dna Kotliny Kargowskiej, szeroko otwartej w stronę Doliny Środkowej Obry (ku wschodowi) i w stronę Bruzdy Zbąszyńskiej (ku północy). W pobliżu Cigacic rzeka zbliża się niemal 50 m do północnej skarpy, którą do doliny Odry opada Pojezierze Łagowskie. Na terenie Kotliny Kargowskiej koryto Odry jest niemal na całym odcinku obwałowane.

Dolina Środkowej Odry - na tym, najdłuższym w granicach województwa odcinku, którego średni spadek wynosi 0,28‰, Odra ma charakter rzeki jednokorytovej. W przeważającej części (od Cigacic do ujścia Nysy Łużyckiej) utrzymuje kierunek równoleżnikowy. W rejonie Krosna Odrzańskiego znajduje się ujście Bobru - jednego z największych lewobrzeżnych dopływów Odry. Od Cigacic do ujścia Bobru wskaźnik krętości wynosi przeciętnie 1,18, a tylko lokalnie osiąga wartość 1,46. Występuje tu duże nagromadzenie odciętych zakoli i - częściowo jeszcze aktywnych - koryt równoległych, z których najdłuższym jest "Zimna Woda" (ok. 25 km). Poniżej krosna Odrzańskiego, do ujścia Nysy Łużyckiej, wskaźnik krętości wynosi 1,23. W porównaniu z odcinkiem poprzednim, brak tu starorzeczy. Zaś dno doliny pokrywa gęsta sieć kanałów melioracyjnych. Cechą wyróżniającą Dolinę Środkowej Odry jest stosunkowo słaba lesistość dna doliny. Jedyne większe zalesione fragmenty występują na północ od Krępy, w rejonie skupienia odciętych zakoli rzecznych.

4. WYNIKI

I. Czerna - Bytom Odrzański (++)

408 – 417 km

Na prawym brzegu najcenniejsze dla ptaków są: fragment lasu łęgowego na odcinku 411 – 413 km, oraz duża grupa starych dębów blisko koryta Odry na odcinku 410 – 411 km. Natomiast brzeg lewy jest znacznie mniej cenny dla ptaków. Ważnym dla nich środowiskiem są dwa małe fragmenty leśne na kilometrach 407,3 - 407,5 km, oraz 409,5 – 410 km. Większość terenów nadrzecznych to pola uprawne o minimalnej wartości dla ptaków. Spośród ptaków łęgowych i prawdopodobnie łęgowych, z poszczególnych grup zagrożenia, stwierdzono następujące gatunki: (I) - kania rdzawa, (III) - bekas kszyk, żuraw, turkawka, dzięcioł średni, świergotek łąkowy, świerszczak.

II. Bytom Odrzański - Siedlisko (Kielcz) (+++)

417 – 424 km

Bardzo cenny dla ptaków odcinek doliny Odry. Na prawym brzegu występują tutaj bogate, w gatunki drzew i podszytu, lasy liściaste. Natomiast mniejsze fragmenty lasów iglastych, o dominacji lasów z dojrzałym drzewostanach, są miejscem występowania wielu cennych gatunków ptaków. Także fragmenty podmokłych łąk i starorzecza zapewniają doskonałe warunki dla rozrodu i żerowania wielu gatunkom ptaków. Na brzegu lewym najcenniejsze dla ptaków siedliska występują przy samej rzece. Dominują tu stare dęby, liczne starorzecza, dużą część stanowią pola orne. Stwierdzono następujące gatunki: (I) - kania rdzawa, kania czarna, nurogęś, (II) - turkawka, zimorodek, dzięcioł średni, żuraw, kszyk, świergotek łąkowy, świerszczak.

Z innych rzadkich gatunków stwierdzono tu występowanie błotniaka stawowego, jastrzębia, krętogłowa, dzięcioła zielonosiwego, dzięcioła zielonego, dzięcioła czarnego, dzięciołka, brzęczki, strumieniówki, trzciniaka i czyża. Szczególną uwagę zwrócono na obszar łuku rzeki naprzeciwko Siedliska (projektowane wykonanie kanału). Na terenie projektowanego kanału stwierdzono występowanie, z gatunków zagrożonych, jedynie strumieniówki i brzęczki.

II. Siedlisko (Kielcz) - Nowa Sól (+++)

424 – 429 km

Na prawym brzegu szczególnie cenne jest długie i rozgałęzione starorzecze Odry (Odrzysko). Jego brzegi porośnięte są prawie całkowicie lasami, w których występują ciekawe gatunki ptaków leśnych. Stwierdzono tu występowanie: (I) - kania rdzawa; (II) - kania czarna, srokosz, dudek; (III) - cyranka, nurogęś, żuraw, kszyk, turkawka, dzięcioł średni, świergotek łąkowy, świerszczak.

Z innych rzadkich gatunków ptaków stwierdzono tu występowanie czapli siwej (kolonia lęgowa), łabędzia niemego, błotniaka stawowego, krętogłowa, dzięcioła zielonosiwego, zielonego, czarnego, dzięciołka, siniaka, świerszczaka, strumieniówki i trzciniaka. Na terenie projektowanego odsuwania wałów najcenniejsze dla ptaków jest istniejące tam starorzecze i rosnące wzdłuż niego stare drzewa liściaste. Pozostały obszar ma niższe wartości przyrodnicze

III. Nowa Sól (od mostu drogowego na Odrze) - wieś Stany (+++)

429 – 436 km

Na prawym brzegu tego odcinka, szczególnie cenne dla ptaków jest Odrzysko i lasy je otaczające. Przy ujściowym odcinku kanału Kopalnica znajdują się podmokłe łąki ważne dla ptaków wodnych i błotnych. Lewobrzeżna część jest mniej wartościowa dla ptaków, nie stwierdzono tu gatunków zagrożonych. Są to niewielkie fragmenty lasów wśród pól uprawnych i łąk. Stwierdzono tu: (I) - kania rdzawa; (III) - cyraneczka, cyranka, trzmieljad, żuraw, kszyc, turkawka, dzięcioł średni, świergotek łąkowy.

Z innych rzadkich gatunków ptaków stwierdzono tu występowanie łabędzia niemego, błotniaka stawowego, jastrzębia, krętogłowa, dzięcioła czarnego, dzięciołka i trzciniaka.

IV. Wieś Stany – Przewóz (++)

436 – 450 km

Z prawej strony wąskie pasmo starych lasów stanowi ważne środowisko dla ptaków, szczególnie dla dzięciołów. Lewy brzeg, to odcinek równie cenny dla ptaków, zwłaszcza na terenie pobliskiego rezerwatu leśnego „Bukowa Góra”. Stwierdzono tu: przepiórka; (III) - cyraneczka, żuraw, kszyc, dzięcioł średni, turkawka.

Z innych rzadkich gatunków ptaków stwierdzono tu występowanie łabędzia niemego, błotniaka stawowego, krętogłowa, dzięcioła czarnego, dzięciołka, strumieniówki i trzciniaka. Na terenie planowanego odsuwania wałów (na zawalu) dominują pola uprawne, które mają małe znaczenie dla ptaków.

V. Przewóz – Klenica (+)

450 km - 454 km

Stwierdzono tu: (I) - kania rdzawa; (II) - kania czarna; (III) - zimorodek, pójdzka. Z innych rzadkich ptaków stwierdzono tu łabędzia niemego i pustułę.

VI. Klenica-Wielebłoto (++)

454 km - 460 km

Bardzo ciekawy fragment doliny Odry ze starorzeczami wśród lasów. Stwierdzono tu: (I) - kania rdzawa; (II) - kania czarna; (III) - dziwonia, płaskonos, cyranka, krakwa.

Z innych rzadkich gatunków stwierdzono następujące gatunki: perkozek, wodnik, strumieniówka, remiz, jastrząb, kokoszka wodna, łabędź niemy, błotniak stawowy, brzegówka - kolonia na 457 km (podmyty bunkier).

VII. Wielebłoto – Cigacice (most) (++)

460 km - 470 km

Ciekawy fragment z licznymi starorzeczami, oczkami wodnymi, lasami liściastymi. Poza tym pola uprawne i łąki. W ujściu Obrzycy okresowo zalewane rozlewisko. Stwierdzono tu: (I) - kania rdzawa; (II) - derkacz, srokosz, kania czarna, dudek; (III) - świerszczak, kszyc, żuraw.

Z innych rzadkich gatunków stwierdzono na tym odcinku następujące: błotniak stawowy, sieweczka rzeczna, remiz, krogulec, pustułka, dzięcioł zielony, dzięciołek, strumieniówka, brzęczka, jastrząb, brzegówka.

VIII. Cigacice (stary most) – Pomorsko (+++)

470 km - 480 km

Bardzo ciekawy pod względem ornitologicznym odcinek Odry. Na lewym brzegu znajduje się kompleks leśny z kilkoma starorzeczami. Natomiast prawy brzeg to otwarty teren poprzetykany remizami i laskami, zalewany okresowo z bagienkami i strumykami. Stwarza to doskonałe warunki do bytowania wielu gatunków ptaków. Stwierdzono tu: (I) - kureczka nakrapiana, bocian czarny; (II) - kuliczek piskliwy, srokosz, nurogęś, dudek, kania czarna; (III) - cyranka, żuraw, kszyc, dzięcioł średni, trzmielojad, świergotek łąkowy, dziwonia, siniak.

Stwierdzono występowanie także innych gatunków: perkoz dwuczuby, łabędź niemy, błotniak stawowy, pustułka, sieweczka rzeczna, remiz, bręczka, dzięcioł czarny i zielony, perkozek, krętogłów.

IX. Pomorsko (prom) - Nietkowice (most kolejowy) (++)

481-491 km

Odcinek w całości obwałowany z obu stron. W międzywalu niewielkie łągi wiązowo-topolowe, na lewym brzegu między Pomorskiem i Brodami oraz między Brodami i Nietkowem, a poza tym łąki ze starorzeczami i niewielkimi oczkami wodnymi. Na zawału z lewej strony rozległe łąki i niewiele pól uprawnych, z prawej - łąki, pola i lasy. Na 488 km (wysokość wsi Bródki), na lewym brzegu piaszczysta łacha długości ok. 300 m (jest to jedyny tego typu brzeg na całym omawianym odcinku). Stwierdzono tu: (I) - kania rdzawa, gągoł; (II) - nurogęś, kania czarna, derkacz; brodziec samotny; kuliczek piskliwy; dudek, srokosz; (III) - płaskonos, cyranka, bekas kszyc, świerszczak; dziwonia.

Najciekawszym miejscem w tej części doliny Odry jest odcinek między Brodami a ujściem Ołoboku ze starorzeczami, oczkami wodnymi, podmokłymi łąkami, piaszczystą łachą, częściowo porośnięty łągiem wiązowo-topolowym. Występują na nim: derkacz, brodziec samotny, kuliczek piskliwy, sieweczka rzeczna, dziwonia, srokosz, strumieniówka, świerszczak, płaskonos, błotniak stawowy, pustułka, kania rdzawa.

Obok wału na lewym brzegu na 488 km jest gniazdo bociana białego na dębie, na którym co roku wyprowadza młode (w 1996 r. - 3 młode). Jest to jedno z niewielu gniazd bociana białego poza siedzibami ludzkimi.

X. Nietkowice (most kolejowy) - Radnica (początek „Czarnej Łachy”) (++)

491-502 km

Odra na tym odcinku obwałowana z lewej strony całkowicie, z prawej w większości. Z obu stron na międzywalu ciągną się zwarte lub przerywane zadrzewienia liściaste (grądy i łągi), liczne oczka wodne, starorzecze pozostałe po wyprostowaniu zakola rzeki, podmokłe łąki. Na zawału z lewej strony podmokłe łąki przechodzą w pola uprawne, natomiast z prawej strony - głównie lasy i podmokłe łąki. Stwierdzono tu: (I) - gągoł; (II) - nurogęś, kania czarna; (III) - cyranka, cyraneczka, dziwonia, słowik szary, dzięcioł średni, świerszczak.

Miejsca ciekawe to: oczka wodne i starorzecza po lewej stronie od 492 km do 494 km, na których występują: gągoł, kania czarna, cyranka, cyraneczka, trzciniak, dziwonia, nurogęś, świerszczak, błotniak stawowy.

Starorzecze po lewej stronie przed ujściem Gryżynki (Gryżyński Potok), występują tu: łabędź niemy, perkoz dwuczuby, trzciniak, dzięcioł czarny, dzięcioł zielony.

XI. Radnica - ujście Zimnej Wody („Czarna Łacha”) (+++)

502-508 km

Odra na tym odcinku jest nieobwałowana z obu stron. Po lewej stronie rozległe, podmokłe łąki (do 3 km szerokości) z dużą ilością oczek wodnych, starorzecze powstałe po „wyprostowaniu” zakola Odry. Po prawej stronie pola i łąki częściowo podmokłe sąsiadują z lasami sosnowymi i olsami. Wiosenne wylewy wód Odry stwarzają na łąkach wspaniałe warunki do lęgów ptakom wodnym i błotnym, a także doskonałe miejsce do zdobywania pokarmu dla ptaków drapieżnych. Stwierdzono tu: (I) - kania rdzawa 1-2 pary, kulik wielki 2 pary; (II) - nurogęś 1-2 pary, kania czarna 1 para, derkacz 5 par, krwawodziób 3-5 par, brodziec samotny 1 para, kuliczek piskliwy 1 para, rycyk 1-3 pary, dudek 1 para, srokosz (III) -cyranka do 10 par, płaskonos 5-6 par, żuraw 2-3 pary, bekas kszyk 5 par, zimorodek, dzięcioł średni, świergotek łąkowy, świerszczak, pokrzewka jarzębata, dziwonia.

Jest to najciekawsze miejsce pod względem ornitologicznym na całym odcinku. W sprzyjających warunkach, kiedy poziom Odry jest odpowiednio wysoki, wiosną przystępuje tu do lęgów wiele gatunków ptaków wodnych i błotnych, m.in.: cyranka, płaskonos, krzyżówka, łyska, kurka wodna, kulik wielki, rycyk, krwawodziób, kuliczek piskliwy, brodziec samotny, bekas kszyk, żuraw, łabędź niemy, czajka. Choć nie stwierdzono lęgów, ale w okresie lęgowym przebywają tu duże stada (do 300 os.) śmieszek, po kilka par rybitw rzecznych i rybitw czarnych, a także 1-2 pary gęgawy. Jest to dogodne miejsce żerowania dla ptaków drapieżnych: bielik, kania rdzawa i czarna, błotniak stawowy - gniazdują tu maksymalnie 3 pary, pustułka, trzmielojad, jastrząb). Na podmokłych łąkach żerują niełęgowe stada żurawii, bocianów białych, łabędzi niemych.

W okresie przelotów wiosennych i jesiennych można spotkać duże stada gęsi (zbożowa, białoczelna, gęgawa), łabędzi (niemy, krzykliwy), kaczek (krzyżówka, cyraneczka, cyranka, płaskonos, krakwa, rożeniec, świstun, czernica, głowienka, gągoł, nurogęś, bielaczek), mew (śmieszka, pospolita, srebrzysta) i rybitw (rzeczna, czarna, białoskrzydła).

Jesienią i zimą żeruje tu wiele ptaków drapieżnych, m. in. bielik, błotniak zbożowy, myszołów włochaty, pustułka, jastrząb, krogulec, myszołów zwyczajny.

Wszelkie ingerencje w naturalny stan tego terenu mogą spowodować zmiany, których teraz nie da się przewidzieć i określić. Teren ten raczej powinien zostać objęty jakąś formą ochrony, np. jako park krajobrazowy lub rezerwat.

XII. Ujście Zimnej Wody - ujście Bobru (++)

508-516 km

Odra na tym odcinku nieobwałowana z obu stron, lewa strona to rozległe łąki z niewielkim lasem sosnowym i starorzeczem, częściowo tylko zurbanizowana. Prawa strona w większości zurbanizowana (Krosno Odrz., Chyże, Gostchorze), a niewielka część skarpy porośnięta jest lasem liściastym. Stwierdzono tu: (I) - kania rdzawa, kulik wielki; (II) – nurogęś, kania czarna, derkacz, srokosz; (III) – cyranka, płaskonos,

dziwonia, świerszczak, bekas kszyk, trzmiełojad, świergotek łąkowy, pokrzewka jarzębata, zimorodek, dzięcioł średni.

Poza tymi gatunkami, lęgowe są również: pustułka, remiz, kurka wodna, bocian biały (gniazdo na wierzbie, poza terenem zamieszkałym, na łące koło stadionu w Krośnie Odrz.), dzięcioł zielony i czarny, trzciniak.

Ważnym dla ptaków miejscem jest starorzecze z lewej strony Odry przed Krosnem Odrz., gdzie lęgowe są: nurogęś, cyranka, kulik wielki, błotniak stawowy, kurka wodna, dziwonia, derkacz, strumieniówka, trzciniak, pustułka.

XIII. Ujście Bobru - Miłów(++)

516-534 km

Lewa strona Odry obwałowana, prawa nie. Prawa strona porośnięta w dużej części lasami sosnowymi i liściastymi, są także łąki i pola uprawne. Lewa strona, to przede wszystkim pola i łąki poprzecinane rowami odwadniającymi, a także niewielkie lasy sosnowe i liściaste (olsy i grądy). Stwierdzono tu: (I) – gągoł, kania rdzawa; (II) – nurogęś, kania czarna, kobuz, krwawodziób, brodziec samotny, rycyk, kuliczek piskliwy, srokosz; (III) – płaskonos, cyraneczka, cyranka, krakwa, dzięcioł średni, turkawka, świerszczak, świergotek łąkowy.

Miejsca ciekawe to: - ujście Bobru, gdzie stwierdzono w okresie lęgowym: pustułka (3 pary), nurogęś, gągoł, płaskonos, cyranka, cyraneczka, rycyk, kurka wodna, kania rdzawa i czarna; - starorzecze Odry koło Sarbii (519-521 km), gdzie występują: kania rdzawa M., pustułka, nurogęś, krakwa, sieweczka rzeczna, kuliczek piskliwy, srokosz, strumieniówka, błotniak stawowy, dzięcioł zielony i czarny; - łąka na międzywalu z oczkami wodnymi po lewej stronie Odry (524-526 km), obserwowano tu takie ptaki jak: rycyk, krwawodziób, brodziec samotny, kania rdzawa, kania czarna, kobuz, błotniak stawowy, gągoł, cyranka, trzciniak, świerszczak, w tym miejscu widziano także w okresie lęgowym pary rybitwy rzecznej, gęgawy, żurawia i ostrygojada; - łąki z oczkami wodnymi na prawym brzegu (od Połęcka do Miłowa, 531-534 km), występują tu: pustułka, nurogęś, kania czarna, kania rdzawa, kobuz, gągoł, perkozec.

XIV. Miłów - ujście Nysy Łużyckiej(+++)

534-542 km

Odra obwałowana na całym odcinku z obu stron. Na międzywalu: łąki, dużo oczek wodnych, niewielkie zadrzewienia. Zawale z lewej strony to przede wszystkim łąki i pola, a także niewielkie lasy liściaste. Z prawej strony zawale to Kanał Krzesiński i przylegające do niego łąki (głównie podmokłe). Cały ten obszar jest bardzo atrakcyjny dla ptaków i występują tu: (I) – gągoł, kania rdzawa, kulik wielki; (II) – nurogęś, kania czarna, derkacz, kuliczek piskliwy, rycyk, dudek, srokosz; (III) – płaskonos, żuraw, bekas kszyk, lelek, świergotek łąkowy, świerszczak, dziwonia.

Poza wymienionymi gatunkami lęgowe są także: łabędź niemy C. olor, puszczyk *Strix aluco*, głowienka, błotniak stawowy, remiz, perkozec, trzciniak. Można tu również spotkać żerujące na Odrze lub na łąkach: bielika, rybołowa, bociana czarnego, orlika krzykliwego, jastrzębia, trzmiełojada, kobuza, a także: żurawie, mewy śmieszki, rybitwy rzeczne. Teren ten ma duże znaczenie w okresie przelotów wiosennych i jesiennych, a także dla zimowania ptaków wodnych i drapieżnych.

Dolina Odry jest także ważnym miejscem zimowania wielu gatunków ptaków. Na całym badanym odcinku rzeki stwierdzono miejsca, gdzie ptaki chętnie przebywają w okresie zimy. Może to być powodowane: dostępnością pokarmu, bezpieczeństwem czy też mikroklimatem. W miejscach tych należy prowadzić bardzo ostrożnie wszelkie inwestycje mogące zmienić charakter rzeki. Miejsca skupiania się zimujących ptaków na całym opracowywanym odcinku Odry Czarna-Krzecin (na podstawie obserwacji wieloletnich): 402-404 km, 408-409 km, 414 km, 417-418 km, 419 km, 425-426 km, 429 km, 439-441 km, 446 km, 452 km, 457 km, 470 km, 476 km, 478 km, 483 km, 488 km, 514 km, 533-534 km, 536 km, 537-540 km.

5. PODSUMOWANIE

Wstępne rozpoznanie terenu pozwala na wskazanie odcinków rzeki cennych dla ornitofauny w skali lokalnej, krajowej a nawet europejskiej. Miejsca te powinny pozostać w stanie takim, w jakim są obecnie. Wykonywane prace hydrotechniczne spowodują zmiany w środowisku (szczególnie zmiany stosunków wodnych), które negatywnie wpłyną na obecny skład gatunkowy. Do najcenniejszych odcinków zaliczono: 1) odcinek między Przyborowem a Siedliskiem po prawej stronie i poniżej Przyborowa na wysokości Nowej Soli; 2) Dąbrowa; 3) odcinek na wysokości miejscowości Tarnawa i Ledno; 4) odcinek między Cigacicami a Pomorskiem; 5) okolice Brodów; 6) odcinek powyżej Krosna Odrzańskiego (Czarna Łacha); 7) rejon Kosarzyna i Krzesina.

Z punktu widzenia ochrony bioróżnorodności cenna jest cała dolina Odry. Poza wskazanymi najcenniejszymi odcinkami należy podkreślić, że na całej długości międzywała należy zachować roślinność drzewiastą, gdyż stanowi ona miejsce rozrodu i życia wielu gatunków ptaków (w tym ptaki drapieżne czy też zanikającego powoli dzięcioła średniego).

Podziękowania

Pragniemy podziękować Robertowi Rybarczykowi za pomoc w pracach terenowych.

6. LITERATURA

- [1] DYRCZ A., Grabiński W., Stawarczyk T., Witkowski J.: *Ptaki Śląska – monografia faunistyczna*. Wrocław (1991).
- [2] GŁOWACIŃSKI Z. [ed.]: *Polska czerwona księga zwierząt*. PWRiL, Warszawa (1992).
- [3] GRUHL K.: *Tier- und pflanzenwelt dem Kreis Gruenberg i. nS.* Levisohn und sohn, Gruenberg (1929).
- [4] JANKOWSKI W., Świerkosz K.: *Korytarz ekologiczny doliny Odry*. IUCN, Warszawa (1995).
- [5] JERMACZEK A. Et al.: *Ptaki Ziemi Lubuskiej*. LKP, Świebodzin (1995).

- [6] JERZAK L.: *Występowanie remiza w międzywalu rzeki Odry między Głogowem a Kostrzynem*. W: Jezrak L., Jungius H. [red.] *Ochrona przyrody na Środkowym Nadodrzu*, WSP, Zielona Góra: 73-80 (1994).
- [7] RADKIEWICZ J.: *Bocian biały na środkowym Nadodrzu w latach 1973-1978*. WSP, Zielona Góra (1984).
- [8] TOMIAŁOJC L. [red.].: *Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski*. IOP PAN, Kraków (1993).

Urszula Kołodziejczyk

**KRAJOWE i MIĘDZYNARODOWE PROBLEMY
ZAGOSPODAROWANIA DORZECZA ODRY**

**NATIONAL AND INTERNATIONAL PROBLEMS
MANAGEMENT OF THE Odra-RIVER BASIN**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

Odra od najdawniejszych czasów znajduje się w centrum zainteresowania społeczności: jako źródło wody, energii, środek transportu czy stanowisko ekologiczne. Duże zainteresowanie problemami zagospodarowania Odry nastąpiło po katastrofalnej powodzi w 1997 r. Powstało wówczas szereg inicjatyw krajowych i międzynarodowych, popartych środkami finansowymi Polski oraz Banku Światowego, Unii Europejskiej, Kanady, Holandii, Danii, Niemiec, Czech i in., a wśród nich kompleksowy, polski „Program dla Odry – 2006”. Realizacja tego programu jest szansą dla rzeki i nieodłącznie związanego z nią człowieka.

Summary

Oder from oldest times is found in center of man's interest: as source of water and energy, center of transportation, natural environment. Considerable animation in catchment's management of Oder-river was noted after catastrophic flood in 1997. Then came into being a row of national and international initiatives, financial supported by Poland, World Bank, European Union, Canada, Holland, Denmark, German, Czech Republic and other, with polish „Program for Oder - 2006”. Realization of this program is chance for the river and man inseparable connected with it.

Rzeka Odra ma długość 854,4 km i jest drugą co do długości, ale pierwszą zagospodarowaną rzeką Polski [Mikulski, 1963]. Jej historyczne nazwy, jak np. Odera, Odera, Oddera, używane m.in. przez Galla Anonima i Jana Długosza [Kolago i in., 1972] świadczą o dużym zainteresowaniu rzeką od najdawniejszych czasów; w pierwszej kolejności – jako źródłem wody, a następnie – z powodu korzyści gospodarczych i zagrożeń powodziowych.

kooperacja w ramach Polsko - Holenderskiego Komitetu Współpracy, który steruje pracami w zakresie systemów ochrony przeciwpowodziowej oraz rozwoju żeglugi śródlądowej. Ogniwem działań międzynarodowych jest Duńska Agencja Ochrony Środowiska, która sfinansowała transfer technologii dotyczących prognozowania i zarządzania powodzią (program MIKE II). Ochroną ekosystemów doliny Odry od wielu lat zajmuje się Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody (IUCN- The World Conservation Union). Uruchomiono program ISPA, który jest finansowym motorem ekologicznych poczynań. Działają również krajowe fundusze ochrony środowiska i mnożą się kolejne programy ekologiczne, np.: EKONET, NATURA 2000 i in.

W ostatnim czasie pojawił się „Atlas obszarów zalewowych Odry”, który został opracowany przez światowy fundusz na rzecz przyrody - World Wild Fond (WWF). Prace nad atlasem trwały dwa lata i były prowadzone jednocześnie we wszystkich nadodrzańskich państwach. Przygotowanie tej bezprecedensowej – zdaniem ekologów - publikacji kosztowało milion złotych. W wydawnictwie znalazły się 52 unikalne mapy terenów zalewowych Odry, a także opis specyficznych dla nich środowisk przyrodniczych, w tym lasów łęgowych i łąk. Autorzy opracowania chcą traktować Odrę jako jeden wielki korytarz ekologiczny, który powinien zostać włączony do projektu NATURA 2000 i stanowić w całości obszar chroniony Unii Europejskiej. Ich zdaniem - wielkie przedsięwzięcia regulacyjne, jakie zostały przewidziane w „Programie dla Odry - 2006”, zagrażają obszarom przyrodniczym, wymagającym bezwzględnej ochrony. Z kolei autorzy „Programu dla Odry - 2006” twierdzą, że Odra wymaga fachowych działań inżynierskich, wyznaczonych w drodze dyskusji i kompromisu zawartego pomiędzy hydrotechnikami i przyrodnikami. Nie można bowiem zamienić korytarza nadodrzańskiego w jeden wielki rezerwat. Musi znaleźć się tutaj miejsce dla ekologii, ale nie mniej ważne są problemy gospodarczego wykorzystania Odry, a także retencji wód i ochrony przeciwpowodziowej.

Rzeczywistość Odry kształtuje polityka państwa w zakresie zagospodarowania przestrzennego, w tym także przyjęta przez rząd „Koncepcja Polityki Zagospodarowania Przestrzennego Kraju”, gdzie Odra – ze względu na znaczenie strategiczne - została potraktowana w sposób szczególny. Zagospodarowanie dorzecza Odry, stanowiącego 35% powierzchni kraju, zostało tutaj zaprojektowane kompleksowo, po uwzględnieniu kilku czynników: osadniczego, transportowego, infrastruktury technicznej, gospodarki wodnej i ochrony środowiska [S.Dendewicz i in.,2000].

Odra ma bardzo bogatą bibliografię. Była i jest nadal przedmiotem badań wielu dziedzin nauki. Szereg rozwiązań zostało już zrealizowanych. Jednak przyszłość Odry zależy od skuteczności dalszych rozwiązań, które będą poparte bazą finansową oraz konsekwencją w działaniu i cierpliwością w oczekiwaniu na efekty końcowe.

Regionalną politykę kształtują obecnie samorządy wojewódzkie oraz gminne i to one właśnie powinny dążyć do zapewnienia Odrze właściwego miejsca w gospodarce. W tym zakresie konieczna jest współpraca nadodrzańskich gmin, województw oraz państw. Pogodzenie sprzeczności wynikających z zapewnienia niezbędnej przestrzeni dla Odry (w tym terenów zalewowych i retencyjnych) oraz rozwoju gospodarczego nadodrzańskich gmin, a także ochrony środowiska przyrodniczego - jest sprawą niezwykle skomplikowaną. Jesteśmy tylko jednymi z licznych użytkowników dolin rzecznych. Dlatego też musimy znaleźć w nich właściwe miejsce. Należy jednak mieć

nadzieję, że wszystkie liczne wysiłki, podjęte w tym celu w ostatnich latach, zakończą się sukcesem i Odra zostanie właściwie zagospodarowana.

LITERATURA:

- [1] DENDEWICZ S. [red]: *Materiały z konferencji : Zagospodarowanie przestrzenne pasma Odry*. Wojewódzkie Biuro Urbanistyczne we Wrocławiu (2000)
- [2] JANKOWSKI W., ŚWIERKOSZ K.: *Korytarz ekologiczny doliny Odry*. Fundacja IUCN Poland. Warszawa (1995)
- [3] KOLAGO C., Mojski J., Rezak B., Różycki M.: *Przewodnik geologiczno-krajoznawczy – Odra od źródeł do Bałtyku*. Wyd. Geol. Warszawa (1972)
- [4] KOŁODZIEJCZYK U.: *Wykorzystanie zasobów wodnych dorzecza Odry*. Wyd. PTPNoZ Natura. Zielona Góra (2000)
- [5] KOŁODZIEJCZYK U.: *Charakterystyka fizjograficzna i hydrologiczna rzeki Odry*. Wyd. PTPNoZ Natura. Zielona Góra (2000)
- [6] MIKULSKI Z.: *Zarys hydrografii Polski*. PWN, Warszawa (1963)
- [7] MINISTER - Członek Rady Ministrów, Pełnomocnik Rządu d/s Usuwania skutków Powodzi: *Strategia modernizacji Odrzańskiego Systemu Wodnego – Program Odra 2006*. Wrocław (1998)
- [8] NALBERCZYŃSKI A.: *Współpraca regionalna i międzynarodowa w ochronie przed powodzią w dorzeczu Odry. Materiały I Międzynarodowej Konferencji „Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry – Sytuacja po powodzi 1997 r.”* Zielona Góra, 15-16.09.1998
- [9] NALBERCZYŃSKI A.: *Generalna strategia ochrony przed powodzią dorzecza górnej i środkowej Odry po wielkiej powodzi lipcowej 1997r.* Gospodarka Wodna nr 12 (1999)
- [10] STAŚKO S. [red]: *System wodny Odry i instytucje jej dorzecza*. IMS Sp. z o.o. Wrocław (1999)
- [11] ZIELIŃSKI J. [red]: *System monitoringu i osłony kraju*. IMGW Warszawa (1999)

Urszula KOŁODZIEJCZYK¹, Witold Cezariusz KOWALSKI²

**INŻYNIERSKO-GEOLOGICZNE, ŚRODOWISKOWE
I GEOTECHNICZNE BADANIA WAŁÓW
PRZECIWPOWODZIOWYCH W DOLINACH NIZIN
ŚRODKOWOPOLSKICH**

**ENGINEERING-GEOLOGICAL, ENVIRONMENTAL
AND GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS OF FLOOD
EMBANKMENTS IN MIDDLE POLAND LOWLAND
RIVER VALLEYS**

¹ Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska

¹ Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

² Uniwersytet Warszawski

² University of Warsaw

Streszczenie

Przeprowadzone badania stanu wałów przeciwpowodziowych w czasie przechodzenia wysokiej fali powodziowej i bezpośrednio po jej przejściu w lipcu 1997r. wykazały braki w ich konserwacji w długich okresach międzypowodziowych oraz niedociągnięcia w organizacji akcji przeciwpowodziowej. Badania te ujawniają, że można znacznie zmniejszyć ryzyko zagrożeń wysokimi falami powodziowymi w dolinach Niziny Środkowopolskiej, okresowo kontrolując stan wałów przeciwpowodziowych, jak to przedstawiono w tym artykule i prowadząc roboty renowacyjne w okresach międzypowodziowych.

Summary

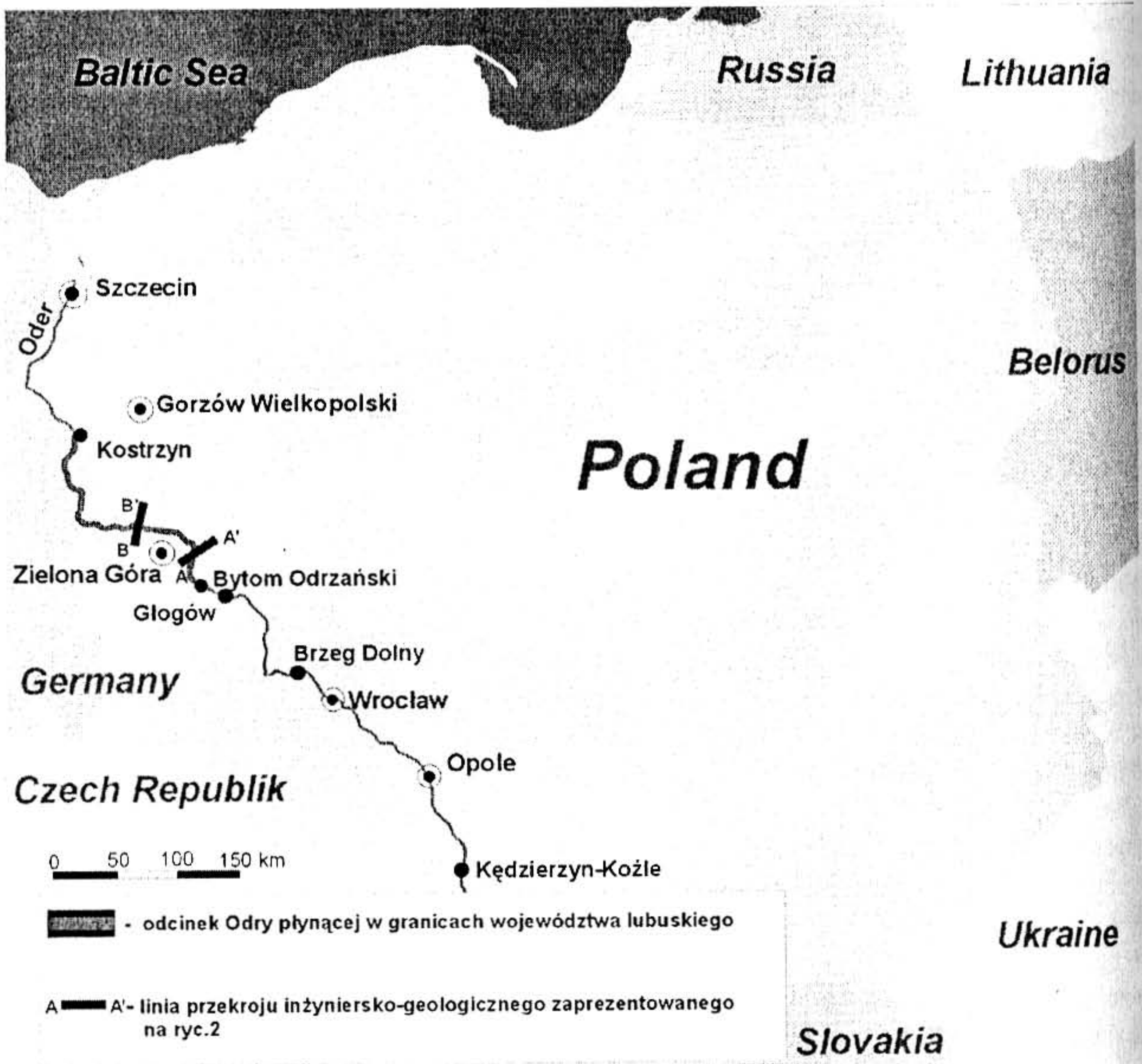
Passed investigations of flood-embankments state during flood high wave passing and immediately after her passage in July 1997 showed lacks in their preservation in long periods between floods and shortcomings in flood-rescue action organization. These investigations bring to light, that one can considerably diminish risk of flood high waves threats in valleys of Middle-Poland Lowland, periodically inspecting of flood-embankments state, as one represented in this article, and driving restoration works in periods between floods.

Sypanie grobli i wałów przeciwpowodziowych na Nizinie Środkowopolskiej, a później ich nadbudowywanie, poszerzanie i wydłużanie rozpoczęło się już w czasach przedhistorycznych [J. Kondracki, 1965; W. C. Kowalski, 1975; 1984; 1988; 1994], nasiliło w średniowieczu oraz spotęgowało we współczesności. W czasach przedhistorycznych poszczególni ludzie i ich społeczności osiedlali się na stałe nad brzegami rzek i na ich tarasach. Zmiany następowały sukcesywnie wskutek rozwoju człowieka i jego paleolitycznego sposobu bytowania, w tym zbieractwa i myślistwa, a następnie - prymitywnych, neolitycznych upraw rolnych [Kowalski, 1994]. Istotnym czynnikiem decydującym o wyborze lokalizacji siedlisk ludzkich nad brzegami rzeki lub blisko niej (na jej tarasach) był łatwy dostęp do niezbędnej dla życia wody pitnej [Kowalski, 1975; 1978; 1988; 1994], dopóki - w wyniku zanieczyszczenia rzeki - nie zmieniły się one w kanały ściekowe [Navon, 1996]. Stałemu osadnictwu nad brzegami rzek sprzyjała świadomość ówczesnych ludzi, że rzeki są najłatwiejszymi drogami transportu ludzi i towarów. Z upływem czasu i postępu technicznego ludzie zamieszkujący na brzegach rzek i blisko tych brzegów (na niskich tarasach rzecznych) rozpoczęli wykorzystywanie energii wody spływającej w korytach rzecznych, budując młyny i hamernie, a współcześnie - elektrownie wodne. Dla społeczności ludzkich zamieszkujących tarasy rzeczne rzeki były dobrodziejstwem natury, ale jednocześnie - z drugiej strony - były one poważnym zagrożeniem. Niejednokrotnie katastrofalne powodzie dolin rzecznych powodowały śmierć lub utratę dorobku całego życia wielu ludzi [Dubicki, Słota, Zieliński, 1999; Falkowski, 1989; Granacki, 1989; Kołodziejczyk, H. Greinert, A. Greinert, 1998; Kondracki, 1965; Kowalski, 1978; 1988; Krauzlis, 1979; Mikulski, 1990; 1998; Mikulski, Bajkiewicz, 1996; Szumański, 1979a; 1979b].

Na Nizinie Środkowopolskiej świadome lub nieświadome, miejscowe, lokalne i regionalne przeciwdziałanie powodziom rzek i ich skutkom rozpoczęło się już w czasach prehistorycznych. Są one zaakcentowane usypanymi w różnych czasach, a później modernizowanymi groblami i wałami przeciwpowodziowymi. Nasilenie budowy nowych oraz rozbudowa starych obiektów przeciwpowodziowych rozpoczęła się już w średniowieczu, zwłaszcza na tych terenach, na których zwiększała się trzebież lasów związana ze zwiększaniem areалу upraw rolnych (od gospodarki trójpolowej poczynając), jak też na terenach górniczych i związanych z nimi dymarkami, a później hutami. Bez względu na czynniki naturalne, przede wszystkim meteorologiczne i hydrologiczne, współczesne ruchy skorupy ziemskiej [Biernacki, 1968; 1975; Dietrich, 1976; Falkowski, 1965; 1967; 1971; 1972; 1975; 1986; Karabon, 1980; Kowalski, 1978; Kowalski, Dragowski, Falkowski, Liszkowski, Łozińska-Stępień, Stochlak, 1975; Krauzlis, 1989; Laskowski, 1981; 1986; 1989; Mojski, 1980; Szumański, 1972a; 1972b; 1977], a także trzebież lasów, z jednej strony zmniejszała się retencja wód opadowych w lasach i gruntach, a z drugiej - zwiększała się masa wód opadowych spływających bezpośrednio po opadzie po powierzchni terenu. Powodowało to wzrost ablacji i w konsekwencji - wzrost deluwii na zboczach dolin [Stochlak, 1972, 1975] i aluwii [Krauzlis, 1989] w korytach rzek, wypełnianie koryt rzecznych nadmiarem donoszonego do koryta rozdrobnionego materiału skalnego, którego płynąca rzeka nie mogła przenieść dalej oraz podnoszenie się den koryt rzecznych, rozlewanie rzek na przyległe tarasy i powstawanie coraz częstszych i groźniejszych powodzi [Falkowski, 1972; 1975, Laskowski, 1989; Dubicki, Słota, Zieliński, 1999]. Tak więc, jak to wynika z geologicznych i inżyniersko-geologicznych badań osadów dennych koryt rzecznych i osadów powodziowych (mad

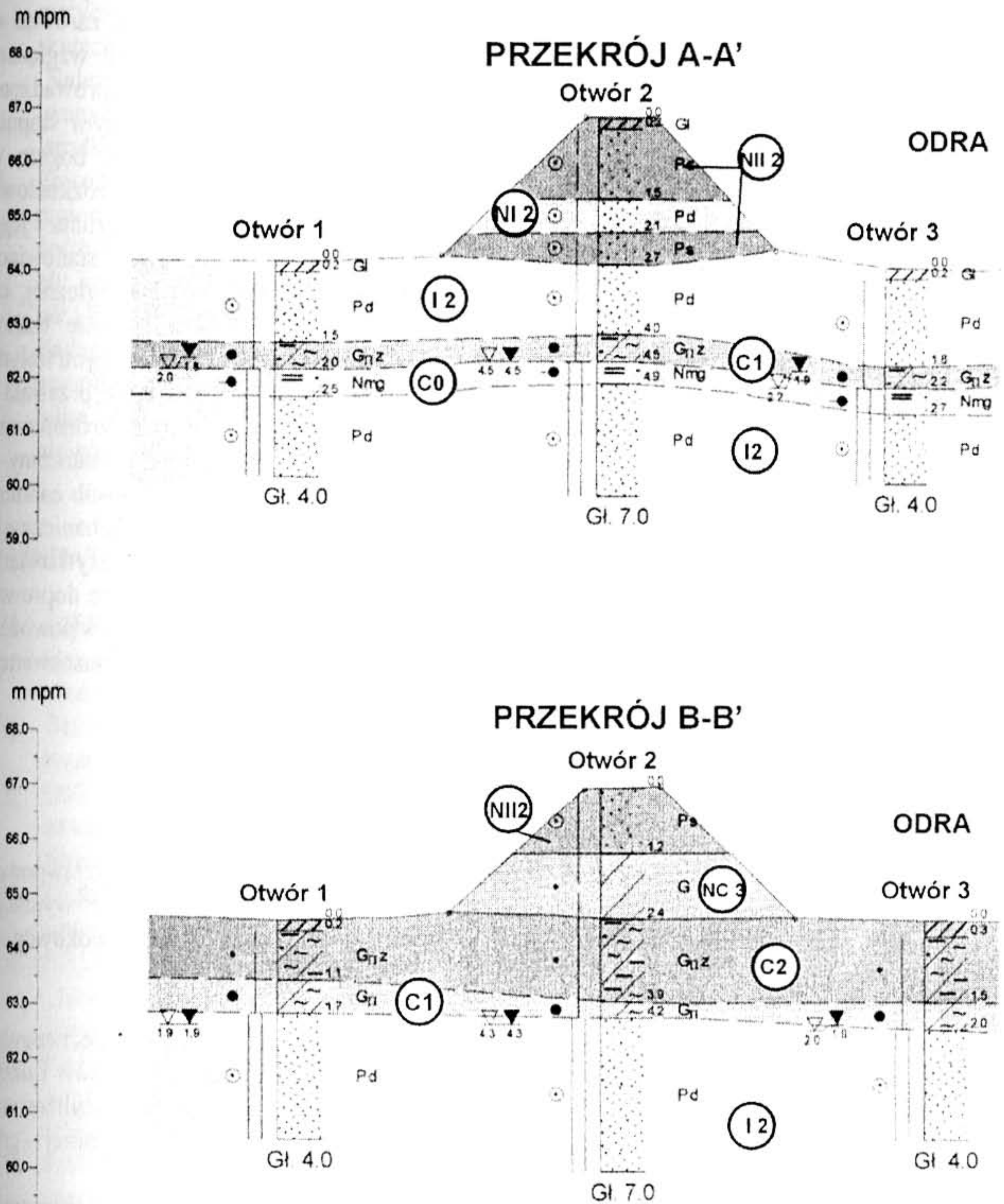
ilastych, pyłowych i piaszczystych), w miarę wzrostu populacji ludzkich zamieszkujących dorzecza rzek i ingerujących w zastane środowisko przyrodnicze (początkowo – zupełnie naturalne, później zmienione przez działalność gospodarczą człowieka w środowisko inżyniersko-geologiczne) zmieniał się bilans aluwii w poszczególnych przekrojach koryt rzecznych i tarasów powodziowych: z ujemnego (rzeki początkowo erodującej) poprzez zerowy na dodatni (rzeki akumulującej). Akumulacja osadów w dnach koryt rzecznych i na tarasach zalewowych powodowała ich podnoszenie oraz zwiększanie wielkości, częstotliwości i wysokości fali powodziowej, co z kolei zmuszało do sypania, podwyższania, poszerzania i przedłużania wałów przeciwpowodziowych. Każda wysoka fala powodziowa, przelewająca się przez uprzednio usypaną groblę i wał, powodująca wymierne straty, wywołuje emocje i niestety - krótkotrwałe chęci zapobiegania tym stratom. Procesy meteorologiczno-hydrologiczne cechuje różnego rzędu okresowość. Zwykle po okresie wzmożonych opadów i nie mieszczących się w korytach rzecznych przepływów wód występują okresy zmniejszonych opadów w obszarze dorzecza i przepływająca woda mieści się w korycie rzecznych stanów od niskich do wysokich, ale nie powodziowych. W okresach suchszych z reguły szybko przerzuca się środki przeznaczone na gospodarkę wodną i budownictwo hydrotechniczne na inne, może nawet mniej ważne cele. Zwykle dopiero podczas następnej wysokiej fali powodziowej zbiera się i organizuje ad hoc akcję przeciwpowodziową z wszelkimi niedostatkami i brakami towarzyszącymi takiej akcji. Różne rzeki i ich dorzecza w różnym stopniu reagują na mniej więcej te same ilości opadów przypadających na jednostkę powierzchni. Ostatnie wielkie powodzie w dorzeczach Odry i Wisły na Nizinie Środkowopolskiej miały zupełnie inny przebieg i natężenie. Zbudowane zbiorniki retencyjne na Wiśle i na jej dopływach, zwłaszcza w Czorsztynie (mimo protestów ekologów), odpowiednio przygotowane na przyście maksymalnej fali powodziowej i ich współdziałanie nie dopuściły do powstania tak olbrzymich strat jak w rejonie górnej i środkowej Odry. Przeciwpowodziowe obiekty hydrotechniczne (wały i zbiorniki retencyjne) wzdłuż Odry i jej dopływów zostały zbudowane znacznie wcześniej niż tego typu obiekty w dorzeczu Wisły. Były one dostosowane do warunków panujących w okresie ich budowy i nie mogły spełnić w pełni swojej roli podczas wielkiej powodzi 1997 r., zwłaszcza wobec zaniedbań w ich eksploatacji powstałych podczas wojen i bezpośrednio po nich, a także odmiennej gospodarki wodnej i nieco różnych interesów regionalnych Czech, Polski i Niemiec. Mimo międzynarodowych porozumień, być może nie za szczegółowych, przy niedostatkach i opóźnieniach we wzajemnej, bezpośredniej informacji o stanach wód w rzekach dorzecza Odry wydaje się, że zawiodła planowana synchronizacja działań przeciwpowodziowych w poszczególnych krajach. Szereg zjawisk, jak: zachowanie się przepływającej wysokiej fali powodziowej w międzywalu podczas powodzi w 1997 r., przelewanie się wody przez korony wałów, przenikanie wody przez korpus wałów oraz ich podłoże, uszkodzenia i zniszczenia tych obiektów było obserwowanych mniej lub bardziej starannie na wszystkich wałach Odry i Wisły oraz ich dopływów. Bardzo wnikliwie te zjawiska analizowano na wałach Środkowego Nadodrza, gdzie prowadzono rejestr zniszczeń i wszelkich uszkodzeń wałów spowodowanych przez wysoką falę powodziową, a także dokumentację budowy wewnętrznej usypanych wałów i ich podłoża gruntowego, które musiało z wałami współpracować i z którego pobierany był materiał do ich usypania. Badania takie były przeprowadzone wzdłuż całego Środkowego Nadodrza [Pilecki, 1998; Zarębski, 1999; Reszka, 2000;

Kołodziejczyk, 1999; 2000]. Objęły one szereg odcinków wałów o łącznej długości 240,5 km, zlokalizowanych wzdłuż fragmentu Odry od 409,0 do 614,2 km jej biegu rys. 1.



Rys.1 Schemat Odry

Były to badania nieinwazyjne, na które składały się: kartowanie geologiczne, bioindykacja, badania geofizyczne (profilowanie elektrooporowe), a także wiercenia ręczne, sondowanie sondą lekką SL, badania makroskopowe oraz badania laboratoryjne. Wiercenia i sondowania przeprowadzono w przekrojach poprzecznych, których lokalizację typowano na podstawie wyników badań bioindykacyjnych i geofizycznych. W lubuskim odcinku Odry łącznie zinterpretowano budowę geologiczną wałów przeciwpowodziowych w 742 przekrojach poprzecznych, po wykonaniu 2200 otworów badawczych. Dla przykładu podaje się dwa spośród wykonanych przekrojów (rys.2). Lokalizację wybranych przekrojów pokazano na rys. Otwory badawcze zostały wykonane od strony odpowietrznej (otwór nr 1), w koronie wału (otwór nr 2) i od strony odwodnej (otwór nr 3).



Rys.2. Wybrane poprzeczne przekroje inżyniersko-geologiczne przez wał przeciwpowodziowy Środkowego Nadodrza

Korpus wałów - grunty nasypowe; NC3 – glina (G) stanie twardoplastycznym [$I_L = 0,10$], NI2 – piasek drobny (P_d) średniozagęszczony [$I_D = 0,45$], NII2 – piasek średni (P_s) średniozagęszczony [$I_D = 0,45$]

Podłoże wałów - grunty rodzime; I2 - piasek drobny (P_d) średniozagęszczony [$I_D = 0,50$], C0 – namuł gliniasty (N_{mg}), C1 - glina pylasta zwięzła (G_{pz}) i glina (G) w stanie plastycznym [$I_L = 0,45$], C2 – glina pylasta zwięzła (G_{pz}) na pograniczu stanu plastycznego i twardoplastycznego [$I_L = 0,25$]

4. Wały przeciwpowodziowe należy poddawać bieżącej konserwacji poprzez systematyczną ochronę zadarnienia na skarpach, dosiewanie zniszczonych traw oraz skuteczny zakaz wypasu bydła.
Należy również kontrolować, czy w obwałowaniach nie ma zniszczeń spowodowanych przez gryzonie, a w przypadku ich stwierdzenia zastosować odpowiednie środki zaradcze.
5. Powodzenie akcji przeciwpowodziowej w skali gmin, powiatów, województw, regionów i całego kraju uwarunkowane jest w znacznym stopniu od stałego, nie opóźnionego współdziałania komitetów przeciwpowodziowych wszystkich szczebli: gminnych, powiatowych, wojewódzkich i centralnych, tak w granicach Polski jak i krajów ościennych.
6. Badania stanu wałów przeciwpowodziowych podczas przechodzenia wysokiej fali powodziowej w lipcu 1997 r. mogą być wytycznymi do badań takich wałów nie tylko wzdłuż całej Odry i jej dopływów, ale także w dolinach innych rzek i ich dopływów na Nizinie Środkowopolskiej.

LITERATURA

- [1] BIERNACKI Z.: *Wiek oraz przebieg przyrostu miąższości mad na tarasie zalewowym Wisły w rejonie Warszawy w świetle stanowisk archeologicznych*. Przegląd Geol., nr 1 (1968)
- [2] BIERNACKI Z.: *Holocene and late Pleistocene alluvial sediments of the Vistula river near Warsaw*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.19, (1975)
- [3] DIETRICH J.: *Inżyniersko-geologiczna analiza porównawcza osadów madowych powodzi 1970 r. i starszych pld. części Kotliny Płockiej*. Arch. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., (1976)
- [4] DUBICKI A., SŁOTA H., ZIELIŃSKI J.: *Dorzecze Odry – monografia powodzi lipiec 1997*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Warszawa (1999)
- [5] FALKOWSKI E.: *Holoneńska historia i prognoza rozwoju Wisły środkowej*. W: „Geologiczne problemy zagospodarowania Wisły środkowej i jej dopływów od Sandomierza do Puław”. SliTGór. Katowice (1965)
- [6] FALKOWSKI E.: *Ewolucja holocenijskiej Wisły na odcinku Zawichost-Solec i inżyniersko-geologiczna prognoza jej dalszego rozwoju*. Biul. Inst. Geol., nr 198, (1967)
- [7] FALKOWSKI E.: *Historia i prognoza rozwoju układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych Polski*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.12, (1971)
- [8] FALKOWSKI E.: *Regularities of development in lowland rivers and changes in river bottoms in the Holocene*. W: Symp. INQUA, Poland, (1972)
- [9] FALKOWSKI E.: *Variability of channel processes in lowland rivers in Poland and changes of the valley floors during the Holocene*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.19, (1975)
- [10] FALKOWSKI E.: *Geologiczne uwarunkowania obecnej morfologii dna doliny i koryta Wisły Środkowej oraz kierunki zachodzących zmian*. W: Informator Projektanta 2/86, Hydroprojekt, (1986)

- [11] FALKOWSKI E.: *Inżyniersko-geologiczne aspekty ochrony środowiska przyrodniczego na obszarach den dolinnych Niżu Polskiego*. W: Inżyniersko-geologiczne problemy środowiska człowieka. Inst. Hydrogeol. i Inż. Geol. Uniw. Warsz., (1989)
- [12] GRANACKI W.: *Próba oceny zmian procesów rzecznych Odry Środkowej pod wpływem gospodarczej działalności człowieka*. W: Inżyniersko-geologiczne problemy środowiska człowieka. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. Uniw. Warsz., (1989)
- [13] KARABON J.: *Morfogenetyczna działalność wód wezbraniowych związanych z zatorami lodowymi na dolinie Wisły Środkowej*. Przegląd Geol. nr 9, (1980)
- [14] KOŁODZIEJCZYK U.: *Ocena geotechniczna fragmentu wałów przeciwpowodziowych Odry*. VIII Konferencja „Techniczna Kontrola Zapór”, Zakopane (1999)
- [15] KOŁODZIEJCZYK U.: *Geologic-engineering investigations as a method of Odra-river flood – embankment condition estimation*. W: „Geologie ist Grenzenlos”. 9 Jahrestagung Frankfurt/O 20-25.09.2000. Gesellschaft für Geowissenschaften, (2000)
- [16] KOŁODZIEJCZYK U., GREINERT H., GREINERT A.: *The course and effects of the Middle – Odra*. In: International Odra Research Conference. 16-19 June 1998, Kraków (1998)
- [17] KONDRACKI J.: *Geografia fizyczna Polski*. PWN. Warszawa (1965)
- [18] KOWALSKI W.C.: *The evolution of man's environment in the Holocene in Poland*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.19, (1975)
- [19] KOWALSKI W.C.: *Naturalne i quasinaturalne stadia rozwoju rzek (na przykładzie Odry i jej dopływów)*. Metody dokumentowania geologiczno-inżynierskiego obszarów dolin rzecznych dla potrzeb budownictwa hydrotechnicznego. Geoprojekt. Warszawa (1978)
- [20] KOWALSKI W.C.: *History of changes of geological environment under the influence of mankind activity*. 25-th Int. Geol. Congr. Vol.17. Engineering Geology. Moscow (1984)
- [21] KOWALSKI W.C.: *Geologia inżynierska*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa (1988)
- [22] KOWALSKI W.C.: *Origin and development of engineering-geological thinking*. Proc. 7-th IAEG Congress Lisbona. Balkoma, VI. Rotterdam (1994)
- [23] KOWALSKI W.C., DRĄGOWSKI A., FALKOWSKI E., LISZKOWSKI J., ŁOZIŃSKA-STĘPIEŃ H., STOCHLAK J.: *Plejstoceńska ewolucja przelomowego odcinka Wisły Środkowej, jej dopływów oraz wyżyn przyległych*. Geologiczne problemy zagospodarowania Wisły Środkowej od Sandomierza do Puław. SIiTGór. Katowice (1965)
- [24] KRAUŻLIS K.: *Influence of man economic activity on erosive-accumulative processes in the Warta Valley from Konopnica to Uniejów*. Changes of the geological environment under the influence of man's activity. Warszawa (1979)
- [25] KRAUŻLIS K.: *Transport boczny rumowiska a typ morfometryczny odcinka doliny rzecznej*. Inżyniersko-geologiczne problemy środowiska człowieka. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. Uniw. Warsz. Warszawa (1989)
- [26] LASKOWSKI K.: *Wpływ wydm i procesów eolicznych na kształtowanie się dolin rzek nizinnych u schyłku plejstocenu i w holocenie*. Kwart. Geol., t.25.2, (1981)
- [27] LASKOWSKI K.: *Przebieg erozji w dolinie Wisły na odcinku Puławy-Warszawa*. Biul. Geol. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., t.30, (1986)

- [28] LASKOWSKI K.: *Związek pomiędzy przepływem i litologią aluwii w korycie rzeki jako podstawa metody wydzielenia litogenetycznych i stratygraficznych osadów w dolinie rzecznej*. Inżyniersko-geologiczne problemy środowiska człowieka. Inst. Hydrog. i Geol. Inż. Uniw. Warsz. Warszawa (1989)
- [29] MIKULSKI Z.: *Water resources and management in Poland*. Intergrated Water Management International Experiences and Perspectives. Belhaven Press. London and New York (1990)
- [30] MIKULSKI Z.: *Gospodarka wodna*. PWN. Warszawa (1998)
- [31] MIKULSKI Z., BAJKIEWICZ E.: *Ekologiczne podstawy zagospodarowania dolin rzecznych na przykładzie Wisły pod Płockiem*. TWN-UW Wydz. Geografii i Studiów Regionalnych. Warszawa (1996)
- [32] MOJSKI J.: *Budowa geologiczna i tendencje rozwoju doliny Wisły*. Przegląd Geol. nr 6, (1980)
- [33] NAVON L. (Proc. Coord.): *Third International Symposium and Exhibition in Environmental Contamination in Central and Eastern Europe*. Symp. Proc., Florida State University, I-XLV, 1-1019, (1996)
- [34] PILECKI K. (red.): *Badania i ocena stanu technicznego ok. 35 km wałów przeciwpowodziowych prawostronnych rzeki Odry na odcinku od km 433,3 do km 469,5 od stanów do Głuchowa, włącznie z wałami na węźle hydrotechnicznym w Sadowej*. ARCADIS-EKOKONREM Sp. z o.o. Wrocław (1998)
- [35] RESZKA T. (red.): *Nieinwazyjne badania geologiczne i ocena stanu technicznego prawostronnego obwałowania rzeki Odry w km 573.0-614.2 na długości 38 875 m w granicach województwa lubuskiego. Ekspertyza stanu technicznego*. IMGW Oddział w Krakowie – Samodzielna Pracownia Technicznej Kontroli Zapór. Kraków (2000)
- [36] STOCHLAK J.: *Wysztalcenie i charakterystyka inżyniersko-geologiczna osadów deluwialnych na obszarze między dolinami Kamiennej i Zwolenki*. Symp. INQUA, Poland (1972)
- [37] STOCHLAK J.: *Klasyfikacja osadów zboczowych z inżynierskiego punktu widzenia*. Aktualne problemy geologii inżynierskiej. Uniw. Warsz. Warszawa (1975)
- [38] SZUMAŃSKI A.: *Ewolucja układu poziomego i pionowego koryta rzek Kotliny Sandomierskiej w holocenie*. Arch. Wydz. Geol. Uniw. Warsz., (1972a)
- [39] SZUMAŃSKI A.: *Changes in the development of the Lower San's channel pattern in the late Pleistocene and Holocene*. Symp. INQUA, Poland (1972b)
- [40] SZUMAŃSKI A.: *Zmiany układu koryta dolnego Sanu w XIX i XX wieku oraz ich wpływ na morfogenezę tarasu łęgowego*. Stud. Geomorph. Carp.-Balt. V, XI, (1977)
- [41] SZUMAŃSKI A.: *Zmiany rozwinięcia koryta Wisłoka w ostatnich stuleciach jako przykład skutków gospodarczej działalności człowieka*. „Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka”. T.I, Symp. IAEG. Warszawa (1979a)
- [42] SZUMAŃSKI A.: *Wpływ czynników antropogenicznych na zmiany środowiska w dolinie dolnego Sanu*. „Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka”. T.I, Symp. IAEG. Warszawa (1979b)

- [43] ZAREBSKI M.(red.): *Dokumentacja z nieinwazyjnych badań geologicznych oraz stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych rzeki Odry w km 409.0-567.5.* Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA S.A. Wrocław (1999)

Urszula KOŁODZIEJCZYK¹, Piotr WARCHOLAK²

**OCHRONA PRZECIWPOWODZIOWA
NA LUBUSKIM ODCINKU ODRY GRANICZNEJ
FLOOD CONTROL ON LUBUSKIE PROVINCE
OF Odra BORDER-RIVER**

¹ Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska

¹ Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

² Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze

² Melioration and Water Facilities Board of Lubuskie Province in Zielona Góra

Streszczenie

Odra w znacznej części stanowi granicę z Niemcami. W obrębie województwa lubuskiego znajduje się 76,2 km odcinek Odry granicznej. Stawia to przed władzami województwa dodatkowe zadania dotyczące zagospodarowania Odry oraz ochrony przeciwpowodziowej. Na lubuskim odcinku Odry granicznej dotychczas zmodernizowano 43,03 km wałów, a aktualnie prowadzone są prace remontowe na kolejnych odcinkach o łącznej długości 12,47 km. Do 2030 roku planuje się wykonanie dalszych prac obejmujących modernizację istniejących obiektów przeciwpowodziowych.

Summary

Odra in considerable parts determines border with Germany. In precincts of lubuskie province is found 76, 2 km section of border-river Odra. This places before authorities of province additional assignments relating Odra development and flood-protections. On lubuski section of border-river Odra till now one modernized 43, 03 km of embankments, and at present are driven repair works on following sections lengths 12, 47 km. To 2030 plans oneself making of further works embracing modernization of existing flood-control objects.

Odra jest w znacznej części rzeką graniczną. Całkowita długość rzeki wynosi 854,4 km, z czego ponad 36% stanowi granicę pomiędzy Polską i Niemcami. Duży fragment Odry granicznej znajduje się w obrębie województwa lubuskiego (rys.1). Ma on długość 76,2 km i obejmuje odcinek rzeki od 543,8 do 620,0 km jej biegu. Stawia to przed władzami województwa dodatkowe zadania dotyczące zagospodarowania Odry oraz

ochrony przeciwpowodziowej. Na lubuskim odcinku Odry graniczną ochronę przeciwpowodziową stanowią wały o łącznej długości 57,6 km oraz cztery pompownie. Obiekty te chronią przed powodzią obszar o powierzchni 12 440 ha.

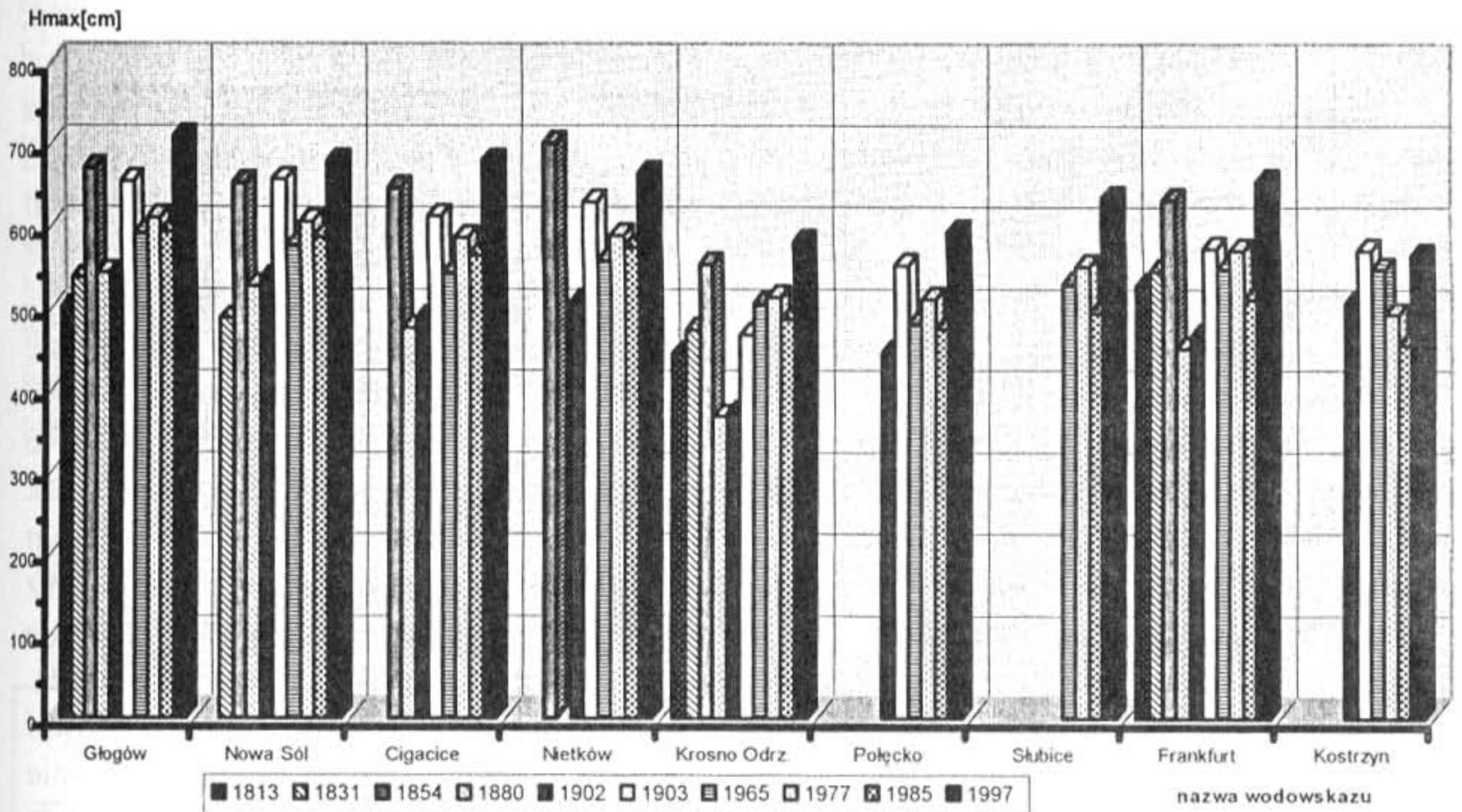


Rys.1 Lokalizacja wodowskazów na Odrze w województwie lubuskim

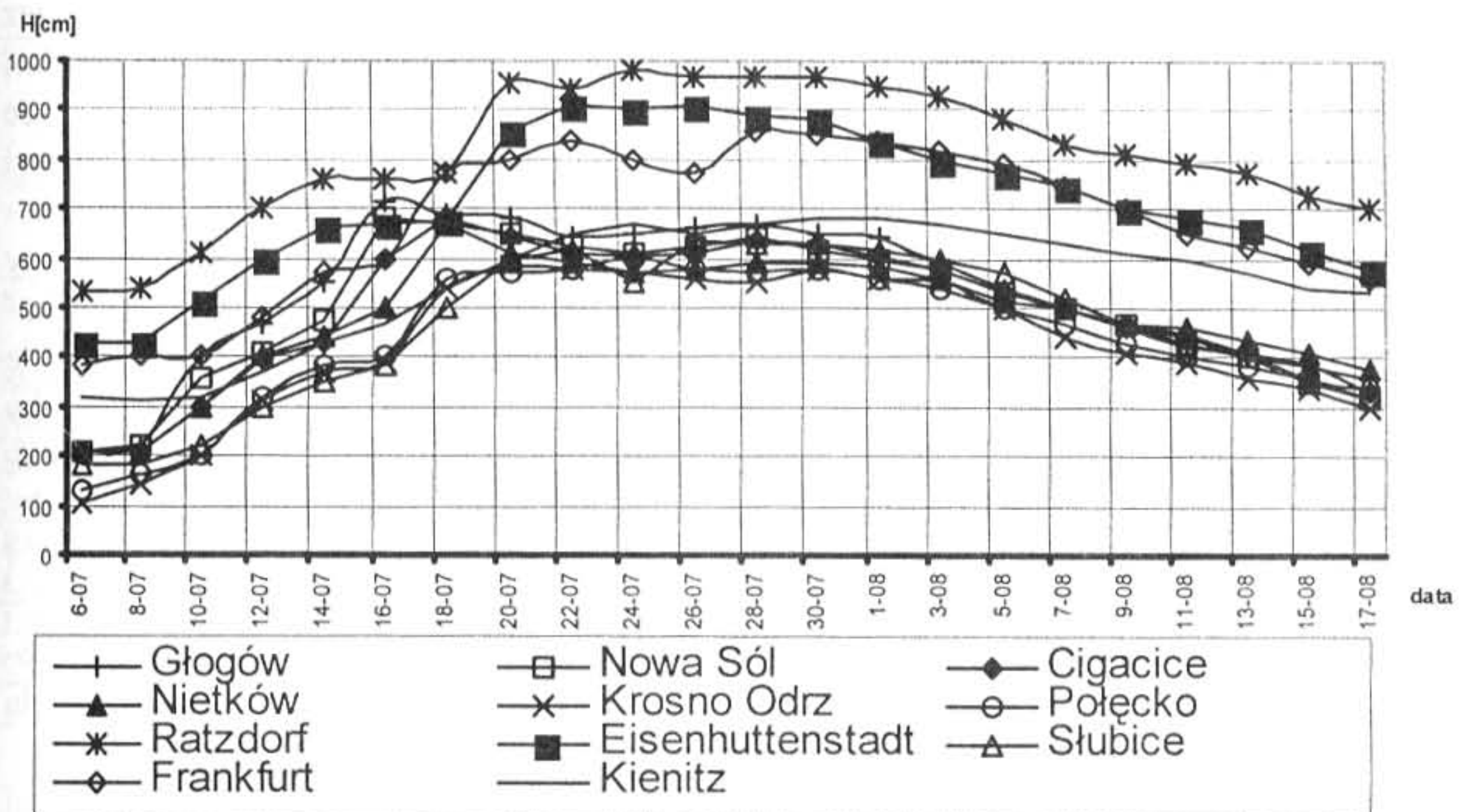
Duże powodzie na Odrze występowały wielokrotnie, m.in. w latach: 1813, 1854, 1902, 1903 oraz 1930. Jednak największa powódź miała miejsce w lipcu 1997 r. (rys.2), kiedy w górnym i środkowym odcinku rzeka przekroczyła wszystkie dotychczasowe maksima [Ozga Zielińska, 1998]. Na lubuskim odcinku Odry przewyższenie wynosiło: w Głogowie 39 cm, w Nowej Soli 22 cm, w Cigacicach 33 cm, w Połęczku 39 cm, a w Słubicach 3 cm [Dubicki, Słota, Zieliński, 1999]. W Nietkowie stan wody w 1997r. był niższy od absolutnego max. o 33 cm. Powodem tej sytuacji była wyrwa w lewym wale poniżej mostu kolejowego w Pomorsku, przez którą część wody wydostała się z koryta rzeki i płynęła polderem Połupin, omijając wodowskaz w Nietkowie.

Specyfiką powodzi w województwie lubuskim jest łagodny przyrost i spadek wód powodziowych. Jest to spowodowane niewielkim i wyrównanym spadkiem rzeki, który w tym rejonie wynosi 0,022-0,027%. Podczas letniej powodzi w 1997r. wody Odry płynęły tutaj z niewielką prędkością (poniżej 2m/s), co zasadniczo wpłynęło na długi

czas wezbrania (42 dni) – rys.3. Zaobserwowano również podpiętrzanie wód podziemnych odprowadzanych do Odry; najwyższe poziomy tych wód wystąpiły przy ujściu Bobru, gdzie średnia z wielolecia (1951-1996) została przekroczona o 17 do 41 cm.



Rys. 2 Stany maksymalne (H_{max}) na środkowej Odrze podczas powodzi 1997.



Rys. 3 Hydrogramy stanów wody na środkowej Odrze podczas powodzi w 1997 r.

Bierną ochronę przed powodzią od wieków pełnią wały przeciwpowodziowe. Pierwsze umocnienia na Odrze pochodzą z XIV w., ale największe prace obwałowujące rzekę wykonano w XVI - XVIII w. Na Środkowym Nadodrzu wały przeciwpowodziowe zostały uformowane głównie w latach 1750-1790 [Warcholak, 1998]. Po powodzi w 1854 r. zostały one wzmocnione łąwką o szerokości 10-14 stóp, którą dobudowano 6 stóp poniżej korony. Kolejne powodzie w 1897 r. i 1903 r. wymusiły nowe inwestycje w dorzeczu Odry. Wykonane wówczas zabezpieczenia skutecznie ochroniły rejon przed następną powodzią, jaka miała miejsce w 1930 r., mimo, że nie była ona mniejsza od poprzednich. W okresie powojennym modernizacja wałów przeciwpowodziowych przebiegała w niewielkim zakresie; na Środkowym Nadodrzu zmodernizowano wówczas tylko około 5 km wałów. W 35% wały nie spełniały wymogów normatywnych, za które między innymi uznaje się wyniesienie korony wałów ponad lustro wody 100-letniej. W czasie powodzi w 1997 r. woda przelala się przez korony tych wałów powodując ich rozmycie. Było to główną przyczyną powstania wyrw (około 70 %). Wały przeciwpowodziowe, jak każdy nasyp, poprzez wzrastającą kompakcję i konsolidację, ulegały z czasem wzmocnieniu. Jednak kolejne powodzie znacznie je osłabiały, a niekiedy wręcz niszczyły. Szczególnie silne osłabienie wałów przeciwpowodziowych spowodowała długotrwała powódź z 1997 r. Zasadniczy wpływ miał tutaj długi czas wezbrania. Rozwój zjawisk inżyniersko-geologicznych [Kowalski, 1988] spowodował rozmiękczenie i wymywanie cząstek gruntu, przenikanie wody przez wał, wypieranie materiału nasyconego wodą, a także - zwykłą erozję boczną. Naruszona została stabilność i szczelność obwałowań oraz podłoża [Kołodziejczyk;1999,2000]. Dodatkowymi czynnikami sprzyjającymi niszczeniu wałów były m.in.: intensywna filtracja w podłożu wałów [Wittmann, 1980], sufozja w korpusie wałów oraz lokalne przebicia hydrauliczne. Rozmyciu wałów sprzyjały puste korytarze wydrążone przez gryzonie, a także system korzeniowy drzew rosnących wzdłuż wałów. Newralgicznymi punktami były również przejazdy drogowe przez wał. Występujące w tych miejscach obniżenie korpusu sprzyjało przelewaniu się wody na teren zawala i two Prawdę 1997 roku wzięła w wałach przeciwpowodziowych województwa lubuskiego 40 wyrw [Chołody, Warcholak, 1998]. W osiemnastu przypadkach powstały one w wałach o koronie przewyższającej wody 100-letnie, co było wynikiem dodatkowego podpiętrzania wód powodziowych przez roślinność zarastającą międzywale [Immendorf, 1999]. W lubuskim odcinku Odry granicznej powstała jedna wyrwa (w wale cofkowym rzeki Ilanki). W północnej części województwa, w rejonie miejscowości Nowy Lubusz, Pamięcin i Ługi Górzyckie, korpusy wałów zostały silnie zdeformowane. Łącznie na terenie województwa lubuskiego zostało uszkodzone 295,4 km wałów, w tym niemal cały odcinek graniczny.

Bezpośrednio po ustąpieniu powodzi przystąpiono do likwidacji wyrw w obwałowaniach. Zabudowano wówczas wyrwy na odcinku 6,8 km. Następnym etapem była modernizacja uszkodzonych wałów, w ramach której w rejonie lubuskim wykonano:

- a) w latach 1997-1998 - naprawy poszczególnych odcinków wałów o łącznej długości 55,69 km,
- b) w roku 1999 - modernizację 26,84 km wałów,
- c) w roku 2000 – modernizację 16,62 km wałów.

Dotychczas w województwie lubuskim naprawiono i zmodernizowano 99,15 km wałów. Niemal połowa tych prac, obejmująca odcinki o łącznej długości 43,03 km, została wykonana na granicznym odcinku Odry - tab.1.

Prace modernizacyjne polegały na podniesieniu i wyrównaniu korony wałów do rzędnych uzgodnionych ze stroną niemiecką, przebudowie korpusu wałów (z jednoczesnym dostosowaniem nachylenia skarp do ich mechanicznej pielęgnacji), wykonaniu ciągów komunikacyjnych w korpusie wałów oraz na uszczelnieniu podłoża i korpusu wałów. Przy uszczelnieniu podłoża zastosowano: poziome i pionowe przegrody z folii, ścianki szczelne], pionowe przegrody bentonitowe oraz pionowe przegrody cementowo-bentonitowe [Warcholak, 2000; Reszka, Warcholak, 2000]. Uszczelnianie korpusu wykonano poprzez dogęszczanie gruntu oraz zainstalowanie w skarpię odwodnej folii, bentomaty lub pakietów ilastych. W skarpiach odpowietrznych zainstalowano filtry, a u ich podnóża wykonano rowy opaskowe odwadniające zawale. Aktualnie są modernizowane kolejne odcinki wałów (tab.2) o łącznej długości 12,47 km.

TABELA 1

Zakres modernizacji wałów przeciwpowodziowych na lubuskim odcinku Odry granicznej w latach 1997-2000

| odcinek wałów | długość odcinka [km] | km rzeki | zakres prac |
|-------------------------|----------------------|-----------------|--|
| Rąpice-Kłopot | 3,50 | 552,30-555,00 | modernizacja wału: - uszczelnienie skarp i podłoża folią - ścianka szczelna PCV |
| Urad-Bieganów | 6,20 | 555,50-562,00 | modernizacja wału: - uszczelnienie skarp i podłoża folią - ścianka szczelna PCV |
| Słubice I | 2,25 | 582,25-584,05 | modernizacja wału: - pakiety ilaste w korpusie - podwyższenie korpusu |
| Słubice II | 3,00 | 584,50-587,50 P | modernizacja wału: - pakiety ilaste w korpusie - pionowa przepona ilasta w podłożu |
| Słubice-Górzyca I/I | 2,48 | 585,35-587,25 | modernizacja wału: - pionowa przepona ilasta w podłożu |
| Słubice-Nowy Lubusz I | 8,00 | 584,85-593,00 | doraźna naprawa wału |
| Słubice-Nowy Lubusz II | 6,60 | 593,00-599,40 | doraźna naprawa wału |
| Pamięcin-Ługi Górzyckie | 3,60 | 604,00-607,60 | doraźna naprawa wału |
| Ługi Górzyckie-Chyrzyno | 7,40 | 607,60-614,64 | doraźna naprawa wału |
| razem: | 43,03 | | |

Przeprowadzone prace są wynikiem szeregu inicjatyw krajowych i międzynarodowych [Kołodziejczyk, 2001], jakie podjęto w dorzeczu Odry po wielkiej powodzi w 1997r. w celu lepszego zagospodarowania rzeki, w tym także modernizacji wałów przeciwpowodziowych. Działania te zostały poparte środkami finansowymi Polski

oraz Europejskiego Banku Inwestycyjnego, Banku Światowego, Unii Europejskiej, Kanady, Holandii, Danii, Niemiec, Czech i in.

Wśród prekursorów tych przedsięwzięć należy wymienić: utworzony w lipcu 1997r. Narodowy Program Odbudowy i Modernizacji, transgraniczne Porozumienie Ministrów Ochrony Środowiska trzech państw odrzańskich z 4.08.1997 oraz trójstronne, międzynarodowe Porozumienie Szczecińskie z 22.08.1997, zwane Projektem Odra, które wprowadzało jednolity program działań transgranicznych w zakresie planowania przestrzennego i ochrony środowiska.

TABELA 2

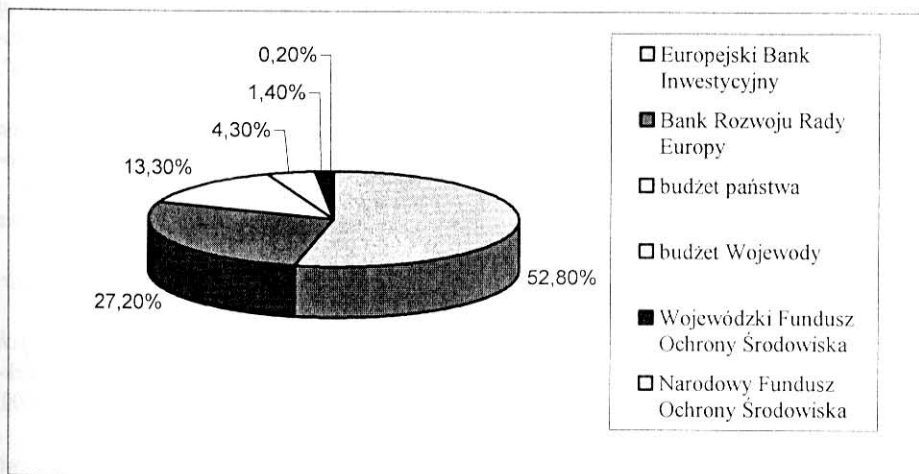
Zakres aktualnych prac prowadzonych w ramach modernizacji wałów przeciwpowodziowych na lubuskim odcinku Odry granicznej

| odcinek wałów | długość odcinka [km] | km rzeki | zakres prac | termin zakończenia |
|--------------------------|----------------------|---------------|---|--------------------|
| Rapice-Kłopot II | 6,30 | 546,00-552,30 | modernizacja wału: - podwyższenie korpusu - folia PEHD w korpusie - ścianka szczelna PCV w podłożu | czerwiec 2001 |
| Urad | 3,35 | 562,00-565,00 | modernizacja wału: - bentomata w korpusie - podwyższenie korpusu - przegroda bentonitowa | czerwiec 2001 |
| Słubice-Górzycza zad.1/c | 2,82 | 587,25-591,00 | modernizacja wału: - pakiet ilasty w korpusie - podwyższenie korpusu wału | czerwiec 2001 |
| razem: | 12,47 | | | |

W ramach tego Porozumienia działa Komisja Wód Granicznych, a w niej – Grupa Robocza W-4 „Utrzymanie wód granicznych”, której zadaniem jest kooperacja wszelkich prac modernizacyjnych prowadzonych wzdłuż Odry, w tym także utrzymanie jednakowych rzędnych korony wałów po obu stronach rzeki. Na mocy kolejnego porozumienia zawartego w sierpniu 1999r. przez ministrów Polski, Niemiec i Czech (przy współudziale przedstawiciela Komisji Unii Europejskiej), dotyczącego prewencyjnej ochrony przed powodzią w dorzeczu Odry, strona polska zaproponowała „Program dla Odry – 2006” (razem ze Składową B Projektu Banku Światowego – Osłona przeciwpowodziowa i ograniczenie zagrożenia), strona czeska – „Narodowy program ochrony przeciwpowodziowej, natomiast strona niemiecka – program „Bezpieczeństwo i przyszłość dla regionu odrzańskiego”.

„Program dla Odry – 2006” został złożony w sejmie jako projekt ustawy. Przewidziane w nim nakłady na inwestycje przeciwpowodziowe w lubuskim odcinku Odry granicznej, w latach 1998-2006, wynoszą 131,5 mln PLN, w tym na naprawę wałów - 64,6 mln PLN. Dotychczas wydatkowano w całym województwie 86,8mln PLN, z czego 25,1 mln PLN - na realizację zadań wzdłuż Odry granicznej. Środki finansowe pochodziły z: Europejskiego Banku Inwestycyjnego (52,8%), Banku Rozwoju Rady Europy (27,2%), rezerwy celowej z budżetu państwa (13,3%), budżetu wojewody (4,3%), Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (1,4%) oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (0,2%) – rys.4.

W kolejnych latach na granicznym odcinku Odry przewiduje się nowe inwestycje, których realizacja mieści się w Programie dla Odry – 2006.



Rys. 4 Źródła finansowania modernizacji wałów przeciwpowodziowych województwa lubuskiego.

Odra stała się olbrzymim terenem inwestycyjnym. Szereg zadań zostało już zrealizowanych. Jednak przyszłość rzeki zależy od kompleksowości dalszych rozwiązań, które będą poparte bazą finansową. Regionalną politykę kształtują obecnie samorządy wojewódzkie oraz gminne i to one powinny dążyć do zapewnienia Odrze właściwego miejsca w gospodarce. W tym zakresie konieczna jest współpraca nadodrzańskich województw oraz państw. Pogodzenie sprzeczności wynikających z zapewnienia niezbędnej przestrzeni dla Odry (w tym terenów zalewowych i retencyjnych) oraz rozwoju gospodarczego nadodrzańskich gmin, a także żeglugi i ochrony środowiska przyrodniczego - jest sprawą niezwykle skomplikowaną, ale realną.

LITERATURA

- [1] CHOŁODY B., Warcholak P.: *Wyrwy w wałach przeciwpowodziowych na zielonogórskim odcinku Odry (lipiec 1997). Przyczyny powstania i sposób zabudowy.* Materiały Konferencji „Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry – sytuacja po powodzi 1997 r. Zielona Góra (1998)
- [2] DUBICKI A., Słota H., Zieliński J.: *Dorzecze Odry – monografia powodzi lipiec 1997.* Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Warszawa (1999)
- [3] IMMENDORF R.: *Hochwasser. Natur im Überfluss.* C.F. Muller. Verlag Heidelberg (1999)

- [4] KOŁODZIEJCZYK U.: *Ocena geotechniczna fragmentu wałów przeciwpowodziowych Odry*. VIII Konferencja „Techniczna Kontrola Zapor”. IMGW Warszawa (1999)
- [5] KOŁODZIEJCZYK U.: *Geologic-engineering investigations as a method of Odra-river flood-embankment conditions estimation*. Tagungsband zur 9. Jahrestagung der Gesellschaft für Geowissenschaften e.V. „Geologie ist Grenzenlos“. Frankfurt/O, 20-25.9.2000, Germany
- [6] KOŁODZIEJCZYK U.: *Krajowe i międzynarodowe problemy zagospodarowania dorzecza Odry*. Zeszyty Naukowe Politechniki Zielonogórskiej, Inżynieria Środowiska nr 11, Zielona Góra (2001)
- [7] KOWALSKI W.C.: *Geologia inżynierska*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa (1988)
- [8] OZGA-ZIELIŃSKA M.: *Safety of flood control structures – hydrological basis*. International Odra Research Conference, 16-19 June 1998, Kraków
- [9] RESZKA T., Warcholak P.: *Zastosowanie ścianki szczelnej z grodzie winylowych C-LOC na obwałowaniach rzeki Odry w rejonie Bieganowa*. Konferencja „Projektowanie, modernizacja i eksploatacja obwałowań rzecznych”, 24-26 maja 2000, Dychów. LZMiUW Zielona Góra (2000)
- [10] WARCHOLAK P.: *Krótki rys historyczny regulacji rzeki Odry*. Zeszyty Naukowe Politechniki Zielonogórskiej nr 118, Inżynieria Środowiska 8. Zielona Góra (1998)
- [11] WARCHOLAK P.: *Przegląd technologii modernizacji wałów odrzańskich na terenie województwa lubuskiego*. Konferencja „Projektowanie, modernizacja i eksploatacja obwałowań rzecznych”, 24-26 maja 2000, Dychów.
- [12] WITTMANN L.: *The Process of soil Filtration – Its Physic and the Approach in Engineering Practice*. Proc. of the 7th European Conf, on Soil Mechanics and Found. Eng., Vol.1, Brighton (England) (1980)

Wojciech KRZAKLEWSKI, Marcin PIETRZYKOWSKI

**OCENA WYBRANYCH KOMPONENTÓW EKOSYSTEMU
LEŚNEGO ODTWARZANEGO W TOKU REKULTYWACJI NA
ZWAŁOWISKU WEWNĘTRZNYM ODKRYWKI „D” BYŁEJ
KOPALNI „PRZYJAŹŃ NARODÓW” W ŁĘKNICY**

**EVALUATION OF SELECTED COMPONENTS OF FOREST
ECOSYSTEM RECONSTRUCTED IN THE COURSE OF
RECLAMATION WORKS ON THE INTERNAL DUMPING
GROUND OF THE OPEN PIT D IN THE FORMER MINE
"PRZYJAŹŃ NARODÓW" IN ŁĘKNICA**

Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Ekologii Lasu
Academy of Agriculture in Cracow, Dept. of Forest Ecology

Streszczenie

Przedstawiono wybrane komponenty odtwarzanego ekosystemu leśnego w toku zapoczątkowanej przed 25 laty rekultywacji utworów fitotoksycznych zwałowiska wewnętrznego odkrywki „D” byłej kopalni „Przyjaźń Narodów” w Łęknicy. Zwałowisko to było przykładem wielkoobszarowego wystąpienia utworów fititoksycznych, charakteryzujących się najwyższym stopniem trudności rekultywacji biologicznej. Sukcesja roślinności leśnej oraz wymiary drzewostanu sosnowego, jak też procesy zachodzące w inicjalnych glebach np.: zmiany zawartości siarki, postępująca kumulacja azotu ogólnego, wzrost w porównaniu ze stanem wyjściowym zawartości składników pokarmowych oraz korzystniejsze wartości pH wierzchnich warstw glebowych, pozwalają pozytywnie ocenić efekty rekultywacji. W przyszłości na rekultywowanych terenach potencjalnie powstaną siedliska upodabniające się do siedliskowych typów lasu głównie boru świeżego i boru mieszanego świeżego, a na utworach zwięzłych zaś lasu mieszanego bądź fragmentarycznie lasu liściastego.

Summary

Presented are selected components of the forest ecosystem reconstructed in the course of reclamation begun 25 years ago in the internal dumping ground of the open pit D in the former mine "Przyjaźń Narodów" of Łęknica. The dumping ground was an example of phytotoxic formations

appearing on a large area and characterized by the highest degree of difficulty in its biological reclamation. The very low value of pH in H₂O and KCl (2.8-3.2 on average), great quantities of products of sulphide decomposition, in this number of free sulphuric acid exceeding 60mg/100g of soil, and a great content of soluble forms of aluminium Al³⁺ within 6.0-10.0 cmol/kg on average, constituted a complex of factors limiting the growth and development of the vegetation. Additionally the records show an extremely low content of phosphorus and potassium in forms assimilable by plants and of total nitrogen. Pedological and phytosociological investigation permitted the selection out of four experimental methods of neutralization used in 1974 that which had given the best results, i.e. the combination of two-layer mixing of magnesium-oxide lime and ground phosphate rock. After 20 and 25 years pH value in KCl varied from 3.9 - 7.8 in horizon 0 - 20 cm and from 3.0 - 3.6 in horizon 25-50 cm, never falling below 3.0. The content of total sulphur was reduced ten times on average after 25 years. As compared with the initial values the accumulation of total nitrogen and the content of nutrients increased. A slight decrease in P and K content in soil noted in 2000 could have been associated with an increase in the assimilation of nutritive macroelements by the stand in the successive stages of its development. The results of chemical analyses of pine needles suggest the possible deficiency of nitrogen in the nearest future, its current content varying from 1.01 - 1.12% dry weight. The current resources of potassium, phosphorus, and magnesium are still good. In the period 1974-1995 a total of 83 vascular plant species was recorded on the investigated plots. In 1995 the most numerous group was that of anthropogenic communities and grass- and meadow assemblages, while the participation of synanthropic species decreased. Of the recorded 11 forest and brushwood species the prevailing ones are diagnostic species of mixed forest sites which will potentially develop and dominate in the dumping grounds in future. Though the share of species characteristic of forest communities is low still and differs from a typical composition, the communities being not uniform in the sociological aspect.

1. WPROWADZENIE

Znaczne obszary Niziny Śląskiej pokryte są płaszczem osadów trzeciorzędowych, w obrębie których występują pokłady węgla brunatnego. Wśród wielu parametrów charakteryzujących złoża węgla jednym z ważniejszych jest ich forma, która w powiązaniu z geologicznymi uwarunkowaniami i ich geograficznym rozmieszczeniem ma duże znaczenie praktyczne w wykorzystaniu złóż oraz późniejszej rekultywacji zwałowisk. Wśród krajowych złóż węgla brunatnych wyróżniono złoża warstwowe, zapadliskowe i złoża zaburzone pod wpływem czynników glacialnych. Typowymi złożami węgla brunatnego zaburzonymi przez czynniki lodowcowe, zwanymi złożami glacitektonicznymi, są wystąpienia węglowe w mużakowskim łuku

fałdowym. Zwykle dwa pokłady węglonośne o miąższości kilku do kilkunastu metrów, wraz z całym zespołem osadów piaszczystych, niekiedy mułkowych i ilastych, są silnie glacialnie zaburzone, tworząc szereg wzajemnie na siebie nasuniętych łusek [Dziecić (red), 1979]. Z tego powodu eksploatacja tych złóż była utrudniona, a rekultywacja powstających zwałowisk charakteryzowała się dużym stopniem trudności [Greinert 1997, Krzaklewski 1978, Krzaklewski i zes. 1996, Krzaklewski i in. 1997]. W kopalni „Przyjaźń Narodów” oraz „Czaple” w Łęknicy nad Nysą Łużycką płytko zalegające złoża eksploatowane były do roku 1974 [Krzaklewski 1987, Greinert 1997]. Powstałe w wyniku eksploatacji zwałowiska były typowym przykładem wielkopowierzchniowego występowania utworów fitotoksycznych [Krzaklewski 1988]. W okręgu Łęknica trzeciorzędowe utwory ekstremalnie kwaśne, wymagające neutralizacji zajmowały ok. 220 ha, co stanowiło ponad 80 % powierzchni zwałów (stan na 1994 rok) [Krzaklewski i in. 1997]. Wg klasyfikacji przydatności rekultywacyjnej gruntów T. Skawiny, utwory te w większości zaliczane były do klasy E tj. utworów toksycznych i osiągały liczbę bonitacyjną (LB) poniżej 21 pkt [Krzaklewski 1987]. W klasyfikacji fitosocjologicznej [Krzaklewski 1988] zaliczano je do I grupy nieużytków przemysłowych o najwyższym stopniu trudności rekultywacji biologicznej, na które roślinność samorzutna pochodząca z sukcesji ekologicznej nie wkraczała przez okres co najmniej 10 lat. Materiał o uziarnieniu piasków słabogliniastych, pozbawiony pokrywy roślinnej przy dużym stopniu hydrofobowości wykazywał wielką podatność na erozję wodną i eoliczną. Prace nad skuteczną neutralizacją toksyczności siarczkowej tych utworów oraz nad doborem zabiegów w ramach biologicznej rekultywacji rozpoczęto już na przełomie 1969 i 1971 roku na zwałowisku wewnętrznym odkrywki „D”, a ich szczegółowy opis przedstawiano we wcześniejszych publikacjach [Krzaklewski 1987, Krzaklewski i zesp. 1996, Krzaklewski i in. 1997, Skawina i zes. 1974]. W 1974 r na 2 hektarach zwałowiska wewnętrznego odkrywki „D” założono doświadczenie, w którym zastosowano jako neutralizatory odpadowe wapno tlenkowo-magnezowe z Huty Cynku Miasteczko Śląskie (40% CaO + 15 % MgO) i mączkę fosforytową (30 % P₂O₅ i 40 % CaO) (schemat zastosowanych kombinacji dawek i sposobu ich wprowadzenia - rys. 1). Po neutralizacji zastosowano dwu etapowo (2 miesiące po neutralizacji i w roku następnym) nawożenie mineralne sumarycznie w ilości 500 kg saletrzaku 25% N, 375 kg superfosfatu 18 % P₂O₅ i 280 kg soli potasowej 60% K₂O. Po nawożeniu wysiano mieszanki nasion traw i motylkowatych, w składzie których dominowały przede wszystkim: *Festuca rubra*, *Agrostis alba*, *Lupinus polyphyllus*, *Lotus corniculatus* i *Trifolium repens*. Część poletek nie obsianych pozostawiono do badań nad sukcesją samorzutną [Krzaklewski 1978]. W 1978 r przeprowadzono na całej powierzchni wyoranie bruzd i wysadzono w więźbie 1 · 2 m dwuletnią sosnę zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.) [Krzaklewski i zes. 1996].

2. ZMIANY WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI INICJALNYCH GLEB PO 20 I 25 LATACH OD ROZPOCZĘCIA PROCESU REKULTYWACJI

Badania przeprowadzono po 20 i 25 latach od neutralizacji i wprowadzenia roślinności. Przed neutralizacją pH w H₂O i KCl było bardzo niskie, średnio w granicach 2,8 – 3,2, a w skrajnych przypadkach nawet do 1,9 pH w KCl (tab. 1).

Występowała również duża ilość produktów rozkładu siarczków, w tym wolnego kwasu siarkowego do ponad 60 mg/100g gleby. Podwyższona zawartość siarki ogólnej, średnio 0,3 – 0,5 % oraz zawartość rozdrobnionego węgla były typowymi cechami fitotoksycznych trzeciorzędowych substratów, zwanych za Katzurzem „glebami siarkowymi” [Katzur 1977]. Nadmiar jonów H^+ przy niskim pH wywoływał wietrzenie i rozpad krzemianów i glinokrzemianów i wystąpienie jonów glinu w formie Al^{3+} oraz jonów żelaza Fe^{3+} i manganu Mn^{2+} . Wysoka zawartość rozpuszczalnych form glinu Al^{3+} , średnio w granicach 6,0 – 10,0 cmol/kg przy niskim odczynie gleby oraz przy braku swoistych substancji humusowych i niskiej zawartości kationów Ca^{2+} , Mg^{2+} tworzyły, kompleks czynników ograniczających wzrost i rozwój roślinności. Dodatkowo notowana była skrajnie niska zawartość fosforu i potasu w formach przyswajalnych dla roślin oraz azotu ogólnego (tab. 1). Po neutralizacji nastąpiła alkalizacja warstw wierzchnich (do około 20 cm pH > 7 w KCl). Ten stan utrzymywał się jeszcze w roku 1985 [Krzaklewski 1987]. Od warstwy 40 – 60 cm w przypadku wszystkich zastosowanych kombinacji wartość pH w KCl była nadal bardzo niska, poniżej 4,0. Nie stwierdzono wówczas wyraźnej zależności pomiędzy zastosowanymi kombinacjami neutralizacji a zmianami pH i stężeniem jonów Al^{3+} . Po 20 i 25 latach pH w KCl gruntów w warstwie 0 – 20 cm było zróżnicowane i wynosiło 7,8 – 3,7 (tab. 2 i 3). Na kombinacjach A, B, C zanotowano większe zróżnicowanie wartości pH niż na kombinacji D gdzie utrzymywało się ono na wyrównanym poziomie ok. 4,0 w KCl. We wszystkich stosowanych sposobach neutralizacji wartość pH obniżała się w głąb profilu i w warstwie 25 – 50 cm pH w KCl utrzymywała się na poziomie 3,0 – 3,6, nigdy jednak nie spadała poniżej trzech. Biorąc pod uwagę wartości pH i jego zmiany w czasie, nie stwierdzono po 20 i 25 latach, podobnie jak po założeniu doświadczenia, wyraźnego związku z kombinacjami neutralizacji. Przy interpretacji zmian wartości pH w przypadku wykonanych zabiegów agrotechnicznych i neutralizacji należało również brać pod uwagę stopień przemieszania neutralizatora z warstwą utworu. Na wyniki oznaczeń w takich przypadkach mogły wpływać nie rozłożone grudki wapna stosowanego do neutralizacji. Przydatne i miarodajne w ocenie jakości siedliska gruntowego okazały się badania nad składem ilościowym i jakościowym roślinności wkraczającej w drodze sukcesji na rekultywowane tereny [Krzaklewski 1978]. Niewątpliwie korzystnym zjawiskiem po 25 latach od rozpoczęcia procesu rekultywacji jest zmniejszenie zawartości siarki całkowitej średnio 10-ciokrotnie. Związane jest to z przemianami i przemieszczaniem się związków siarki w głębsze warstwy. W poziomach górnych poddanych neutralizacji odnotowano wyraźnie wysoką zawartość Mg przyswajalnego co jest związane z zastosowaniem wapna tlenkowo-magnezowego. Zasobność odtwarzanych gleb inicjalnych w potas i fosfor po 20 latach była wyższa kilkukrotnie od wartości wyjściowych, jednak wciąż utrzymywała się na niskim poziomie, a od 2000 r. zaznaczyła się tendencja malejąca, dotycząca zwłaszcza fosforu (tab. 2 i 3). Można to wiązać ze zmianami intensywności poboru składników pokarmowych w ciągu cyklu rozwojowego drzewostanu (przechodzenie z fazy młodnika do tyczkowiny).

TABELA 1.

Wybrane właściwości chemiczne utworów na zwalowisku wewnętrznym w byłej kopalni „Przyjaźń Narodów” w Łęknicy przed założeniem doświadczeń.

| Właściwości | Jednostka | Wartości graniczne | | Wartość średnia |
|--------------------------------------|-----------|--------------------|-------|-----------------|
| | | min | max | |
| pH w H ₂ O | pH | 2,4 | 4,0 | 2,8 – 3,2 |
| pH w KCl | | 2,4 | 4,0 | 2,8 – 3,2 |
| H _b | cmol/kg | 5,1 | 15,8 | 8,0 – 12,0 |
| H _w | | 0,1 | 2,0 | 0,2 – 0,5 |
| Al ³⁺ wymienny | | 2,2 | 13,5 | 6,0 – 10,0 |
| S całkowita | % | 0,2 | 0,9 | 0,3 – 0,5 |
| SO ₄ | mg/100g | 56,0 | 356,2 | 100 – 180 |
| wolny H ₂ SO ₄ | mg/100g | 0,0 | 61,3 | 10 - 30 |
| rozpuszczalne w 20% HCl | % | | | |
| Na ₂ O | | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| K ₂ O | | 0,01 | 0,06 | 0,02 – 0,04 |
| MgO | | 0,01 | 0,07 | 0,02 – 0,04 |
| CaO | | 0,04 | 0,13 | 0,05 – 0,10 |
| Fe ₂ O ₃ | | 0,41 | 0,89 | 0,50 – 0,80 |
| P ₂ O ₅ | | 0,01 | 0,02 | 0,01 – 0,02 |
| zawartość składników przyswajalnych | mg/100g | | | |
| K ₂ O | | 1,3 | 4,5 | 1,8 – 3,0 |
| P ₂ O ₅ | | 0,2 | 0,7 | 0,3 – 0,5 |
| N ogólny | % | 0,03 | 0,06 | 0,03 |

TABELA 2

Wybrane właściwości chemiczne gruntów na poletkach doświadczalnych po 20 latach od neutralizacji i nawożenia.

| Kombinacja | Średnia głębokość pobrania | Grupa mech. wg PTG 1989 | pH | | przewodnictw o właściwe [mS/cm] | Przyswajalne | | | N% |
|------------|----------------------------|-------------------------|------------------|-----|---------------------------------|-------------------------------|------|------------------|-------|
| | | | H ₂ O | KCl | | P ₂ O ₅ | Mg | K ₂ O | |
| A | 0- 5 | pgl | 7,6 | 7,1 | 158 | 4,5 | 28,4 | 5,9 | 0,032 |
| A | 15 - 20 | pgl | 6,4 | 5,8 | 102 | 2,0 | 34,0 | 4,4 | 0,023 |
| A | 25 - 50 | pgl | 4,5 | 3,5 | 43 | 1,6 | 11,1 | 3,7 | |
| B | 0- 5 | psg | 5,3 | 4,1 | 21 | 1,9 | 5,4 | 4,7 | 0,032 |
| B | 15 - 20 | pgl | 4,7 | 3,7 | 29 | 0,6 | 8,6 | 4,3 | 0,014 |
| B | 25 - 50 | pgm | 4,0 | 3,1 | 51 | 0,4 | 3,9 | 3,9 | |
| C | 0- 5 | pgl | 6,8 | 6,4 | 89 | 2,4 | 15,1 | 5,2 | 0,032 |
| C | 15 - 20 | pgl | 7,8 | 7,6 | 62 | 1,2 | 28,0 | 2,7 | 0,026 |
| C | 25 - 50 | pgl | 4,6 | 3,6 | 37 | 0,6 | 15,7 | 2,3 | |
| D | 0- 5 | psg | 5,4 | 4,1 | 18 | 1,6 | 6,2 | 4,7 | 0,028 |
| D | 15 - 20 | pgm | 5,1 | 4,0 | 39 | 1,3 | 18,0 | 3,1 | 0,027 |
| D | 25 - 50 | pgl | 3,8 | 3,0 | 74 | 0,7 | 6,8 | 2,8 | |

TABELA 3

Wybrane właściwości gruntów na poletkach doświadczalnych po 25 latach od neutralizacji i nawożenia.

| Kombinacja | Średnia głębokość pobrania | grupa mech.. wg PTG 1989 | pH | | przewodnictwo właściwe [mS/cm] | Przyswajalne | | | S % | N% |
|------------|----------------------------|--------------------------|------------------|-----|--------------------------------|-------------------------------|------|------------------|-------|-------|
| | | | H ₂ O | KCl | | P ₂ O ₅ | Mg | K ₂ O | | |
| A | 0- 5 | pgl | 6,5 | 6,3 | 86 | 0,2 | 10,8 | 1,7 | 0,023 | 0,065 |
| A | 15 - 20 | pgl | 4,7 | 3,9 | 22 | 0,4 | 5,0 | 2,2 | 0,025 | 0,051 |
| A | 25 - 50 | pgl | 3,9 | 3,3 | 32 | 0,5 | 2,2 | 1,4 | 0,025 | 0,031 |
| B | 0- 5 | psg | 7,8 | 7,8 | 97 | 0,3 | 18,3 | 4,5 | 0,012 | 0,056 |
| B | 15 - 20 | pgl | 7,4 | 7,1 | 48 | 0,0 | 6,4 | 1,7 | 0,013 | 0,067 |
| B | 25 - 50 | pgm | 4,8 | 4,1 | 20 | 0,2 | 6,6 | 2,5 | 0,015 | 0,042 |
| C | 0- 5 | pgl | 5,1 | 4,3 | 25 | 0,5 | 4,7 | 3,9 | 0,011 | 0,059 |
| C | 15 - 20 | pgl | 6,8 | 6,5 | 41 | 0,7 | 16,3 | 1,7 | 0,010 | 0,063 |
| C | 25 - 50 | pgl | 5,6 | 4,6 | 14 | 0,3 | 5,8 | 1,9 | 0,005 | 0,072 |
| D | 0- 5 | psg | 4,6 | 3,9 | 27 | 0,4 | 4,4 | 4,9 | 0,017 | 0,095 |
| D | 15 - 20 | pgm | 6,3 | 5,9 | 81 | 0,0 | 14,6 | 2,5 | 0,013 | 0,081 |
| D | 25 - 50 | pgl | 3,9 | 3,4 | 50 | 0,7 | 3,8 | 1,2 | 0,023 | 0,082 |

3. SUKCESJA ROŚLIN I ZAWARTOŚĆ GŁÓWNYCH BIOGENÓW W SZPILKACH SOSNY ZWYCZAJNEJ (*PINUS SILVESTRIS*)

Przeprowadzona w roku 1975 szczegółowa ocena gleboznawcza i fitosocjologiczna pozwoliła ustalić, że z czterech zastosowanych sposobów neutralizacji najlepsze efekty dała w tej fazie kombinacja D z zastosowaniem dwuwarstwowym neutralizatorów: wapna tlenkowo - magnezowego i mączki fosforytowej. Na kombinacji tej w rok po neutralizacji odnotowano wyraźnie największą liczbę gatunków z sukcesji i najwyższy stopień pokrycia [Krzaklewski 1978]. Potwierdzono to badaniami fitosocjologicznymi wykonanymi w roku 1995. Wśród odnotowanych roślin zielnych dominowały gatunki charakterystyczne dla brzegu lasu, zrębów, prześwitleń oraz trawiastych zespołów łąkowych i zbiorowisk roślinności synantropijnej. W porównaniu z inicjalnym stadium sukcesji prawie o 30 % zmniejszył się udział roślin jednorocznych, wzrosła natomiast liczba gatunków wieloletnich o ponad 40% (tab. 4). W pierwszych badaniach fitosocjologicznych z czerwca 1974 (3 miesiące po neutralizacji) odnotowano 29 gatunków roślin naczyniowych należących głównie do grupy roślinności synantropijnej z klasy *Rudero-Secalieta*, a w lipcu 1995 zanotowano już 60 gatunków roślin naczyniowych, 3 gatunki mchów, 1 gatunek porostu i 1 gatunek grzyba. W okresie 1974 – 1995 na badanych powierzchniach zanotowano łącznie 83 gatunki roślin naczyniowych. Zmniejszył się udział gatunków synantropijnych (6 gatunków), jednak ciągle najliczniejszą grupę (26 gatunków) stanowiła roślinność charakterystyczna dla zbiorowisk antropogenicznych oraz trawiastych i łąkowych. Z jedenastu odnotowanych gatunków leśnych i zaroślowych większość stanowiły gatunki diagnostyczne dla klasy *Vaccinio-Piceetea* porastającej siedliska borowe, a część dla siedlisk żyzniejszych

i klasy *Qercetea Robori-Petraeae*. Najwięcej gatunków leśnych wystąpiło na kombinacji D (rys. 4). Ogólnie udział gatunków diagnostycznych dla zespołów leśnych był jeszcze niewielki i odbiegał od charakterystycznego składu, co wskazywało, że zbiorowiska te są jeszcze socjologicznie niewyrównane [Krzaklewski i zes. 1996]. Można przypuszczać, że docelowo na rekultywowanych terenach piaszczystych zwałowisk potencjalnie powstaną siedliska upodabniające się do siedliskowych typów lasu: bór świeży (Bśw) i bór mieszany świeży (BMśw). Na utworach zwięzłych natomiast mogą wykształcić się siedliska upodabniające się do lasów mieszanych, a fragmentarycznie lasów liściastych [Krzaklewski 1987]. Obecnie, jak wspomniano, badaną powierzchnię porasta drzewostan sosnowy w fazie młodnika na przejściu do tyczkowiny. Wykonana w roku 1995 analiza chemiczna igliwia sosny wykazała, że stan zaopatrzenia drzewek w azot na wszystkich poletkach był na poziomie ekstremalnie niskim w granicach 1,01 – 1,12 % (rys. 2), jednak kumulacja azotu w glebie, pomimo obecnie niskiego stanu, posiada tendencję wzrastającą (tab. 2 i 3). Zawartość: siarki, magnezu, wapnia, fosforu i potasu w igliwii w roku 1995 kształtowała się na poziomie wskazującym na bardzo dobry lub dobry stan odżywienia*, przy czym nie stwierdzono zasadniczych różnic pomiędzy zastosowanymi kombinacjami neutralizacji (rys. 3). Niskie zawartości fosforu i potasu w glebie nie znalazły więc na razie potwierdzenia w stanie zalesień, które nie wykazywały oznak deficytu składników pokarmowych. Sosna zwyczajna, jako gatunek o niewielkich wymaganiach glebowo-siedliskowych, w tych warunkach osiągnęła średnią wysokość 8,5 m i pierśnicę około 9 cm, tj. II-III bonitację (tab. 5) [Krzaklewski i 1987]. Porównywalnie w warunkach naturalnych na ubogich glebach piaskowych drzewostany sosnowe osiągają IV – III bonitację, a na zasobniejszych piaskach gliniastych i glinach lekkich nawet I i II [11]. Notowano również powierzchnie z nalotem sosnowym, którego pojaw potwierdzał skuteczność neutralizacji [Krzaklewski 1978]. Przypuszcza się, że oznaki deficytu, zwłaszcza fosforu i azotu, a w dalszej perspektywie narażenie na szkody abiotyczne i biotyczne, mogą wystąpić w kolejnych fazach rozwojowych drzewostanu, a w szczególności w fazie dragowiny.

* - stopnie odżywienia sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na podstawie zawartości makroelementów przyjęto za [Heinsdorfem, 1999]. I – ekstremalnie niski, II – niedostateczny, III - wystarczający do optymalnego, IV - luksusowy

TABELA 4.

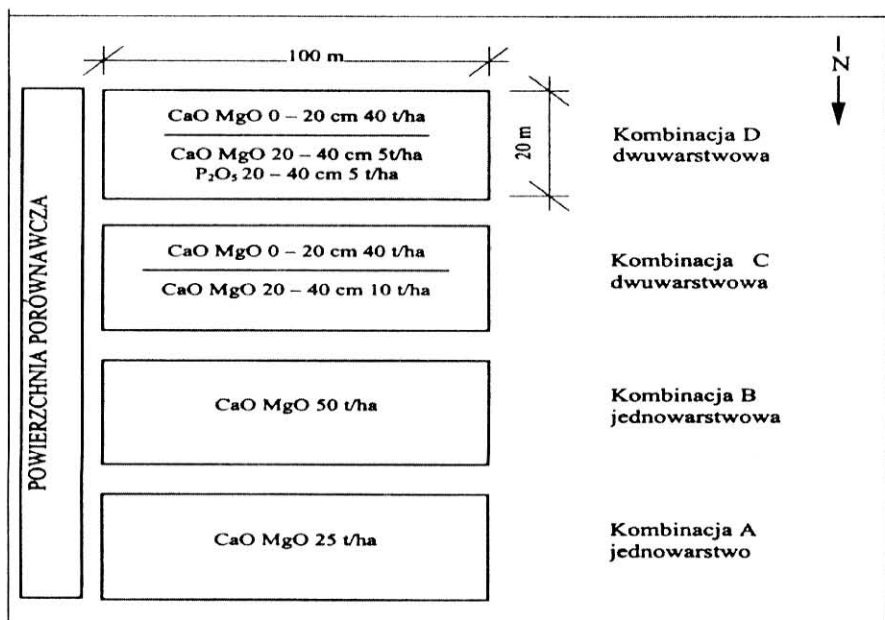
Udział gatunków roślin 1 – rocznych, 2 – letnich i wieloletnich na stanowisku badawczym „Przyjaźń Narodów” w Łęknicy.

| rośliny | liczba gatunków | | % udział gatunków | | liczba gatunków w okresie 20 lat 1974 - 1995 | % udział gatunków w okresie 20 lat 1974 - 1995 |
|-------------|-----------------|--------|-------------------|--------|--|--|
| | w 1974 | w 1995 | w 1974 | w 1995 | | |
| wieloletnie | 13 | 53 | 45 | 88 | 60 | 72 |
| 2 - letnie | 7 | 6 | 24 | 10 | 13 | 16 |
| 1 - roczne | 9 | 1 | 31 | 2 | 10 | 12 |
| razem | 29 | 60 | 100 | 100 | 83 | 100 |

TABELA 5

Wyniki pomiarów sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris*) na stanowisku badawczym „Przyjaźń Narodów” w Łęknicy.

| poletko i kombinacja neutralizacji | liczba drzew pomierzonych | wiek [lata] | więźba wyjściowa [m] | średnia pierśnica $d_{1,3}$ [cm] | wysokość średnia h [m] |
|------------------------------------|---------------------------|-------------|----------------------|----------------------------------|------------------------|
| A | 100 | 20 | 1*2 | 9,1 | 8,5 |
| B | | | | 8,9 | 8,7 |
| C | | | | 9,3 | 8,4 |
| D | | | | 8,8 | 8,3 |



Rys. 1 Schemat zastosowanych kombinacji neutralizacji w blokach na powierzchni doświadczalnej „Przyjaźń Narodów” w Łęknicy - na podstawie T. Skawina 1974 [9].

fosfor magnez i siarkę można uznać za dobry. Niezbędne więc będą okresowe badania przedmiotowych drzewostanów i reagowanie poprzez stosowanie odpowiednich zabiegów pielęgnacyjnych.

5. LITERATURA

- [1] GREINERT H.: *Problemy związane z rekultywacją terenów pogórnicznych na Środkowym Nadodrzu*. Światowy Kongres Ochrony Środowiska na Terenach Górniczych, t. 1, s. 535 – 542. Katowice (1997)
- [2] HEINSDORF D.: *Düngung von Forstkulturen auf Lausitzer Kippen*. Eberswalde (1999)
- [3] KATZUR.: *Die Grundmelioration von schwefelhaltigen extrem sauren Kippprohaden*. Technik und Umweltschutz, NA 18, SW. 52 – 62, (1977)
- [4] KRZAKLEWSKI W.: *Roślinność spontaniczna jako wskaźnik skuteczności neutralizacji bardzo silnie kwaśnych gruntów na przykładzie zwalowiska wewnętrznego kopalni węgla brunatnego „Przyjaźń Narodów”*. Kraków (1978)
- [5] KRZAKLEWSKI W.: *Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych byłej kopalni węgla brunatnego „Przyjaźń Narodów” w Łęknicy*. Materiały z ogólnopolskiej konferencji naukowej pn. Podniesienie produktywności gleb lekkich. Zielona Góra 18 – 20 IX 1985 r. PTG Warszawa (1987)
- [6] KRZAKLEWSKI W.: *Leśna rekultywacja i biologiczne zagospodarowanie nieużytków przemysłowych*. Akademia Rolnicza w Krakowie. Kraków (1988)
- [7] KRZAKLEWSKI i zespół: *Sprawozdanie końcowe z tematu badawczego: Opracowanie racjonalnych metod rekultywacji i zagospodarowania fitotoksycznych i jałowych gruntów zwalowisk w górnictwie węgla brunatnego*. W ramach grantu 4 S401 060 06. Kraków (1996)
- [8] KRZAKLEWSKI W., Kowalik S., Wójcik J.: *Rekultywacja utworów toksycznie kwaśnych w górnictwie węgla brunatnego*. Monografia. Kraków (1997)
- [9] SKAWINA T. i zespół: *Sprawozdanie z badań prowadzonych nad tematem: Rekultywacja zwalowisk toksycznych na przykładzie kopalni węgla brunatnego „Turów” etap I 1973 r, prowadzonych dla Environmental Protection Agency USA*. Z archiwum AGH, (1974)
- [10] *Surowce mineralne Dolnego Śląska*. Praca pod redakcją K. Dziedzica, S. Kozłowskiego, A. Majerowicz A., Sawickiego L. Ossolineum. Wrocław (1979)
- [11] WŁOCZEWSKI T.: *Ogólna hodowla lasu*. PWRiL. Warszawa (1968)



Krzysztof LIPKA¹⁾, Mariusz KOWALCZYK²⁾

ZNACZENIE MOKRADEŁ LEŚNYCH NA PRZYKŁADZIE NADLEŚNICTWA GUBIN W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM

THE ROLE OF FOREST MARSHY GROUNDS ON THE EXAMPLE OF GUBIN FOREST DIVISION IN LUBUSKIE PROVINCE

¹ AR Kraków, Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk

¹ Academy of Agriculture in Cracow, Dept. of Soils Reclamation
and Peatlands Protection

² Dyrekcja Lasów Państwowych w Zielonej Górze, Nadleśnictwo Gubin

² State Forests Headquarters in Zielona Góra, Forest Inspectorate in Gubin

Streszczenie

Zbadano 32 mokradła stałe i okresowe (w tym 22 torfowiska). Przeprowadzono badania stratygraficzne i florystyczne. Wykonano także ocenę waloryzacyjną badanego terenu. Celem pracy było zwrócenie uwagi na wielofunkcyjną rolę mokradeł leśnych, analiza zatorfienia oraz wzbogacenie ilościowej i jakościowej charakterystyki środowiska przyrodniczego na przykładzie obrębu Chlebowo w Nadleśnictwie Gubin w województwie lubuskim. W tabeli nr 1 zostały zamieszczone dane charakterystyczne. Wskaźnik zatorfienia badanego terenu wynosi 2,01 %. Najczęściej występującym gatunkiem torfu jest torf drzewny (*Alneti*) oraz torf szuwarowy (*Cariceto-Phragmiteti*). Wszystkie zbadane mokradła spełniają bardzo ważną rolę hydrologiczną. Będąc naturalną formą krajobrazową wpływają dodatnio na estetyzację krajobrazu, mogą być także obiektami badań naukowych, pełniąc równocześnie funkcje rekreacyjną. Zatem pod względem ekologicznym są bardzo cenne i powinny być chronione, ponieważ przyczyniają się do ograniczenia degradacji stosunków wodnych i wzbogacania bioróżnorodności lasu.

Summary

Thirty two permanent and intermittent bogs (including twenty two peat-bogs) were investigated. The evaluation of investigated area was carried out either. The aim of the work was to point the multifunctional significance of forest bogs, peat-cover analysis and enhancement of quantity and quality characteristics of natural environment on the example of

Chlebowo forest district in the Gubin forest inspectorate in the Lubuskie province. The characteristic data were presented in table 1. The peat cover indicator of investigated area amounts 2,01 %. Peat wood (Alneti) and rush peat (Cariceto-Phragmiteti) are peat species which occur most frequent. All the bogs investigated play very important hydrological role. Being natural landscape form they positively influence landscape aesthetics, simultaneously playing recreation role. Taking into account ecology peat-bogs are very precious and should be protected because they limit water conditions degradation and cause enrichment of forest biodiversity.

1. WSTĘP

Obecnie coraz częściej się mówi o koniecznej i generalnej ochronie mokradeł, głównie ze względu na ich znaczenie przyrodnicze. W wielu jednak jeszcze przypadkach ich obecność w krajobrazie zarówno rolniczym czy leśnym jest niedoceniana i uważane są za nieużytki. Znane są również liczne przypadki przeznaczania różnego typu mokradeł na miejsca do wysypywania śmieci. Takie rozumowanie i postępowanie jest błędne.

Na znaczącą rolę mokradeł, a zwłaszcza torfowisk wskazywało już dużo wcześniej wielu znanych badaczy: [Bac, 1962; Kulczyński, 1958; Tołpa, Prończuk, 1973a, 1973b, 1981; Jasnowski, 1975, 1978, 1979; Pałczyński, 1975, 1983; Okruszko i in. 1979, 1981, Pacowski i in. 1983]. Na pilną ochronę rezerwatową ciekawych ekosystemów bagiennych wskazuje [Ilnicki, 1995] przedstawiając syntetyczną prezentację mokradeł Pojezierza Lubuskiego.

[Mioduszewski, 1995; Nyc, 1995; Oleszczuk i Brandyk, 1997] podkreślają wielofunkcyjną rolę w przyrodzie obszarów bagiennych (torfowisk), które będąc często naturalnymi zbiornikami wodnymi, przekazują wody opadowe i powierzchniowe do głębszych warstw gleby oraz retencjonują nadmiar tych wód, przyczyniając się do wyrównywania ich odpływu w czasie. Zdaniem [Jasnowskiego, 1979] osuszanie mokradeł likwiduje mały obieg wody w zlewni i dlatego ich funkcja hydrologiczna powinna być stawiana na pierwszym miejscu, tworząc podstawowy argument ochrony. Duże znaczenie hydrologiczne torfowisk potwierdzają badania [Lipki, 2000].

Szczególne znaczenie biocenotyczno- hydrologiczne dotyczy mokradeł leśnych. Wszelkie mokradła a zwłaszcza naturalne torfowiska usytuowane w lasach są często miejscami gdzie gniazdują ptaki, oraz jedyną ostoją zwierzyny, która znajduje na nich żer, ochronę wodną i względny spokój. Są to także naturalne „apteki” dla zwierząt [Pałczyński, 1967; Zimecki, 1988; Lipka i Niestrawski, 1995; Kowalczyk, 1997]

Nadleśnictwo Gubin w woj. lubuskim może być przykładem gospodarki leśnej na założeniach ekologicznych, gdzie między innym i mokradła traktowane są jako obszary chronione spełniające ważną funkcję w biocenozie lasu. Badania przeprowadzono w okresie 1996-1998. Zasadniczy cel pracy to wskazanie na wielofunkcyjność mokradeł, a także analiza zatorfienia oraz wzbogacenie ilościowej i jakościowej charakterystyki środowiska przyrodniczego na przykładzie obrębu Chlebowo w Nadleśnictwie Gubin z równoczesnym poszerzeniem dotychczasowych badań stratygraficznych i florystycznych w dorzeczu środkowej Odry.

Cel następnym to ocena waloryzacyjna badanych mokradł i terenów przyległych.

2. UWAGI METODYCZNE

Łącznie zinwentaryzowano i zbadano 32 mokradła stałe i okresowe (w tym 22 torfowiska). Przyjęto klasyfikację mokradł (na tle rzeźby terenowej z uwzględnieniem alimentacji i procesów glebotwórczych) wg [Żurka i Tomaszewicza, 1989]. Na wybranych torfowiskach nr 4,8,13,17,24 wytyczono 5 podłużnych charakterystycznych przekrojów niwelacyjno - stratygraficznych o łącznej długości 3,2 km. Na przekrojach wykonano 64 wiercenia pobierając 184 próbki torfu. Wszystkie analizy i oznaczenia zostały wykonane znanymi metodami stosowanymi rutynowo w badaniach torfoznawczych. W celu ogólnego scharakteryzowania szaty roślinnej wykonano 52 zdjęcia fitosocjologiczne powszechnie stosowaną metodą Braun-Blanquetta. Do oceny waloryzacyjnej dla mokradł i terenów przyległych przyjęto zasadę waloryzacji przyrodniczej [Oświta i Dembka, 1995] z zastosowaniem punktowej oceny [Fijałkowskiego, 1993].

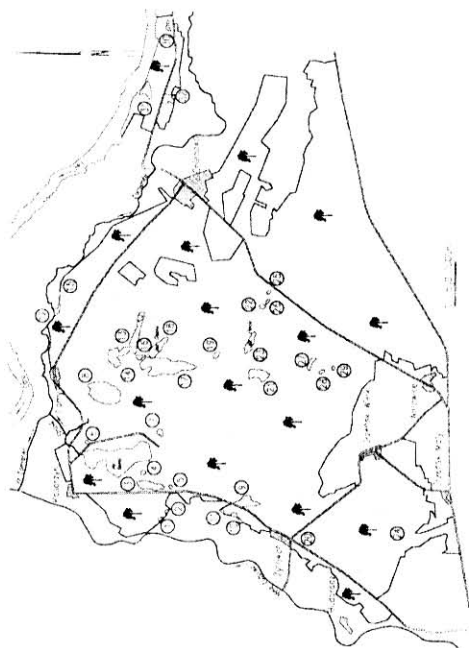
3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Nadleśnictwo Gubin organizacyjnie wchodzi w skład Dyrekcji Lasów Państwowych w Zielonej Górze. Terytorialnie (386,33 km²) w całości mieści się w województwie lubuskim. Badany teren geograficznie położony jest na zachodnim krańcu Pasa Wielkich Dolin - zachodnia część III Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, Dzielnica 6 Pojezierza Lubuskiego [Kondracki, 1998]. W rzeźbie terenu przeważają równiny urozmaicone morenami oraz niewielkimi obniżeniami wzdłuż rzek i przy jeziorach. Różnica wysokości od 33,4-196,0 m n.p.m. Hydrograficznie cały obszar badany obejmuje zlewnie cząstkowe w dorzeczu Odry poprzez Nysę Łużycką.

Przeciętna ilość opadów atmosferycznych wynosi od 550-625 mm rocznie. Odnosnie warunków glebowych, przeważają słabe gleby bielcowe utworzone z piasków o małym udziale gliny z częstą domieszką żwirów polodowcowych. Bliżej cieków wodnych występują gleby brunatne z bardzo zróżnicowanym udziałem piasków i glin. W składzie gatunkowym lasu przeważa sosna (92%), w domieszkach występuje brzoza (2,6%), dąb (2,0%), olcha (1,6%) oraz w niewielkich ilościach świerk, modrzew, buk i topola. Na terenie nadleśnictwa spotkać można rzadkie gatunki drzew jak: sosna wejmutka, sosna czarna, daglezwia zielona a nawet kasztan jadalny [Kowalczyk, 1997]. Bogata jest także awifauna, ponieważ znajdują się tutaj gniazda orla bielika i bociana czarnego otoczone strefami ochronnymi. Oprócz chronionych ptaków spotkać można kanię rudą, myszołowa, kobuza, pustułkę i żurawia. Nad jeziorami i oczkami wodnymi na mokradłach bytują perkozy, kormorany, łabędzie nieme, czaple siwe, kaczki krzyżówki i pospolite łyśki. Przeważnie w leśnych gęstwinach przebywają dzięcioły, gołębie, dudki, puszczyki, puchacze oraz ptaki śpiewające, takie jak: sikory, trznadla, drozdy. Wśród zwierzyny występują jelenie, sarny, dziki, jenoty, lisy, borsuki, kuny, wydry i bobry. Od 1995 roku obszary lasów państwowych w Nadleśnictwie Gubin objęte zostały programem ekologizacji. [Kowalczyk, 1997].

4. WYNIKI BADAŃ

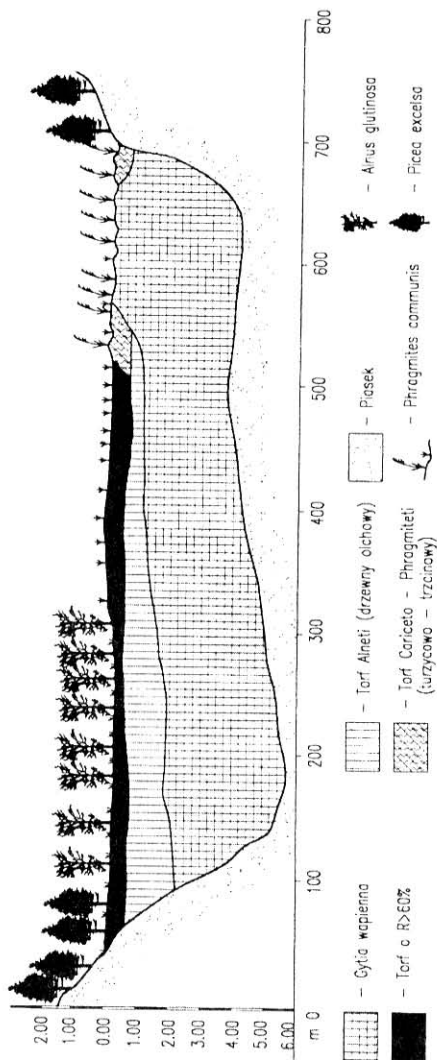
Rozmieszczenie badanych mokradeł na terenie obwodu Chlebowo w Nadleśnictwie Gubin ilustruje rys. 1. Obszar obrębu Chlebowo wynosi 6037 ha. Na badane mokradła przypada powierzchnia 121,7 ha, zatem wskaźnik zatorfienia $\beta=2,01\%$. W tabeli 1 zamieszczono dane charakterystyczne. W budowie geologicznej złóż torfowych najczęściej występuje torf drzewny olchowy (*Alneti*) i szuwarowy (*Cariceto-Phragmiteti*). W warstwie powierzchniowej stwierdzono częstą obecność torfu silnie rozłożonego o $R > 60\%$. Pod warstwą torfową (mokradło nr 17) zalega o znacznej miąższości (średnio 2,5 m) gytia wapienna. Na rys. 2 przedstawiono przykładowo wybrany przekrój niwelacyjno-stratygraficzny ilustrujący geologię danego złoża torfowego.



Rys. 1 Rozmieszczenie badanych mokradeł w obrębie Chlebowo – nadl. Gubin

Szata roślinna badanych mokradeł jest urozmaicona. Łącznie wyróżniono 86 gatunków roślin. Wśród roślinności drzewiastej dominuje *Alnus glutinosa*, *Pinus silvestris* i *Betula verrucosa*. Sporadycznie *Picea excelsa*. Natomiast z roślinności krzewiastej *Salix cinerea*, *Salix aurita* oraz *Frangula alnus*. Na terenach otwartych dominują zbiorowiska szuwarowe z dominacją *Phragmites communis* oraz zdegradowane łąki turzycowo-trawiaste ze znacznym udziałem *Carex fusca*, *Carex gracilis* i *Deschampsia caespitosa*. Warto zaznaczyć o występowaniu w południowej części mokradła nr 23 bogatego stanowiska rośliczki okrągłolistnej (*Drosera rotundifolia*) rosnącej na „kożuchu” utworzonym z mchów torfowców co świadczy, iż lokalnie występujące środowisko wodne (alimentacja) ma charakter ombrogeniczny. Bardziej szczegółowe dane dotyczące szaty roślinnej zostaną przedstawione w odrębnej publikacji. Wartości przy-

rodnicze mokradel i terenów przyległych w aspekcie krajobrazowym są przede wszystkim różnorodnością występujących na danym terenie środowisk przyrodniczych [Jasnowska, Jasnowski 1977, Fijałkowski, 1993, Oświt, Dembek, 1995]. Ustalona VII klasa waloryzacyjna dla badanych mokradel i terenów przyległych wskazuje na duże walory przyrodnicze.



Rys. 2 Charakterystyczny przekrój niwelacyjny – stratygraficzny przez torfowisko nr 17

Dane charakterystyczne badanych mokradel w Nadleśnictwie Gubin Obręb Chlebowo
TABELA 1

| Nr | Pow. (ha) | Typ mokradla | Rodzaj | Symbol | Położenie geomorfologiczne | Wanunki hydrologiczne | Utwór glebowy | Opis terenu | Fauna i awifauna | Uwagi |
|----|-----------|--------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 0,40 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{od} | Strefa przytarasowa | Niewielkie opadanie zwierciadła wód gruntowych | Torf niski szuwarowy Mt2 | Łąka trawiasto-turzycowo-skrzypowa | Dzik (Sus scrofa) Sarna (Capreolus capreolus) Zając szarak (Lepus europaeus) | Pozostała część poza użytkowaniem Nadleśnictwa Gubin |
| 2 | 0,25 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{od} | Strefa przytarasowa | Niewielkie opadanie zwierciadła wód gruntowych | Torf niski szuwarowy Mt2 | Łąka trawiasto-turzycowo-skrzypowa | Dzik (Sus scrofa) Sarna (Capreolus capreolus) Zając szarak (Lepus europaeus) | Pozostała część poza użytkowaniem Nadleśnictwa Gubin |
| 3 | 0,81 | Stale | Torfowisko niskie szuwarowe | T _s | Zagłębienie bezodpływowe | Wysokie położenie zwierciadła wody gruntowej | Torf niski szuwarowy mechowiskowy | Szuwar trzcinowy | Borsuk (Meles meles) Dzik (Sus scrofa) Sarna (Capreolus capreolus) | |
| 4 | 8,71 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{od} | Zagłębienie jeziorne bezodpływowe | Stale obniżenie zwierciadła wody gruntowej | Torf niski szuwarowy turzycowy Mt3 | Łąka trawiasto-turzycowo-trzcinowa zakrzaczona z kępą 60-letniej olchy | Kaczka krzyżówka (Anas platyrhynchos) Cyranka (Anas querquedula) Cyraneczka (Anas crecca) Dzik (Sus scrofa) Sarna (Capreolus capreolus) Zuraw (Grus grus) Zaskroniec (Natrix natrix) | Mokradło cenne ekologicznie |
| 5 | 0,46 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{od} | Zagłębienie jeziorne odpływowe | Stale obniżenie zwierciadła wody gruntowej | Torf niski szuwarowy turzycowy Mt3 | Łąka trawiasto-turzycowo-trzcinowa zakrzaczona z kępą 60-letniej olchy | Dzik (Sus scrofa) Sarna (Capreolus capreolus) Zaskroniec (Natrix natrix) | |
| 6 | 0,54 | Stale | Torfowisko niskie szuwarowo-olesowe | T _s T _o | Zagłębienie bezodpływowe | Wysokie położenie zwierciadła wody gruntowej Zw. w. gr. 0-10 | Torf niski | Olszyniak | Borsuk (Meles meles) Dzik (Sus scrofa) Sarna (Capreolus capreolus) Jeleń (Cervus elaphus) | Poidło dla zwierząt „babrzy sko” cenne ekologicznie |
| 7 | 0,99 | Stale | Torfowisko niskie szuwarowe | T _s T _o | Zagłębienie pojeziorna | Wysoki poziom wody gruntowej Zw. w. gr. – 0,10 do 0,80 | Torf niski szuwarowy i olesowy | Oczko wodne z olchą | Dzik (Sus scrofa) Sarna (Capreolus capreolus) Kaczka krzyżówka (Anas platyrhynchos) Zaskroniec (Natrix natrix) | Kapielisko dla zwierzyny naturalne poidło cenne ekologicznie |
| 8 | 21,11 | stale | Trzęsawisko jeziorne | T _s | Zagłębienie pojeziorn | Wysoki poziom wody gruntowej-0,10 do 0,05 | Torf niski turzycowy i mechowiskowy | Łąka trzcinowa-sitowiskowa z kępą olsu ok. 60 l | Borsuk (Meles meles) Dzik (Sus scrofa) Jeleń (Cervus elaphus) Zaskroniec (Natrix natrix) Sarna (Capreolus capreolus) Jenot (Nyctereutes procyonoides) Zając szarak (Lepus europaeus) | |

| | | | | | | | | | | |
|----|-------|----------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|---|--|
| 9 | 7,70 | Stale | Torfowisko szuwarowe z jeziorkiem | T _s | Zagłębienie jeziorne | Wysoki poziom wody gruntowej otwarte lustro wody | Torf niski szuwarowy turzycowy | Otwarte lustro wody użytek leśny | Łyska (<i>Fulica atra</i>) Łabędź niemy (<i>Cygnus olor</i>) Czapla siwa (<i>Ardea cinerea</i>) Kaczka krzyżówka (<i>Anas platyrhynchos</i>) | Kapielisko dla zwierzyny naturalne poidło mokradło cenne ekologicznie |
| 10 | 0,40 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{od} | Strefa przytarsowa | Niewielkie opadanie zwierciadła wód gruntowych | Torf niski szuwarowy Mt2 | Łąka trawia- sto-turzycowo- skrzypowa | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Zając szarak (<i>Lepus europaeus</i>) | Pozostała część poza użytkowaniem Nadleśnictwa Gubin |
| 11 | 0,88 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{od} | Strefa przytarsowa | Niewielkie opadanie zwierciadła wód gruntowych | Torf niski szuwarowy Mt2 | Łąka trawia- sto-turzycowo- skrzypowa | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Zając szarak (<i>Lepus europaeus</i>) | Pozostała część poza użytkowaniem Nadleśnictwa Gubin |
| 12 | 1,95 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{od} | Taras zalewowy dolinowy | Okresowe zalewy wysokie położenie wody gruntowej 0 .20 | Mursz na torfie szuwarowym Mt2 | Łąka sitowo- turzycowo- trzciniowa | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Kaczka krzyżówka (<i>Anas platyrhynchos</i>) Cyranka (<i>Anas querquedula</i>) Cyraneczka (<i>Anas crecca</i>) Wydra (<i>Lutra lutra</i>) Zaskroniec (<i>Natrix natrix</i>) Kuna leśna (<i>Martes foina</i>) Jaszczurka żyworódka (<i>Lacerta vivipara</i>) | Mokradło cenne ekologicznie |
| 13 | 25,45 | Stale | Torfowisko szuwarowe, olesowe | T _s T _o | Zagłębienie jeziorne i pojeziorne | Stale wysokie położenie zwierciadła wody gruntowej otwarte lustro wody (jezioro) | Torf niski szuwarowy turzycowy olesowy | Jezioro las olchowy łąka turzycowo- sitowa trzci- nowa | Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Kaczka krzyżówka (<i>Anas platyrhynchos</i>) Cyranka (<i>Anas querquedula</i>) Cyraneczka (<i>Anas crecca</i>) Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Łyska (<i>Fulica atra</i>) | Kapielisko dla zwierzyny naturalne poidło mokradło cenne ekologicznie |
| 14 | 0,45 | Okresowe | podmoklisko | P | Zatorfione zagłębienie | Okresowo wysokie położenie wody gruntowej | Utwór torfiasty | Trzciniowisko otoczone sosną świerkiem i brzoza | Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) | |

| | | | | | | | | | | |
|----|----------|----------|------------------------------|------------------|--------------------------|--|---|---|--|--|
| 15 | 1,27 | Stale | Torfowisko niskie, szuwarowe | T ₁ | Strefa przytarasowa | Wysokie położenie wody gruntowej Zw.w.gr. 0,15 | Torf niski szuwarowy turzycowy | Łąka turzycowo-sitowo-trzcinowa | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Wydra (<i>Lutra lutra</i>) Zaskroniec (<i>Natrix natrix</i>) Kuna leśna (<i>Martes foina</i>) Jaszczurka żyworódka (<i>Lacerta vivipara</i>) | Mokradło cenne ekologicznie ścieżki bytowania zwierzęcy |
| 16 | 1,76 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{ref} | Zatorfione zagłębienie | Okresowo wysokie położenie zwierciadła wody gruntowej Zw.w.gr. 0,50 | Mursz na torfie | Łąka turzycowo-trawiasto-skrzypowa | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Zając szarak (<i>Lepus europaeus</i>) | |
| 17 | 22,23 | Stale | Pojeziernie | P ₁ | Zagłębienie jeziorne | Stale podniesiony poziom wody gruntowej | Mursz na torfie Mt3 | Użytek leśny las olchowy szuwar trzcinowy łąka turzycowa | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) | „babrzysko” naturalne kąpielisko zwierzęcy leśnej |
| 18 | 0,40 | Stale | Przyjeziernie | P ₁ | Zagłębienie jeziorne | Okresowe podwyższenie wody gruntowej | Utwór torfiasty | Użytek leśny z łąką ok. 60 lat | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Kaczka krzyżówka (<i>Anas platyrhynchos</i>) Lyska (<i>Fulica atra</i>) Czapla siwa (<i>Ardea cinerea</i>) | „babrzysko” naturalne kąpielisko i poidło zwierzęcy leśnej mokradło cenne ekologicznie |
| 19 | Okresowe | Okresowe | podmoklisko | P | Zatorfione zagłębienie | Położenie zwierciadła wody gruntowej 0,5 | Utwór torfiasty | Łąka turzycowo-trawiasta | Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Zając szarak (<i>Lepus europaeus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) | |
| 20 | 0,25 | Okresowe | podmoklisko | P | Zatorfione zagłębienie | Okresowo wysoki poziom wody gruntowej | Utwór torfiasty | Łąka trzcinowo-turzycowa z okresowym oczkiem oczkiem wodnym | Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Zając szarak (<i>Lepus europaeus</i>) | Podmoklisko częściowo użytkowane rolniczo |
| 21 | 8,31 | Stale | Pojeziernie | P ₁ | Zagłębienie jeziorne | Wysokie położenie zwierciadła wody gruntowej 0,30 okresowo oczka wodne | Torf niski szuwarowy | Łąka turzycowo-trawiasta z trzciną | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Kaczka krzyżówka (<i>Anas platyrhynchos</i>) Zaskroniec (<i>Natrix natrix</i>) Zuraw (<i>Grus grus</i>) | naturalne kąpielisko i poidło zwierzęcy leśnej mokradło cenne ekologicznie |
| 22 | 0,76 | Stale | Torfowisko przejściowe | T _p | Zagłębienie bezodpływowe | Zwierciadło wody gruntowej 0,45 | Torf przejściowy torfowisko-turzycowy turzycowy | Mszar typu niskiego świerki sosny | Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Zaskroniec (<i>Natrix natrix</i>) Padalec (<i>Angius fragilis</i>) | |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|----------|--|----------------------------------|---------------------------------|--|--|---|--|--|
| 23 | 1,43 | Stale | Jeziorne | T | Zagłębienie jeziorne | Na lustrze wody jeziora | Torf na wodzie | Torf przejściowy jezioro z obrzeżem mszarno-mechowiskowym mechowiskowym | Zaskroniec (<i>Natrix natrix</i>) Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Łabędź niemy (<i>Cygnus olor</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Lyska (<i>Fulica atra</i>) Kaczka krzyżówka (<i>Anas platy rhychos</i>) | W południowej części obiektu bogate stanowisko rosiczki okręgliostnej (<i>Dosera rotundifolia</i>) mokradło cenne ekologicznie |
| 24 | 0,72 | Okresowe | Torfowisko odwodnione | T _{sd} | Zagłębienie zatorfione | Okresowo podwyższone stawy wody gruntowej poziom w gr. poniżej 0,50 | Mursz. na torfie M1 | Łąka turzycowotrąwiasta (miejscami uschnięte sosny) | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) | |
| 15 | 0,36 | Stale | Torfowisko przejściowe | T _p | Zagłębienie bezodpływowe | Wysokie położenie wody gruntowej Zw.w gr. 0,20 | Torf przejściowy torfowiskowo-turzycowy | Użytek leśny (sosna) na obrzeżu brzoza | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Zaskroniec (<i>Natrix natrix</i>) | Mokradło cenne ekologicznie |
| 26 | 0,40 | Okresowe | Podmoklisko | P | Zagłębienie zatorfione | Poziom wody gruntowej poniżej 0,50 | Utwór torfiasty | Torfowisko zalesione | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Zaskroniec (<i>Natrix natrix</i>) Padalec (<i>Angius fragilis</i>) | |
| 27 | 1,55 | Stale | Torfowisko niskie częściowo szuwarowe i mechowiskowe | T _s | Zagłębienie bezodpływowe | Wysoki poziom wody gruntowej Zw.w gr.0,25 | Torf niski szuwarowy mechowiskowy | Łąka turzycowotrzciniowa z kępą sosen ok. 35 lat | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) | Mokradło cenne ekologicznie |
| 28 | 0,68 | Stale | Torfowisko przejściowe | T _p | Zagłębienie bezodpływowe | Stale wysokie położenie zwierciadła wody gruntowej 0,05 | Torf torfowiskowo-turzycowy i mechowiskowy | Częściowo mszar i łąka turzycowa z welnianką | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) | Mokradło cenne ekologicznie „babrzysko” i naturalne kapekisko zwierzyzny leśnej |
| 29 | 0,28 | Stale | Torfowisko przejściowe | T _p | Zagłębienie bezodpływowe | Wysoki poziom wody gruntowej 0,15 | Torf torfowiskowo-szuwarowy | Łąka turzycowa miejscami sosna ok. 15 lat | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) | „Babrzysko” mokradło cenne ekologicznie |
| 30 | 0,50 | Stale | Torfowisko niskie, szuwarowe, olesowe | T _s T _o | Dolina Odry strefa przytarasowa | Stawy wysoki poziom wody gruntowej lokalnie oczka wodne Zw.w gr.0,10 | Torf niski szuwarowy turzycowy | Trzciniwisko na obrzeżu olcha czarna | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Kaczka krzyżówka (<i>Anas platy rhychos</i>) | Cenne ekologicznie „babrzysko” naturalne kąpielisko i poidło zwierzyzny leśnej |
| 31 | 5,20 | Stale | Torfowisko niskie szuwarowe | T _s | Dolina Odry taras zalewowy | Wysoki poziom wody gruntowej Zw.w gr.0,15 | Torf niski szuwarowy | Szuwar trzciniowy miejscami z kępami drzew | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Jeleń (<i>Cervus elaphus</i>) Zaskroniec (<i>Natrix natrix</i>) Jaszczurka żyworódka (<i>Lacerta</i>) | „Babrzysko” mokradło cenne ekologicznie |
| 32 | 3,31 | Stale | Torfowisko niskie szuwarowe | T _s | Dolina Odry strefa przytarasowa | Wysoki poziom wód Zw.w gr.0,10 | Torf niski szuwarowy | Trzciniwisko zakrzaczone otoczone lasem brzożowo-sosnowym | Dzik (<i>Sus scrofa</i>) Sarna (<i>Capreolus capreolus</i>) Zając szarak (<i>Lepus europaeus</i>) Lis (<i>Vulpes vulpes</i>) | „Babrzysko” wyróżne ślady bytowania zwierzyzny mokradło cenne ekologicznie |

5. UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE

1. Analiza położenia mokradeł w stosunku do rzeźby powierzchni badanego terenu wykazała, że najbardziej typowe mokradła jakimi są torfowiska, pod względem zasilania wodnego najczęściej mają charakter topogeniczny i fluwiogeniczny.
2. W obrębie leśnym Chlebowo wskaźnik zatorfienia jest niewielki, wynosi bowiem 2,01%. Tym bardziej zatem będzie uzasadniona ochrona mokradeł na tym terenie, zwłaszcza, że na wielu występują „oczka” wodne lub jeziorka, które spełniają w lesie ważną rolę przeciwpożarową (Nadleśnictwo Gubin znajduje się w I strefie zagrożenia pożarowego).
3. Z przeprowadzonych badań stratygraficznych wynika, że najczęściej występującym gatunkiem torfu jest torf drzewny (*Alneti*) o średnim stopniu rozkładu $R_{sr}=45\%$ i średniej popielności $A_{sr}=21,3\%$ oraz torf szuwarowy (*Cariceto-Phragmiteti*; $R_{sr}=40\%$, $A_{sr}=19,6\%$). Występowanie osadów podtorfowych (np. torfowisko nr 17) w postaci gytii wapiennej „uszczelnia” dno dawnych jezior przyczyniając się w ten sposób do zabezpieczenia poziomu wody gruntowej przed nadmiernym obniżeniem w okresie letniej depresji wód.
4. Rozpatrując wielofunkcyjność badanych mokradeł wszystkie spełniają bardzo ważną funkcję hydrologiczną. Będąc pewnego rodzaju naturalnymi zbiorowiskami wodnymi gromadzą i zasilają warstwy głębsze oraz tereny przyległe, wodami powierzchniowymi i opadowymi, równocześnie przyczyniając się do poprawy tzw. małej retencji wodnej.
5. Zbadane mokradła będąc naturalną formą krajobrazową wpływają dodatnio na estetyzację krajobrazu, mogą być także obiektami badań naukowych równocześnie pełniąc funkcję rekreacyjną głównie dla turystyki pieszej. Spełniają także bardzo ważną funkcję jako siedliska zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych, ułatwiają zwierzyńce leśnej bytowanie, chronią ją, leczą oraz dostarczają niezbędnych składników pokarmowych. Zatem pod względem ekologicznym są bardzo cenne.

Ekologiczna gospodarka leśna, którą prowadzi Nadleśnictwo Gubin (woj. lubuskie), wykazuje dążność do zachowania trwałości lasów, bowiem jest zgodna z zasadami warunkującymi odnawianie zasobów leśnych. Prowadzona renaturyzacja i ochrona mokradeł przyczynia się do ograniczenia degradacji stosunków wodnych i wzbogacenia bioróżnorodności lasu.

6. LITERATURA

- [1] BAC S.: Leśne melioracje wodne. PWRiL. Warszawa (1962)
- [2] BRANDYK T., Szuniewicz J., Szatyłowicz J., Hewelke P.: *Gospodarowanie wodą w profilach gleb torfowo-murszowych w aspekcie ich renaturyzacji*. Zesz. Naukowe. AR we Wrocławiu. Konferencje. T.8. nr 266. (1995)
- [3] ILNICKI P.: *Mokradła Pojezierza Lubuskiego*. [w:] *Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce*. sesja Naukowa, Falenty, Materiały Seminaryjne. IMUZ, 34, (1995)

- [4] JASNOWSKA J., Jasnowski M.: *Zagrożone gatunki flory torfowisk*. Chrońmy Przyrodę Ojczyzną, z. 4, (1977)
- [5] JASNOWSKI M.: *Torfowiska i tereny bagienne w Polsce*. Rozdz. N.J. Kac, Bagna Kuli Ziemskiej, PWN Warszawa (1975)
- [6] JASNOWSKI M.: *Znaczenie torfowisk w Polsce i ich ochrona*. [w:] Ochrona i kształt środowiska przyrodniczego. Pr. zbior. pod red. W. Michajłowa i K. Zabierowskiego. Zakład Ochrony Przyrody PAN Warszawa-Kraków (1978)
- [7] JASNOWSKI M.: *Charakterystyka torfowisk w województwie szczecińskim*. Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska AR w Szczecinie, Zakład Botaniki (maszynopis). (1979)
- [8] KOWALCZYK M.: *Znaczenie mokradel śródleśnych w biocenozie lasu w Nadleśnictwie Gubin. woj. zielonogórskie*. Praca magisterska. Kat. Rekult. Gleb i Ochr. Torf. AR w Krakowie (maszynopis) (1997)
- [9] KONDRACKI J.: *Geografia regionalna Polski*. PWN Warszawa (1998)
- [10] KULCZYŃSKI S.: *Program badań torfowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., z. 15, (1958)
- [11] LIPKA K., Niestrawski G.: *Torfowiska leśne w nadleśnictwie Torzym (województwo zielonogórskie)*. Kat. Rekult. Gleb i Ochr. Torf. AR w Krakowie (maszynopis). (1995)
- [12] LIPKA K.: *Torfowiska w dorzeczu Wisły jako element środowiska przyrodniczego*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie Rozprawy, z. 255. (2000)
- [13] MIODUSZEWSKI W.: *Rola torfowisk w kształtowaniu zasobów wodnych małych zlewni rzecznych*. [w:] Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Sesja Naukowa. Falenty. Materiały Seminaryjne IMUZ, 34. (1995)
- [14] MOLENAAR A., Bootsma M., C. Schenkels R., Barendragt A.: *The upper Biebrza: useful as reference for headwater catchment in the Netherlands*. Proceedings of the International Symposium „Conservation and management of Fens”. Warsaw-Biebrza Poland June 6-10. (1994)
- [15] NOWICKI Z., Koc J., Cymes J.: *Zasoby wodne z zlewni Łyny i możliwości ich wykorzystania*. Przegląd Naukowy Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie, z. 10. (1996)
- [16] NYC K.: *Ekologiczne konsekwencje melioracji wodnych – spojrzenie meliorantów* [w:] Ekologiczne aspekty melioracji wodnych, red. L. Tomiałojć, Komitet Ochrony Przyrody PAN, Wyd. Ochrony Przyrody, Kraków (1995)
- [17] OKRUSZKO H., Oświt J., Pałczyński A.: *Rodzaje mokradel na proponowanym do ochrony obszarze dolnej Biebrzy*. Biuletyn Informacyjny „Torf”. Nr 2/61. (1979)
- [18] OKRUSZKO H.: *Faza decesji w naturalnej ewolucji torfowisk niskich*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Nr 134. Rolnictwo, 38 (1981)
- [19] OLESZCZUK R., Brandyk T.: *Wybrane problemy ochrony zasobów gleb torfowych*. Materiały Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie (1997)
- [20] OŚWIT J., Dembek W.: *Wstępne zasady waloryzacji przyrodniczej mokradel i związanych z nimi krajobrazów*. [w:] Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Sesja Naukowa, Falenty, Materiały Seminaryjne IMUZ, 34 (1995)

- [21] PACOWSKI R., Oświt J., Żurek S.: *Torfy i złoża torfowe basenu środkowej Biebrzy w aspekcie ochrony środowiska i melioracji*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. Warszawa, PWN, 255. (1983)
- [22] PAŁCZYŃSKI A.: *Ochrona przyrody i zasobów torfowisk Polski na tle problemów gospodarczych i naukowych*. Międzynarodowe Sympozium Torfowe. Materiały SITWiM Warszawa-Białystok (1967)
- [23] PAŁCZYŃSKI A.: *Kierunki przemian szaty roślinnej siedlisk zatorfionych dolin rzecznych pod wpływem ingerencji człowieka*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln, 169(1975)
- [24] PAŁCZYŃSKI A.: *Fitocenozy i flora torfowisk basenu środkowego Biebrzy i ich walory przyrodnicze*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 255 (1983)
- [25] PRONCZUK J.: *Czy wszystkie bagna osuszać?* Aura, 10 (1973a)
- [26] PRONCZUK J.: *Zmiany hydrologiczne i cenotyczne w dolinie Narwi na przestrzeni 33 lat – jako podstawa rozwiązań melioracyjnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln, 134 (1973b)
- [27] PRONCZUK J.: *Doliny rzeczne*. przyroda Polska, LOP, 12 (1981)
- [28] ZIMECKI T.: *Od Hańczy do australijskiej Thomson River*. Wydawnictwo poznańskie, Poznań (1988)
- [29] ŻUREK S., Tomaszewicz H.: *Badania bagien*. [w:] Przewodnik do hydrograficznych badań terenowych. Praca zbiorowa pod red. M. Gutry-Koryckiej, H. Werner-Więckowskiej PWN Warszawa (1989)

Agnieszka ŁĘTKOWSKA

**WPLYW ODŁOGOWANIA NA WŁAŚCIWOŚCI GLEB
OBSZARU DORZECZA ŚRODKOWEJ ODRY**

**THE INFLUENCE OF FALLOWING ON SOIL
PROPERTIES IN MIDDLE BASIN AREA OF THE ODRA**

Akademia Rolnicza we Wrocławiu,
Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego
Agricultural University of Wrocław,
Institute of Soil Science and Agricultural Environment Protection

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu sposobu użytkowania gleb na właściwości chemiczne. Badaniami objęto gleby dorzecza środkowej Odry uprawne i o różnym czasie odlogowania. Wybrane obiekty badawcze różniły się pod względem typologicznym. W poziomach powierzchniowych gleb o podobnym składzie granulometrycznym uzyskane wyniki wskazują na wpływ kilkuletniego odlogowania na właściwości chemiczne. Pola odlogowane w porównaniu z uprawnymi charakteryzują się wzrostem zakwaszenia, a tym samym wyższą wartością kwasowości hydrolitycznej. Na polach wyłączonych z produkcji rolniczej odnotowano także wyższą zawartość węgla organicznego.

Summary

The aim of the work was to define the way of soils using on physical-chemical and chemical properties of arable and fallowed soils. The object of investigations were soils in middle basin area of the Odra with various time of fallowing. Selected objects differed in type of soils: river alluvial soils, rusty soils, gley soils and soils lessives. The obtained results showed that several years fallowing influenced soils properties of upper layer in soils with similar mechanical composition. The fallowed field in comparison to arable field had slightly lower pH and higher hydrolytic acidity. Soils of analyzed fallows had also higher content of organic carbon.

1. WSTĘP

W ostatnim czasie duże obszary gleb uprawnych po restrukturyzacji polskiego rolnictwa stanowią odłogi. Szacuje się, że około 1,8 mln ha gruntów orných na terenie Polski jest wyłączonych z rolniczego użytkowania i pozostaje w charakterze głównie odłogów. Niezależnie jednak od czasu i sposobu odłogowania na polach tych powinny być podjęte odpowiednie rozwiązania zapobiegające niekorzystnym zmianom w żyzności i przydatności gleb na skutek odstąpienia od uprawy [Dzienia, 1998]. Właściwych decyzji w sprawie prawidłowego zagospodarowania odłogów i nieużytków wymagają także grunty w dolinach rzek [Woźniak L., Woźniak M., 1998]. Szczególną uwagę należy zwrócić na właściwe użytkowanie gleb na terenach nadrzecznych narażonych na zalanie, czego przykładem była powódź w 1997 roku [Greinert, Greinert, 1998; Szerszeń i in., 1998]. Aktualnie na terenach odłogowanych prowadzone są liczne prace badawcze dotyczące zmian ich właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych, a w następstwie najkorzystniejsze zagospodarowanie ich pod względem przyrodniczym i ekonomicznym dla celów rolniczych i pozarolniczych [Malicki, Podstawka-Chmielewska 1998; Strączyńska, Rola, 1998]. Celem niniejszej pracy było określenie zmian właściwości chemicznych i fizykochemicznych gleb o różnym czasie odłogowania w porównaniu z glebami uprawnymi na obszarze dorzecza środkowej Odry.

2. OBIEKTY BADAŃ I METODYKA

Badania przeprowadzono na terenie województwa dolnośląskiego. Obiekty badań zlokalizowano w miejscowości Prochowice, Kawice, Wilczków i Komorniki. Do badań pobrano próbki glebowe z pól odłogowanych, na których wykonano odkrywki glebowe oraz z obok leżących pól uprawnych, z których próbki glebowe pobrano z poziomów powierzchniowych 0-10 i 15-25 cm. W pobranym materiale glebowym oznaczono: skład granulometryczny metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Casagrandea i Prószyńskiego, pH w H₂O i 1 M KCl metodą potencjometryczną, węgiel organiczny metodą Tiurina, azot ogólny na aparacie CS-MAT 5500, kwasowość hydrolityczną i suma kationów wymiennych metodą Kappena, kationy zasadowe metodą Pallmana, fosfor i potas metodą Egnera-Riehma, magnez metodą Schachtschabela.

3. WYNIKI

Obszar województwa dolnośląskiego charakteryzuje się zróżnicowaną pokrywą glebową [Szerszeń i in., 1995]. Na podstawie przeprowadzonych badań gleby odłogowane zaliczono do: mady rzecznej (Prochowice), gleby rdzawej (Kawice), gleby gruntowo-glejowej (Wilczków) i gleby płowej (Komorniki). Na polach odłogowanych, jak i uprawnych w danym punkcie badawczym występował podobny skład granulometryczny. W powierzchniowych poziomach badanych gleby występują utwory gliniaste wykazujące skład granulometryczny glin średnich i ciężkich oraz utwory

piaszczyste o składzie piasku gliniastego lekkiego i piasku gliniastego mocnego pylastego (tab. 1).

TABELA 1

Skład granulometryczny badanych gleb

| Miejscowość i typ gleby | Kategoria użytkowania gleby | Głębokość pobrania próbki (cm) | Zawartość frakcji w % | | | | Grupa granulometryczna wg PTG |
|---|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------|-------------|-----------|-------------------------------|
| | | | > 1,0 mm | 1-0,1 mm | 0,1-0,02 mm | < 0,02 mm | |
| Prochowice mada rzeczna River alluvial soils | pole uprawne | 0-10 | 0 | 14 | 32 | 54 | gcp |
| | | 15-25 | 0 | 14 | 31 | 55 | gcp |
| | odłóg 5 lat | 0-10 | 0 | 13 | 34 | 53 | gcp |
| | | 15-25 | 0 | 16 | 30 | 54 | gcp |
| | | 30-40 | 0 | 17 | 36 | 47 | gśp |
| | | 60-70 | 0 | 20 | 35 | 45 | gśp |
| | | 100-110 | 0 | 23 | 33 | 44 | gśp |
| 120-130 | 0 | 75 | 13 | 12 | pgl | | |
| Kawice gleba rdzawa Rusty soils | pole uprawne | 0-10 | 24 | 71 | 18 | 11 | pgl |
| | | 15-25 | 17 | 72 | 15 | 13 | pgl |
| | odłóg 8 lat | 0-10 | 16 | 71 | 18 | 11 | pgl |
| | | 15-25 | 17 | 73 | 16 | 11 | pgl |
| | | 40-50 | 35 | 82 | 12 | 6 | ps |
| 80-90 | 31 | 9 | 15 | 76 | gc | | |
| Wilczków gleba gruntowo- glejowa Gley soils | pole uprawne | 0-10 | 2 | 50 | 31 | 19 | pgmp |
| | | 15-25 | 2 | 48 | 32 | 20 | pgmp |
| | odłóg 7 lat | 0-10 | 1 | 50 | 30 | 20 | pgmp |
| | | 15-25 | 1 | 53 | 27 | 20 | pgmp |
| | | 32-46 | 2 | 44 | 33 | 18 | pgmp |
| | | 50-60 | 4 | 47 | 31 | 22 | glp |
| | | 85-95 | 9 | 98 | 1 | 1 | pl |
| 115-125 | 2 | 16 | 27 | 57 | gcp | | |
| Komorniki gleba płowa Soils lessive s | pole uprawne | 0-10 | 4 | 37 | 36 | 27 | glp |
| | | 15-25 | 3 | 37 | 39 | 24 | glp |
| | odłóg 6 lat | 0-10 | 2 | 36 | 37 | 27 | glp |
| | | 15-25 | 2 | 36 | 39 | 25 | glp |
| | | 35-45 | 2 | 28 | 43 | 29 | ptz |
| | | 50-60 | 2 | 13 | 41 | 46 | pti |
| 80-90 | 2 | 47 | 19 | 34 | gl | | |

Właściwości chemiczne analizowanych gleb, wskazują, że odczyn gleb kształtuje się od obojętnego do silnie kwaśnego. Wartości pH badanych gleb wahają się od 4,92 do 7,56 w H₂O i od 3,83 do 6,74 w KCl. Odczyn gleb odłogowanych w porównaniu z glebami użytkowanymi rolniczo w poziomach powierzchniowych był podobny lub zmieniał się nieznacznie na bardziej kwaśny (tab.2).

Zawartość węgla organicznego w badanych glebach jest zróżnicowana. Na polach uprawnych kształtuje się ona od 0,65 do 1,48 %, natomiast na polach odłogowanych w poziomach powierzchniowych wynosi od 0,46 do 1,76 % (tab. 2). Porównując obie kategorie użytkowania gleb obserwuje się wzrost ilości węgla organicznego na polach wyłączonych z produkcji rolniczej przez różny okres czasu. Podobne wyniki badań przedstawiono w pracy [Strączyńska, Rola, 1998].

Ilość azotu ogólnego określona w poziomach powierzchniowych badanych gleb była podobna. Na polach uprawnych wynosiła ona od 0,07 do 0,17 % i odpowiednio na odłogach od 0,06 do 0,20 %. Największą zawartość azotu ogólnego odnotowano na polu odłogowanym w Prochowicach. Stosunek C/N w poziomach próchnicznych na polach uprawnych i odłogach kształtuje się od 6,50 do 11,70 %, osiągając najwyższe wartości na polach odłogowanych, co świadczy o dobrze rozłożonej materii organicznej tych gleb (tab. 2).

Badane gleby charakteryzują się zróżnicowaną zawartością przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu. Przy ocenie stopnia zawartości poszczególnych

Wartości kwasowości hydrolitycznej w poziomach powierzchniowych na polach uprawnych wynoszą od 1,20 do 3,75 mmol(+)/100g gleby, a na odłogach od 1,15 do 4,43 mmol(+)/100g gleby. Analizując profilowe zróżnicowanie stwierdzono spadek kwasowości hydrolitycznej wraz z głębokością i wzrost w poziomie skały macierzystej, co związane jest z odczynem i składem granulometrycznym badanych gleb. Oznaczona suma kationów zasadowych w poziomach powierzchniowych na polach uprawnych osiąga wartości od 3,80 do 20,64 mmol(+)/100g gleby, natomiast na odłogach od 2,97 do 17,01 mmol(+)/100g gleby. W kompleksie sorpcyjnym dominującym kationem jest wapń, drugim, co do ilości jest magnez, a kolejno sód i potas w zależności od profilu (tab. 3).

Całkowita pojemność sorpcyjna, na którą składają się wartości kwasowości hydrolitycznej i sumy kationów zasadowych przyjmuje ilości na polach uprawnych od 7,55 do 21,94 mmol(+)/100g gleby i na odłogach od 3,40 do 24,60 mmol(+)/100g gleby. Natomiast stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym badanych gleb osiąga wartości od 40,16 do 94,28 % (tab. 3).

TABELA 3

Właściwości sorpcyjne badanych gleb

| Miejscowość | Kategoria użytkowania gleby | Głębokość pobrania próbki (cm) | Kwasowość hydrolityczna Hh | Ca % | K % | Na % | Mg % | Suma kationów S | Pojemność sorpcyjna T | Stopień wysycenia kompleksu V % |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| Prochowice | pole uprawne | 0-10 | 1,20 | 17,00 | 0,45 | 0,61 | 1,71 | 19,77 | 20,97 | 94,28 |
| | | 15-25 | 1,30 | 18,00 | 0,43 | 0,56 | 1,65 | 20,64 | 21,94 | 94,07 |
| | odłóg 5 lat | 0-10 | 4,20 | 13,00 | 0,49 | 0,63 | 1,71 | 15,83 | 20,03 | 79,03 |
| | | 15-25 | 4,00 | 14,00 | 0,39 | 0,68 | 1,94 | 17,01 | 21,01 | 80,96 |
| | | 30-40 | 2,30 | 13,00 | 0,23 | 0,59 | 1,28 | 15,10 | 17,40 | 86,78 |
| | | 60-70 | 2,20 | 11,00 | 0,17 | 0,57 | 2,73 | 14,47 | 16,67 | 86,80 |
| 109-110 | 4,50 | 15,00 | 0,22 | 0,64 | 4,24 | 20,10 | 24,60 | 81,71 | | |
| 120-130 | 1,13 | 6,00 | 0,18 | 0,45 | 1,63 | 8,26 | 9,39 | 88,01 | | |
| Kawice | pole uprawne | 0-10 | 3,75 | 2,70 | 0,23 | 0,43 | 0,44 | 3,80 | 7,55 | 50,33 |
| | | 15-25 | 3,68 | 2,80 | 0,28 | 0,41 | 0,45 | 3,94 | 7,62 | 51,74 |
| | odłóg 8 lat | 0-10 | 4,43 | 2,00 | 0,30 | 0,38 | 0,55 | 3,23 | 7,66 | 42,19 |
| | | 15-25 | 4,43 | 1,80 | 0,19 | 0,45 | 0,53 | 2,97 | 7,40 | 40,16 |
| | | 40-50 | 2,40 | 1,30 | 0,10 | 0,42 | 0,35 | 2,17 | 4,57 | 47,48 |
| 80-90 | 3,40 | 7,50 | 0,58 | 0,52 | 3,03 | 11,63 | 15,03 | 77,38 | | |
| Wilczków | pole uprawne | 0-10 | 3,23 | 3,50 | 0,48 | 0,21 | 0,55 | 4,74 | 7,97 | 59,51 |
| | | 15-25 | 3,15 | 3,30 | 0,54 | 0,26 | 0,62 | 4,72 | 7,87 | 59,97 |
| | odłóg 7 lat | 0-10 | 3,83 | 2,70 | 0,62 | 0,23 | 0,65 | 4,20 | 8,03 | 52,34 |
| | | 15-25 | 3,75 | 3,00 | 0,50 | 0,26 | 0,54 | 4,30 | 8,05 | 53,42 |
| | | 32-46 | 1,80 | 3,30 | 0,28 | 0,30 | 0,38 | 4,26 | 6,06 | 70,30 |
| | | 50-60 | 0,53 | 3,20 | 0,18 | 0,33 | 0,42 | 4,13 | 4,66 | 88,72 |
| 85-95 | 0,23 | 2,30 | 0,10 | 0,38 | 0,39 | 3,17 | 3,40 | 93,37 | | |
| 115-125 | 1,00 | 13,00 | 0,38 | 0,54 | 2,40 | 16,32 | 17,32 | 94,23 | | |
| Komorniki | pole uprawne | 0-10 | 1,49 | 5,80 | 0,41 | 0,54 | 1,17 | 7,92 | 9,41 | 84,19 |
| | | 15-25 | 1,40 | 6,00 | 0,44 | 0,49 | 1,18 | 8,11 | 9,51 | 85,28 |
| | odłóg 6 lat | 0-10 | 1,49 | 6,30 | 0,44 | 0,31 | 1,29 | 8,34 | 9,83 | 84,86 |
| | | 15-25 | 1,15 | 6,50 | 0,38 | 0,35 | 1,37 | 8,60 | 9,75 | 88,21 |
| | | 35-45 | 0,70 | 4,50 | 0,15 | 0,40 | 0,68 | 5,73 | 6,43 | 89,11 |
| | | 50-60 | 1,50 | 15,00 | 0,42 | 0,42 | 2,43 | 18,27 | 19,77 | 92,41 |
| 80-90 | 2,10 | 12,00 | 0,28 | 0,45 | 3,49 | 16,22 | 18,32 | 88,54 | | |

4. WNIOSKI

1. W poziomach powierzchniowych badanych gleb zaobserwowano tendencję spadku wartości pH i wzrostu wartości kwasowości hydrolitycznej na glebach odłogowanych w porównaniu z glebami uprawnymi.
2. Zróżnicowana zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu na polach uprawnych najprawdopodobniej związana jest z zastosowanym nawożeniem.
3. Gleby odłogowane charakteryzują się na ogół wyższą zawartością węgla organicznego niż gleby uprawne.

5. LITERATURA

- [1] DZIENIA S.: *Zasady gospodarowania na terenach czasowo wyłączonych z produkcji rolnej*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, tom 5/98, 13-24. (1998)
- [2] GREINERT A., Greinert H.: *Rolnicze zagospodarowanie dolin rzecznych w województwie zielonogórskim w świetle skutków powodzi 1997 roku*. Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry. Sytuacja po powodzi 1997 roku, 235-241. Zielona Góra (1998)
- [3] MALICKI L., Podstawka-Chmielewska E.: *Zmiany fitocenozy i niektórych właściwości gleb zachodzące podczas odłogowania oraz będące efektem zagospodarowania wieloletniego odłogu*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, tom 5/98, 97-114. (1998)
- [4] STRĄCZYŃSKA S., Rola H.: *Wpływ różnych sposobów zagospodarowania odłogu na fizykochemiczne właściwości gleb*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, tom 5/98, 181-187. (1998)
- [5] SZERSZEŃ L., Borkowski J., Bogda A., Chodak T., Karczewska A.: *Stan środowiska glebowego Dolnego Śląska*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z.418, 61-74. (1995)
- [6] SZERSZEŃ L., Chodak T., Karczewska A., Kaszubkiewicz J., Bogacz A., Kabala C.: *Stan środowiska Dolnego Śląska po powodzi w 1997 roku*. Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry. Sytuacja po powodzi 1997 roku, 249-261. Zielona Góra (1998)
- [7] *Systematyka Gleb Polski*. Roczn. Gleb. T XL, Nr 3/4. (1989)
- [8] WOŹNIAK L., Woźniak M.: *Możliwości i zasady zagospodarowania doliny Sanu i doliny Strugu pod kątem wykorzystania odłogów i nieużytków oraz ograniczenia negatywnych skutków zalewów powodziowych*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, tom 5/98, 73-80. (1998)

Marek MACIANTOWICZ

OCHRONA PRZYRODY W LASACH ZIELONOGÓRSKICH

PROTECTION OF NATURE IN FORESTS OF ZIELONA GÓRA REGION

Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych, Zielona Góra
State Forests Regional Headquarters in Zielona Góra

Streszczenie

Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Zielonej Górze zarządza lasami o powierzchni 451 375 ha. Najciekawsze przyrodniczo tereny związane są z ostatnim zlodowaceniem. Są to rynny lodowcowe, liczne obszary zatorfione i doliny rzeczne. Główną osią układu hydrologicznego jest rzeka Odra, która stanowi korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym. Najcenniejsze obiekty przyrodnicze objęto różnymi formami ochrony (tabela w tekście). Dla ochrony gniazd zagrożonych ptaków utworzono 53 strefy ochronne. Na uwagę zasługują atlantyckie gatunki roślin na skraju zasięgu, mające tutaj wschodnią granicę występowania. Jest to walor o znaczeniu ogólnokrajowym. Występują też rośliny górskie i podgórskie. Znajdują się tu drzewa uznane za najstarsze i najgrubsze w Polsce: najstarszy dąb szypułkowy – CHROBRY (743 lata), najgrubszy dąb szypułkowy - NAPOLEON (obwód 1043 cm) i najgrubsza sosna pospolita - WALIGÓRA (obwód 620 cm). W celu zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko podczas prowadzenia prac leśnych, podjęto decyzję o zastosowaniu olejów biodegradacyjnych do smarowania pił łańcuchowych, istnieje również zakaz stosowania ognia w czasie prac leśnych i obowiązek rozdrabniania gałęzi pozostających na zrębach. Stosowanie na coraz większej powierzchni, rębni częściowych wpływa pozytywnie na gatunkowe, wiekowe i przestrzenne zróżnicowanie drzewostanów. W związku z tym tworzą się nowe nisze ekologiczne, a w konsekwencji wzrasta bioróżnorodność. Leśnicy chętnie angażują się w przedsięwzięcia związane z aktywną ochroną zagrożonych gatunków i ich biotopów. Działanie takie prowadzone są we współpracy z organizacjami ekologicznymi i środowiskiem naukowym. We współczesnej ochronie przyrody kierunkiem najbardziej efektywnym jest ochrona siedlisk. W celu zachowania najbardziej zagrożonych biotopów wodno-blotnych realizowany jest

program aktywnej ochrony mokradeł. Dąży się do zwiększenia retencji w lasach. Realizowane są programy aktywnej ochrony gatunków, na przykład węży, żółwia błotnego, głuszca i cietrzewia oraz rzadkich i zagrożonych roślin naczyniowych. W Wydziale Ochrony Lasu RDLP tworzona jest baza danych z pełną informacją o przyrodzie tego terenu. Sporządzane są Programy ochrony przyrody dla nadleśnictw, które opisują całościowo stan środowiska i określają w sposób planowy zasady ochrony przyrody na ich terenie.

Summary

Regional Directorate of States Forests (RDLP) in Zielona Góra manages forests with area of 451,375 ha. Naturalistically most interesting terrains are related with last glaciation. They are glacial gullies, numerous peat-areas and river valleys. The main axis of the hydrologic system is the Odra river. It is ecological corridor with international importance. Most valuable natural objects are protected in various ways (see the Table). For protection of nestles of imperilled birds were formed 53 protective zones. Atlantic species of plants, at the Eastern limit of their appearance are worthy to notice. It is the value with nation-wide importance. There are trees considered as oldest and thickest in Poland: the oldest English oak "CHROBRY" (743 years old), the thickest English oak "NAPOLEON" (1043 cm), the thickest pine tree "WALIGÓRA" (602 cm).

In order to reduce negative impact on environment while conducting various works in forests it was decided to use for lubrication of chain saws biodegradable oils. It is forbidden to use fire during works in forests. Workers are obliged to break up branches left on felling sites. At more and more areas is used partial felling what positively influences specific, age and spatial differentiation of forest stands. Woodsmen heartily commit into enterprises related to active protection of imperilled species and their biotopes. They co-operate with ecological organisations and scientific institutions. In modern protection of nature most effective direction is protection of habitats. Now, in order to maintenance most imperilled water-mud biotopes, is implemented programme of active swamps protection. There are made efforts in order to increase retention in forests. There are implemented programmes of active protection of species, for example of mud turtles, capercaillies and black grouses, and rare and imperilled vascular plants. In Forest Protection Department of RDLP is prepared the data base with full information regarding nature of this region. There are prepared also programmes of protection for forest inspectorates with complete description of environment state and define in planned way principles of natural protection at their terrain.

1. WSTĘP

Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Zielonej Górze zarządza lasami o powierzchni 451 375 ha. Tereny RDLP Zielona Góra są położone na obszarze trzech województw – lubuskiego, wielkopolskiego i fragmentarycznie dolnośląskiego. Cały obszar RDLP Zielona Góra należy do obszarów nizinnych. Konfiguracja terenu jest zmienna, od równinnej, poprzez falistą, pagórkowatą aż do wzgórzowej. Wysokości zawierają się w przedziale od 24,2 m n.p.m. – poziom Odry w okolicach Uradu, do 226,9 m n.p.m. – Góra Żarska na południu i 225,4 m n.p.m. - szczyt Bukowiec na północy.

Omawiany obszar został ukształtowany w czasie dwóch ostatnich zlodowaceń:

- część południową obejmuje Zlodowacenie Środkowopolskie w stadiale Warty,
- część północną obejmuje Zlodowacenie Północnopolskie w stadiale głównym, fazie leszczyńskiej.

Utwory geologiczne występujące na tym terenie pochodzą głównie z okresu Czwartorzędu. Większość z nich związana jest z Plejstoceniem - m. in.: piaski zwałowe, sandrowe plejstocenijskie piaski rzeczne. Znaczną powierzchnię zajmują utwory Holocenu związane z torfami, murszami, piaskami rzeczno-holocenijskimi a także polami piasków eolicznych przykrywających starsze utwory oraz akumulujących się w wydmach. W wielu miejscach występują utwory Trzeciorzędu. Utwory tego okresu to głównie ropy pliocenijskie, ale występują również piaski trzeciorzędowe, gliny trzeciorzędowe oraz lokalne pokłady węgla brunatnego.

Najciekawsze przyrodniczo są różne utwory geomorfologiczne związane z ostatnim zlodowaceniem: rynny lodowcowe, wcięte często dość głęboko w utwory trzeciorzędowe, liczne tereny zatorfione oraz obszary związane z dolinami rzecznoimi. Wskazują one na dużą świeżość morfologiczną tego terenu.

Formy holocenijskie organogeniczne i mineralne rozrzucone są na całym terenie wzdłuż cieków wodnych oraz jako powierzchniowe przekształcenia starszych form geologicznych.

Formy pochodzenia eolicznego związane są głównie z obszarami dolin rzecznych. Przekształceniu temu poddane zostały prawie wszystkie wcześniejsze utwory geologiczno-glebowe.

Główną osią układu hydrologicznego jest rzeka Odra, która stanowi również ważne medium migracji gatunków południowych na północ. Według koncepcji ECONET Polska, rzeka Odra stanowi korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym.

Na terenach leśnych znajduje się wiele obiektów (drzewostanów, pojedynczych drzew, wód, bagien, głazów) o wyjątkowo dużej wartości przyrodniczej, kulturowej i historycznej.

Objęto je różnymi formami ochrony w zależności od rangi obiektu. Tradycje ochroniarskie na tym terenie sięgają początku XX wieku, kiedy zaczęły powstawać niemieckie rezerwaty i pomniki przyrody. Po wojnie duża część rezerwatów przedwojennych została ponownie objęta ochroną. Poza tym utworzono szereg nowych obiektów tego typu. W roku 2000 utworzono dwa nowe rezerwaty: „Radowice” i „Dolina Ilanki”. Obecnie na terenie RDLP Zielona Góra znajduje się 26 rezerwatów przyrody. Powierzchnia ogólna wszystkich rezerwatów wynosi 1 127,86 ha.

Największym rezerwatem jest „Dolina Ilanki” 239,23 ha, z czego na terenie LP znajduje się 189,72 ha.

TABELA 1

Formy ochrony przyrody w RDLP Zielona Góra stan na 31.12 2000 r.

| REZERWATY | Liczba | Pow. | Leśne | | Pozostałe | |
|-----------|--------|----------|--------|--------|-----------|--------|
| | ogółem | | Liczba | Pow. | Liczba | Pow. |
| | (szt.) | (ha) | (szt.) | (ha) | (szt.) | (ha) |
| | 26 | 1 127,86 | 16 | 700,75 | 10 | 427,11 |

| PARKI KRAJOBRAZOWE | Liczba | Pow. |
|--------------------|--------|--------|
| | (szt.) | (ha) |
| | 3 | 12 532 |

| OBSZARY CHRONIONEGO KRAJOBRAZU | Liczba | Pow. |
|--------------------------------|--------|---------|
| | (szt.) | (ha) |
| | 1 | 195 440 |

| STREFY OCHRONNE | Liczba |
|-----------------|-----------|
| | (szt.) |
| orzeł bielik | 29 |
| bocian czarny | 15 |
| kania rdzawa | 7 |
| kania czarna | 2 |
| Razem | 53 |

| POMNIKI PRZYRODY | Przyrody nieożywionej | Pojedyncze drzewa | Grupy drzew | Powierzchniowe pomniki przyrody |
|------------------|-----------------------|-------------------|-------------|---------------------------------|
| | (szt.) | (szt.) | (szt.) | (szt.) |
| | 5 | 227 | 42 | 21 |

| UŻYTKI EKOLOGICZNE | Liczba | Pow. |
|--------------------|--------|---------|
| | (szt.) | (ha) |
| | 174 | 1261,88 |

2. ŚWIAT ROŚLINNY

Na uwagę zasługują gatunki atlantyckie mające tutaj wschodnią granicę zasięgu oraz gatunki górskie i podgórskie. Wiele z nich znajduje się w Polskiej czerwonej księdze roślin, jak na przykład gatunki związane z ekosystemami wodno-błotnymi: ponikło wielolodygowe (*Eleocharis multicaulis*), przygielka brunatna (*Rhynchospora fusca*), brzeżyca jednokwiatowa (*Littorella uniflora*), nadbrzeżyca nadrzeczna (*Corrigiola litoralis*) czy paproć wodna - gałuszka kulecznica (*Pilularia globulifera*).

Występowanie, wymienionych powyżej, roślin atlantyckich na skraju zasięgu jest walorem o znaczeniu ogólnokrajowym. Na terenie tutejszych lasów występują również ciekawe chronione paprocie: długosz królewski (*Osmunda regalis*), pióropusznik strusi (*Matteucia struthiopteris*) i podrzeń żebrowiec (*Blechnum spicant*). Spośród innych

roślin chronionych na uwagę zasługują: wrzosiec bagienny (*Erica tetralix*), śnieżyca wiosenna (*Leucoium vernum*), wawrzynek wilczęłyko (*Daphne mezereum*), wiciokrzew pomorski (*Lonicera periclymenum*), arnika górską (*Arnica montana*), lilia złotogłów (*Lilium martagon*), 6 gatunków widłaków (*Lycopodiaceae*) - w tym rzadki widłaczek torfowy (*Lycopodiella innudata*), liczne gatunki storczyków (*Orchidaceae*), dziewięciśł bezłodygowy (*Carlina acaulis*) oraz bogate stanowiska cisa (*Taxus baccata*).

W wyniku zamiłowania leśników niemieckich do wprowadzania gatunków obcych, do dnia dzisiejszego można spotkać w zielonogórskich lasach tzw. egzoty cenne. Do najciekawszych gatunków należą: tulipanowiec amerykański (*Liriodendron tulipifera*), sosna kłująca (*Pinus pungens*), kasztan jadalny (*Castanea sativa*).

Rekordy dendrologiczne Polski

Na terenie RDLP Zielona Góra znajduje się wiele drzew uznanych za najstarsze i najgrubsze egzemplarze w Polsce. Najważniejsze z nich to:

- Dąb szypułkowy CHROBRY - najstarszy obecnie dąb w Polsce, jego wiek został określony na 743 lata.
- Dąb szypułkowy NAPOLEON - najgrubszy dąb w Polsce, jego obwód na wysokości 1,3 metra wynosi 1043 cm. Przed wojną dąb ten nosił imię znanego botanika niemieckiego, badacza przyrody Śląska - Teodora Schube.
- Najgrubsza sosna pospolita WALIGÓRA o 8 konarach. Jej obwód na wysokości 1,3 metra wynosi 620 cm.

3. ŚWIAT ZWIERZĘCY

Na terenie RDLP Zielona Góra występuje wiele chronionych i ciekawych gatunków zwierząt. Wiele z nich znajduje się w Polskiej czerwonej księdze zwierząt. Są to między innymi: popielica (*Glis glis*), bielik (*Haliaeetus albicilla*), rybołów (*Pandion haliaetus*), orlik krzykliwy (*Aquila pomarina*), żółw błotny (*Emys orbicularis*), gniewosz plamisty (*Coronella austriaca*), jelonek rogacz (*Lucanus cervus*), kozioróg dębosz (*Cerambyx cerdo*).

Dla ochrony gniazd orła bielika (*Haliaeetus albicilla*), bociana czarnego (*Ciconia nigra*), kani rdzawej (*Milvus milvus*) i kani czarnej (*Milvus migrans*) Wojewoda wyznaczył strefy ochronne, które zapewniają ptakom spokój w okresie lęgowym i w czasie wychowywania piskląt. Na terenie RDLP obecnie znajdują się 53 takie strefy. W południowej części omawianego terenu znajdują się jedyne w województwie lubuskim stanowiska ginących już kuraków: cietrzewia (*Tetrao tetrix*) i głuszca (*Tetrao tetrix*).

W związku z powyższymi czynnikami tworzą się nowe nisze ekologiczne a w konsekwencji wzrasta bioróżnorodność.

RDLP Zielona Góra chętnie angażuje się w przedsięwzięcia związane z aktywną ochroną zagrożonych gatunków i ich biotopów. Działanie takie prowadzone są we współpracy z organizacjami ekologicznymi oraz przy udziale specjalistów z określonych dziedzin nauki.

W celu zachowania najbardziej zagrożonych biotopów jakimi są środowiska wodno-błotne Lasy Państwowe biorą udział w programie „Aktywna ochrona mokradeł Polski Zachodniej”. Poza tym, we własnym zakresie zostały podjęte działania mające na celu zwiększenie małej retencji na terenach leśnych. W terenie identyfikowane są dawne urządzenia piętrzące i niewielkim kosztem będą przywracane do użyteczności.

Równoległe z pracami zabezpieczającymi biotopy realizowane i planowane są programy aktywnej ochrony gatunków. Obecnie na terenie RDLP realizowane są programy:

- Aktywna ochrona węży na terenie Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Bory Lubuskie”,
- Aktywna ochrona żółwia błotnego na terenie Polski,
- Aktywna ochrona rzadkich i zagrożonych roślin naczyniowych na terenie RDLP Zielona Góra.

We współczesnej ochronie przyrody kierunkiem najbardziej efektywnym jest ochrona siedlisk. W Europie powstaje sieć obszarów chronionych Natura 2000, której podstawą jest ochrona siedlisk najbardziej zagrożonych gatunków roślin i zwierząt.

W celu podjęcia jakichkolwiek działań potrzebne jest dobre rozpoznanie przyrodnicze. W biurze RDLP tworzona jest baza danych, w której zamieszczane są wszystkie dane o całej przyrodzie tego terenu. Gromadzone są również dane o elementach kultury materialnej. Sporządzane są Programy ochrony przyrody dla nadleśnictw, które opisują całościowo stan przyrody na terenie danego nadleśnictwa i określają w sposób planowy zasady ochrony przyrody na tym terenie.



Adam MAŁECKI

NOWY PODZIAŁ HYDROGRAFICZNY ZLEWNI OBRZYCY

THE NEW HYDROGRAPHICAL DIVISION OF THE OBRZYCA RIVER CATCHMENT

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

Zagrożenia obszarów dorzeczy i działów wodnych wynikają z intensywnych, różnorodnych działań bytowo-gospodarczych ludności. Industrializacja środowiska, produkcja rolna, leśna oraz turystyka i przemysł opisywanego obszaru mają w tym swój udział. W artykule przedstawiono, na podstawie pomiarów cząstkowych, uaktualnione granice zlewni Obrzycy. Zmiany chemizmu wód rzeki Obrzycy wynikają ze zmian intensywności użytkowania jej zlewni cząstkowych. Wyodrębnione zlewnie cząstkowe służyć będą w dalszych badaniach do określenia rozmiaru zanieczyszczeń punktowych i obszarowych oraz lokalizacji ich źródeł a także określenia spójnych i wielokierunkowych działań na rzecz ochrony i kształtowania tego obszaru, zgodnie z założeniami ekorozwoju.

Summary

Threats of river-basin areas and watersheds result from intensive, various relative existence and economic activities of population. Architecture developing, farming and forest production, tourism and industry of area which is describe have in this one's own participation. In the article introduced on the ground of partial measurements, present-day border of Obrzyca river. Changes in chemical components of waters of this river this are results from changes of intensity of use her partial purchase centre of dairy produce. Singling out particle watershed in following research will be based to determine dimension of pollution on single point and all area and their location in individually sources, and also qualifications coherent and multidirectional activities on thing of protection and formations this area, according with eco-evolution foundations.

1. WSTĘP

Z badań i obserwacji wynika, że gospodarowanie wodą w naszych agrosystemach ulega szybkim zmianom, co wyraża się chwiejnością bilansu wodnego w okresie rocznym [Trybała 1996].

Analiza wykazuje, że obecnie ok. 30,7 % gleb w naszym województwie kwalifikuje się jako względnie optymalnie uwilgotnione, ok. 45,1% jako okresowo i trwale suche, natomiast ok. 7,6% jest okresowo za mokrych [IUNG 1987]. Powyższe zróżnicowanie, wraz z oceną przydatności i produktywności gleb w gospodarstwach rolnych powinno się przyjmować za podstawy decyzji racjonalnego gospodarowania tymi glebami [Somorowski 1993].

Warunki wodne zależą od rzeźby terenu, składu granulometrycznego gleby i budowy geologicznej podłoża. Dużą rolę odgrywają również zaburzenia geologiczne [Wróbel 1998].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań zlewni Obrzycy. Do najważniejszych zagadnień zlewni Obrzycy, należy racjonalna gospodarka wodna, ochrona wód powierzchniowych i podziemnych przed zanieczyszczeniami, gospodarka odpadami komunalnymi i przemysłowymi, a lokalnie ochrona przed zanieczyszczeniem powietrza i hałasem. Zlewnia Obrzycy jest przeznaczona do zaopatrywania ludności w wodę do picia. Jednak jej sposób zagospodarowania nie odpowiada wymaganiom rzek podlegającym szczególnej ochronie [Mańczak 74]. Z powyższego wynika, że efektywność rozwiązań ochronnych będzie zależała w znacznym stopniu od wielkości obszaru chronionego. Im obszar ten będzie mniejszy, tym skuteczniejsza będzie możliwość ochrony wód tej zlewni. Mając wydzielone zlewnie cząstkowe, możliwe będzie w dalszym etapie dokonać analizy wielkości ładunków zanieczyszczeń źródeł punktowych w zlewni. Celem głównym opracowania jest wyznaczenie graficzne przyrostu dorzecza Obrzycy.

2. METODYKA

Badania prowadzono w 1999 roku w Zakładzie Odnowy Środowiska przy Politechnice Zielonogórskiej. Podstawą planimetrowania powierzchni granic zlewni Obrzycy były mapy topograficzne (w skali 1:10000) i hydrograficzne w skali 1:25 000 oraz pomocniczo Atlas Hydrologiczny Polski i Podział Hydrograficzny Polski.

W kolejności wyznaczono granice zlewni cząstkowych oraz działły wodne. Dzięki czemu możliwe było określenie powierzchni zlewni w dowolnym profilu rzeczonym oraz wyznaczenie specyficznych ciągów ekologicznych. Poddano analizie specyfikę fizjograficzną, geologiczną oraz klimat. Następnie przystąpiono do pomiaru długości cieków i powierzchni poszczególnych części dorzecza. Mierzono długość rzeki głównej, zanotowano odległość od źródeł do ujścia każdego z dopływów i pomierzono powierzchnie zlewni cząstkowych oddzielnie (prawych i lewych) a także porównano uzyskane wyniki z publikowanymi przez Instytut Kształtowania Środowiska we Wrocławiu [Mańczak 74].

Końcowym i głównym etapem pracy było wyznaczenie graficzne przyrostu zlewni. Wyodrębnione zlewnie cząstkowe posłużą w dalszych badaniach do określenia rozmiaru zanieczyszczeń punktowych i obszarowych. Stają się one jednym z najistotniejszych

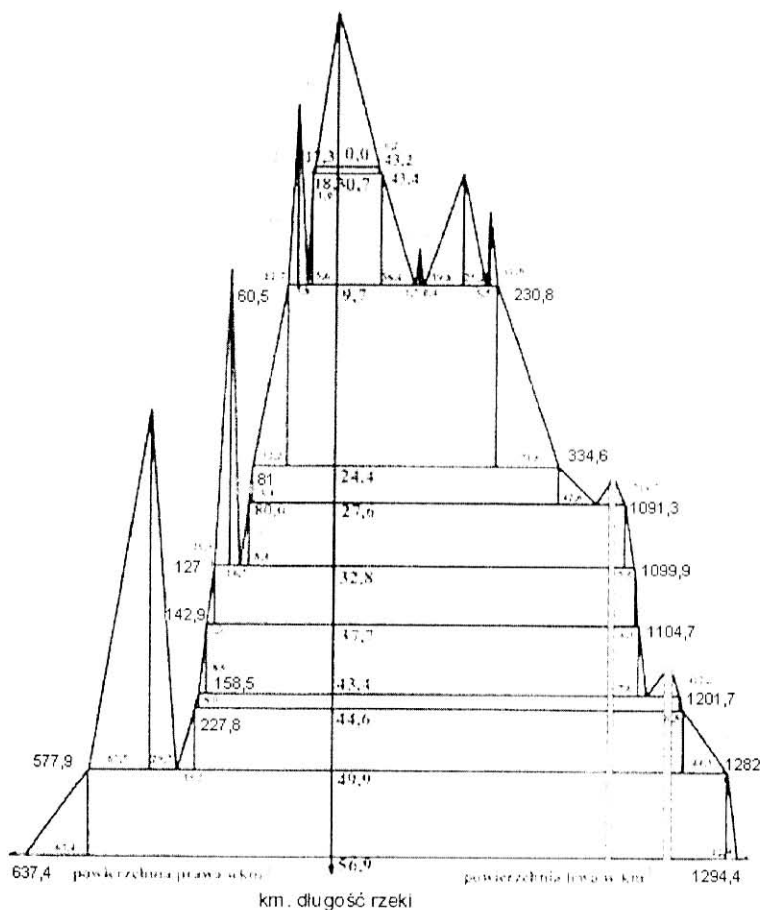
4. WYNIKI BADAŃ

Wyniki pomiarów zestawiono w tab. 1, na podstawie których sporządzono wykresy przyrostu dorzecza (rys. 2 – zlewni Obrzyce, rys. 3 – dorzecza Obrzańkiego Kanalu Południowego, rys. 4 – dorzecza Gnilej Obry, rys. 5 – dorzecza Jeziora Sławskiego).

TABELA 1

Pomierzone powierzchnie zlewni cząstkowych.

| Lp | NUMER ZLEWNI CZĄSTKOWEJ | POWIERZCH- NIA ZLEWNI CAŁKOWITA | POWIERZCH- NIA ZLEWNI | | RZĄD ZLEW- NI | Długość cieku | ZLEWNIA OBRZYCY L – lewo- stronna P – prawo- stronna |
|----|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------|---------------------|------------------|---|
| | | | lewa | prawa | | | |
| 1 | 1a | 42 | 36,4 | 5,6 | II | 3,0 | L |
| 2 | 1b ₁ | 60,5 | 43,2 | 17,3 | III | 41,0 | P |
| 3 | 1b ₂ | 1,2 | 0,2 | 1,0 | III | 6,8 | L |
| 4 | 1c | 16,5 | 5,5 | 11,0 | III | 3,3 | L |
| 5 | 1d ₁ | 65,0 | 39,8 | 25,2 | III | 12,2 | L |
| 6 | 1d ₂ | 2,1 | 1,7 | 0,4 | III | 0,7 | L |
| 7 | 1e | 20,5 | 12,7 | 7,8 | III | 7,2 | P |
| 8 | 2 | 103,8 | 71,6 | 32,2 | II | 40,2 | L |
| 9 | 3a | 46,0 | 3,4 | 42,6 | II | 14,6 | P |
| 10 | 4a | 15,9 | 8,4 | 7,5 | II | 14,6 | P |
| 11 | 4b | 37,0 | 16,7 | 20,3 | III | 27,2 | L |
| 12 | 5 | 8,6 | 7,3 | 1,3 | II | - | L |
| 13 | 6 | 15,6 | 8,0 | 7,6 | II | 37,6 | P |
| 14 | 7a | 69,3 | 38,8 | 30,5 | III | 28,6 | P |
| 15 | 7b | 80,5 | 48,6 | 31,9 | IV | 28,6 | P |
| 16 | 7c | 31,0 | 5,5 | 27,5 | III | - | P |
| 17 | 7d ₁ | 100,8 | 50,5 | 50,3 | III | 6,3 | P |
| 18 | 7d ₂ | 51,6 | 22,3 | 29,3 | IV | 20,1 | P |
| 19 | 7e | 60,7 | 28,6 | 32,1 | III | 3,4 | P |
| 20 | 7f | 18,3 | 3,0 | 15,3 | III | - | P |
| 21 | 8 | 4,8 | 4,3 | 0,5 | II | - | L |
| 22 | 9 | 59,5 | 44,3 | 15,2 | II | 9,7 | P |
| 23 | 10 | 97,2 | 67,5 | 29,7 | III | - | L |
| 24 | 11 | 80,3 | 67,4 | 12,9 | II | 4,4 | L |
| 25 | 3 | 719,7 | 694,4 | 25,3 | III i IV | 55,1 | P |

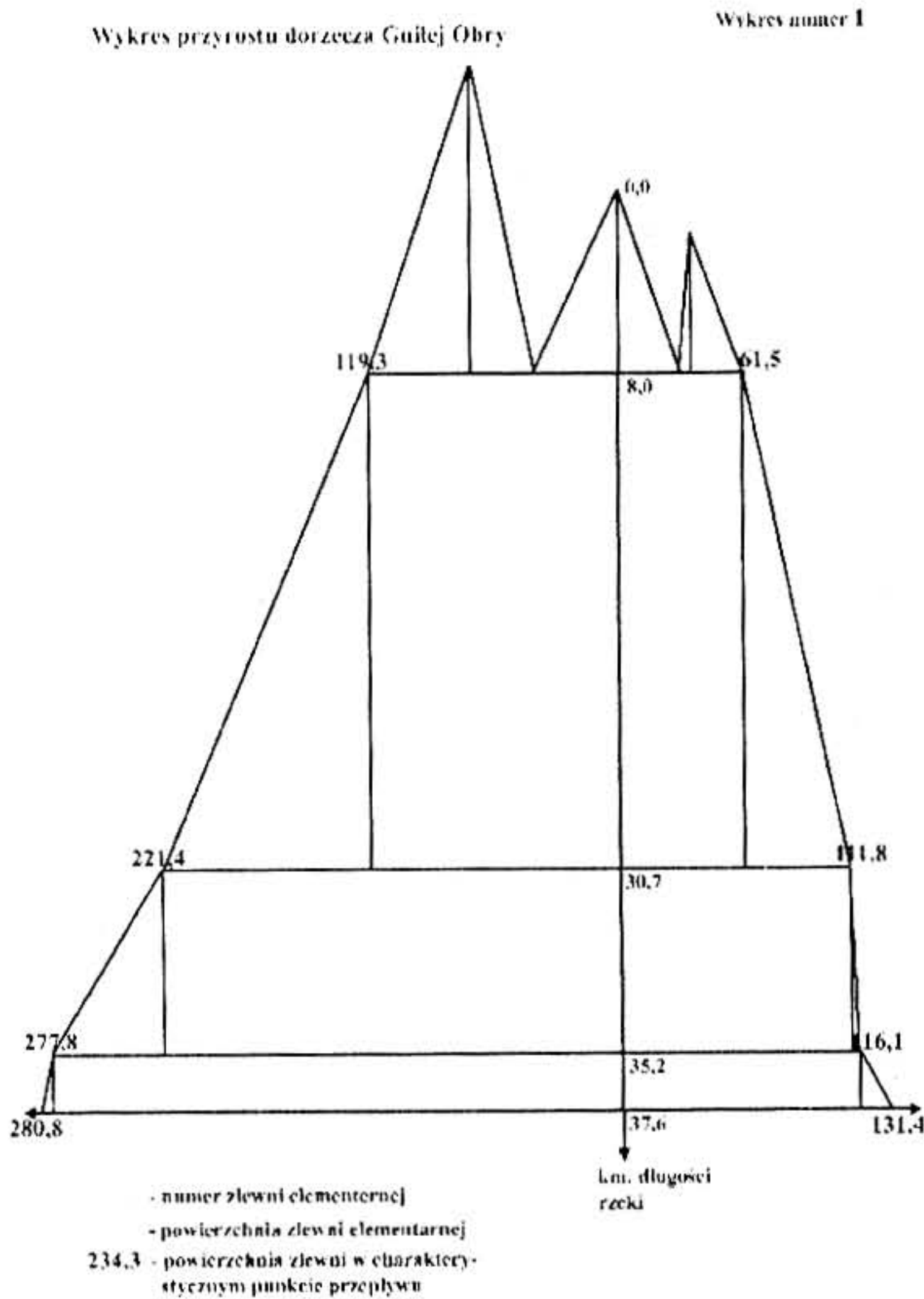


Rys. 2 Wykres przyrostu dorzecza rzeki Obrzyca

5. PODSUMOWANIE

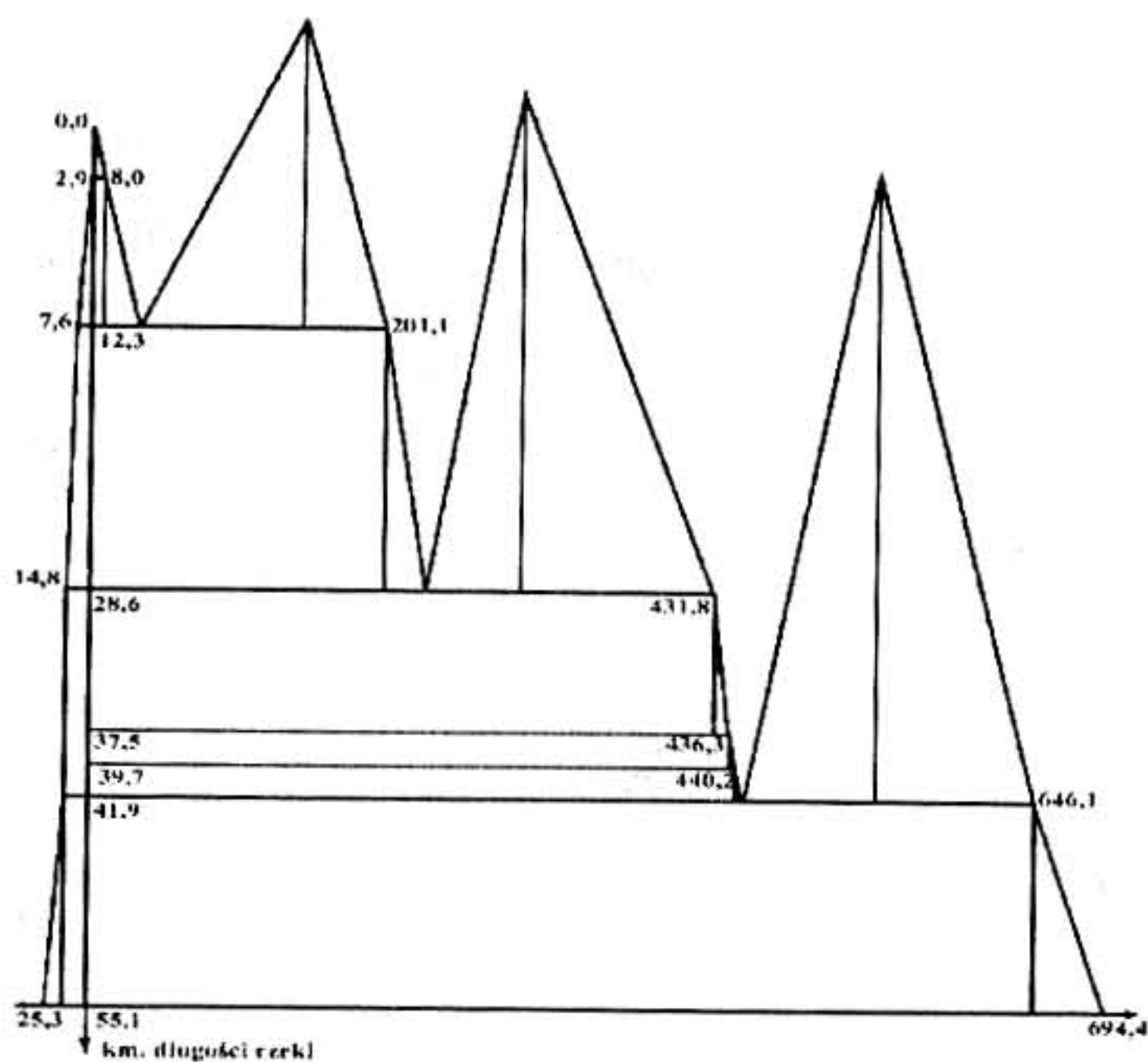
Na czoło wszystkich problemów z zakresu hydrosfery wybija się zdecydowanie zagadnienie zaopatrzenia ludności w odpowiednią ilość zdrowej wody do picia, ochrona licznych jezior przed zanieczyszczeniem i eutrofizacją, a zwłaszcza przed substancjami biogennymi pochodzącymi ze źródeł punktowych i ze źródeł przestrzennych, wywołanych głównie uprawą roli i zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego. Zlewnia Obrzyca stanowi ważny element krajobrazowy. Jest miejscem wypoczynku, sportów wodnych, a nawet lecznictwa. Nie wystarczające zasoby wód podziemnych zmuszają do ujmowania wód powierzchniowych. Jest to ściślej związane z ochroną tych wód przed zanieczyszczeniem. Zapotrzebowanie na wodę do picia wzrasta a stan czystości wód powierzchniowych ulega stałemu pogorszeniu. Zachodzi zatem pilna potrzeba ochrony

tych wód. Stopień uprzemysłowienia i urbanizacji zlewni Obrzycy pozwala utrzymać jakość wód na odpowiednim poziomie, chociaż doprowadza to do licznych kolizji i sprzeczności między gospodarką komunalną, rolnictwem i przemysłem. Z tego względu zachodzi konieczność regulowania jakości wód rzeki Obrzycy systemem symulacyjnego sterowania jakości wody [Mańczak 74]. System ten jest oparty na podstawowej zależności pomiędzy wielkością przepływu a wartością stężeń rozpatrywanych rodzajów zanieczyszczeń. Wymaga on różnych urządzeń służących do oczyszczania ścieków i ich gromadzenia, ze zbiorników wodnych, przepompowni, kanałów przerzutu, stacji sztucznego napowietrzania rzek oraz automatycznych stacji pomiaru jakości wody i sprawnego przekazywania informacji. Bardzo ważną rolę w tym systemie spełniają zbiorniki wodne zbudowane na rzekach, których efektywność zależy od jakości wody w zbiorniku i ich lokalizacji w stosunku do położenia źródeł zanieczyszczeń ; odcinka rzeki przeznaczonego do ochrony.



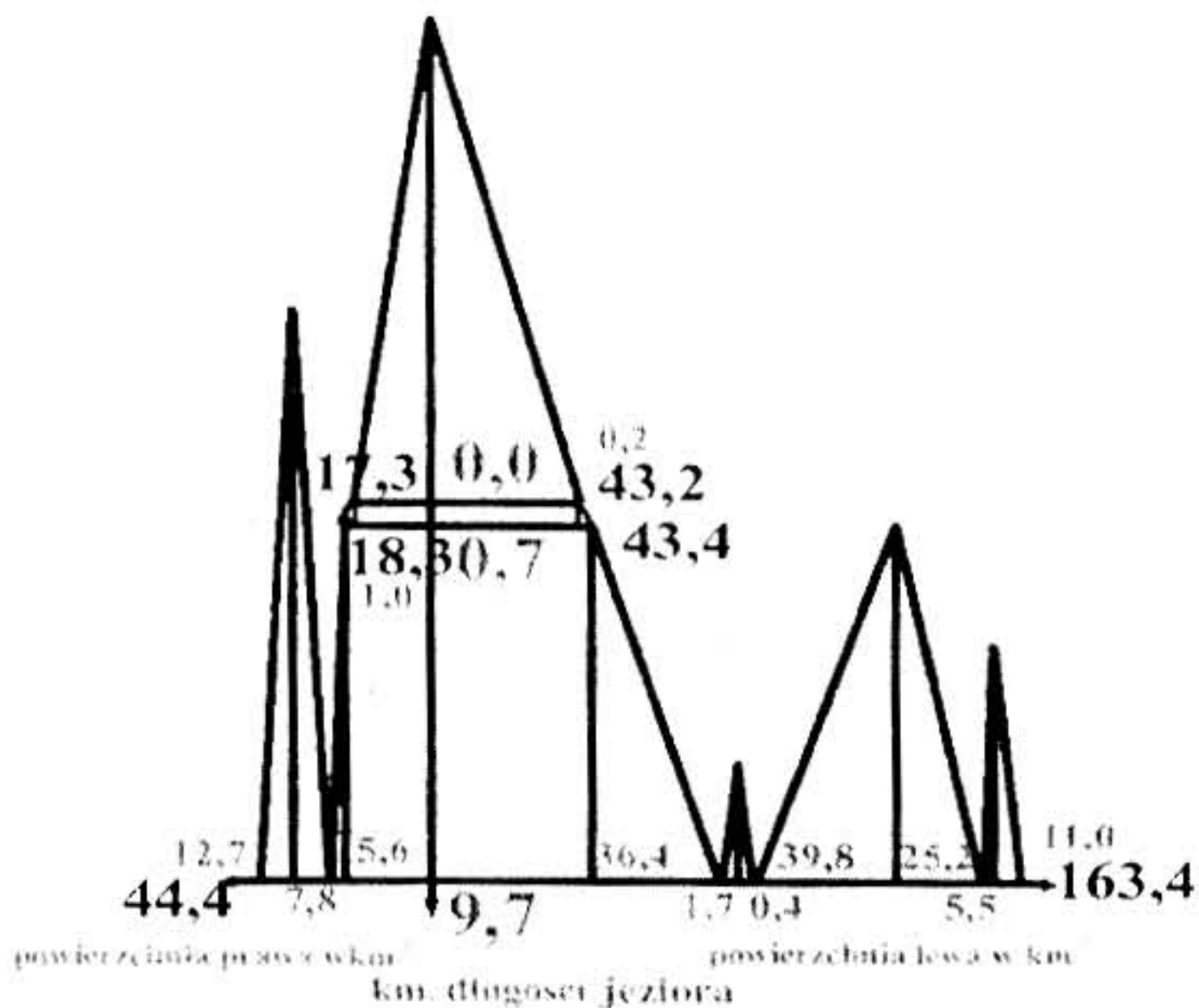
Rys. 3 Wykres przyrostu dorzecza Gniłej Obry

Wykres przyrostu dorzecza Obrzańskiego Kanalu Południowego Wykres numer 2



34,6 - powierzchnia zlewni w charakterystycznym punkcie przepływu
 - numer zlewni elementarnej
 - powierzchnie zlewni elementarnych

Rys. 4 Wykres dorzecza Obrzańskiego Kanalu Południowego.



- numer zlewni czaskowej
 30,7 - powierzchnia zlewni czaskowej
 235,6 - powierzchnia zlewni w charakterystycznym punkcie przepływu

Rys. 5 Wykres dorzecza jeziora Sławskiego

Wszyscy zainteresowani zgodni są co do potrzeb szerokiej ochrony tego środowiska, że jest ono wartością nadrzędną i winno być chronione w naszym własnym interesie i przyszłych pokoleń, choć trudno pogodzić dylematy współczesności. Z jednej strony szeroko pojętą industrializację, urbanizację a z drugiej konieczność ograniczenia wielu potrzeb i rozsądna ich standaryzacja. Stopień i sposób uwzględnienia tej tematyki zależy w dużej mierze od poziomu wiedzy, kształtowania nawyków i świadomości ekologiczno-sozologicznej. Powierzchnia całkowita zlewni Obrzycy (wg IKS) wynosi $F=1881 \text{ km}^2$, łącznie z Obrzańskim Kanałem Południowym. Pod względem hydrograficznym zlewnie cechuje gęsta sieć kanałów i rowów melioracyjnych wykonywanych na przestrzeni kilkuset lat. Należy tu jednak wspomnieć, że różne źródła podają rozbieżne dane dotyczące tej zlewni. Jest to wynikiem trudności jakie napotyka się przy ustaleniu granic, zwłaszcza Kanału Południowego Obrzy, czego autor również się nie ustrzegł. Dla przykładu, jest wręcz niemożliwe dokładne wyznaczenie granic wododziałowych kanału ze Zbąszynka. Występuje tu słabo wykształcony wododział. Wododział między tymi rzekami, przecięty jest szeregiem cieków i rowów melioracyjnych, które prowadzą wodę stale lub okresowo w przeciwnych kierunkach. Występują tutaj jedne z nielicznych w naszym kraju bifurkacje. Stąd różnice między danymi dotyczącymi wielkości zlewni Obrzycy, dochodzą nawet do 400 km^2 [WZMiUM-1993]. Poniżej przedstawiono wyniki badań własnych w porównaniu z najczęściej cytowanymi badaniami Instytutu Kształtowania Środowiska we Wrocławiu z roku 1974.

TABELA 2

Powierzchnie cząstkowe zlewni Obrzycy z częścią Kanału Południowego (do jazu na 14,2 km jego biegu przed ujściem do j. Rudno).

| Lp | km | Określenie zlewni | Powierzchnia zlewni [km^2] | | | | | |
|----|------|---|---------------------------------------|---------------|---------|-----------|---------------|---------|
| | | | Częściowa | | | Całkowita | | |
| | | | Wg IKS/74 | Własny pomiar | różnica | Wg IKS/74 | Własny pomiar | różnica |
| 1 | 46,8 | Obrzyca w przekroju J. Sławskiego | 215,0 | 207,8 | +7,2 | 215,0 | 207,8 | +7,2 |
| 2 | 40,2 | Obrzyca w przekroju Ciekąca | 232,0 | 223,4 | +8,6 | 232,0 | 223,4 | +8,6 |
| 3 | 40,2 | Ciekąca | 44,3 | 103,8 | -59,5 | 276,3 | 311,6 | -35,3 |
| 4 | 30,7 | Obrzyca w przekroju Kanału Południowego | 290,0 | 357,6 | -67,6 | 290,0 | 357,6 | -67,6 |
| 5 | 30,7 | Kanał Południowy | 65,4 | 46,0 | +19,4 | 355,4 | 403,6 | -48,2 |
| 6 | 27,2 | Obrzyca w przekroju Kanału Bojadarskiego | 414,2 | 419,5 | -5,3 | 414,2 | 419,5 | -5,3 |
| 7 | 27,2 | Kanał Bojadarski | 40,8 | 37,0 | +3,8 | 455,0 | 456,5 | -1,5 |
| 8 | 18,4 | Obrzyca w przekroju wodowskazu Kargowa | 493,0 | 465,1 | +27,9 | 493,0 | 465,1 | +27,9 |
| 9 | 12,8 | Obrzyca w przekroju Obrzy Leniwej | 526,0 | 480,7 | +45,3 | 526,0 | 480,7 | +45,3 |
| 10 | 12,8 | Obra Leniwa | 400,0 | 412,2 | -12,2 | 926,0 | 892,9 | +33,1 |
| 11 | 11,8 | Obrzyca w przekroju wodowskazu Smolno Wielkie | 931,1 | 892,9 | +38,2 | 931,1 | 892,9 | +38,2 |
| 12 | 6,4 | Obrzyca w przekroju Kanału Obrzycko | 973,3 | 957,4 | +15,9 | 973,3 | 957,4 | +15,9 |
| 13 | 6,4 | Kanał Obrzycko | 46,7 | 250,4 | -245,7 | 1020,0 | 1054,6 | -34,6 |
| 14 | 0,0 | Ujście Obrzycy | 1026,2 | 1212,8 | -186,6 | 1026,2 | 1212,8 | -186,6 |

Zlewnię charakteryzują małe spadki hydrauliczne i silnie rozgałęziona sieć hydrograficzna, która składa się przede wszystkim ze sztucznych lub rozbudowanych naturalnych kanałów melioracyjnych. Dopóki nie będziemy spostrzegać tego problemu na równi z problemami społeczno-gospodarczymi, zagrożenie środowiska będzie wzrastać. Zasadniczą przyczyną tego zjawiska jest dążenie człowieka do maksymalizacji technizacji życia, produkcji coraz większej ilości odpadów oraz uzależnienie produkcji żywności od liczby ludności i jednostkowego zagęszczenia. Ochrona zlewni Obrzycy na tle przedstawionych zagrożeń wydaje się być bezwzględnie konieczna. Podjęcie natychmiastowych działań może zapobiec degradacji miejsc jeszcze nie obciążonych nadmiarem zanieczyszczeń lub obciążonych nieznacznie, a więc i łatwych do przywrócenia przyrodzie i człowiekowi. Działania techniczne są jednostkowe, co również nie rozwiązuje problemu, a nawet go pogarsza. Następuje bowiem kumulacja nadmiernej ilości ścieków lub budowa oczyszczalni niedostosowanych do rodzaju ładunków zanieczyszczeń.

6. WNIOSKI

Wnioski stać się powinny zadaniami :

- należy gruntownie przebadać zlewnię, w tym gleb i ustalić wielkość i rodzaj zanieczyszczeń.
- wyznaczyć nowe granice stref ochronnych w zlewni.
- stworzyć mechanizmy służące poprawie stanu środowiska w zlewni a bilans związków biogennych powinien być podstawą koncepcji ochrony wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem i eutrofizacją.

Trudno w dobie gospodarki rynkowej świadomie rezygnować z postępu zwłaszcza technicznego. Jednak stosowane technologie muszą być środowisku przyjazne. Efektywność rozwiązań ochronnych zależy w znacznym stopniu od obszaru ochronnego. Im będzie on mniejszy tym lepiej będzie mógł być chroniony. Wydaje się, że najlepszym rozwiązaniem systemowym byłoby porozumienie komunalne gmin leżących w obrębie zlewni a w ramach niego:

- stworzyć odpowiedni system prawny obowiązujący wszystkich uczestników procesów przemian ekologicznych.
- podstawową normę prawną powinny stanowić miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego gmin.
- powołać fundacje na rzecz działań ochronnych zlewni Obrzycy, wyposażyć w odpowiednie instrumenty prawne
- opracowanie prawne zasad programu gospodarki wodno-ściekowej w granicach zlewni i zasad jego wdrażania.

7. LITERATURA

- [1] Atlas Hydrologiczny Polski. Praca zbiorowa pod red. J. Stachy. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa (1997)
- [2] BAŻYŃSKI J., Turek S.: *Słownik hydrologii i geologii inżynierskiej*. Warszawa (1969)
- [3] KONDRACKI J.: *Geografia fizyczna Polski*. PWN Warszawa (1965)
- [4] MAŁECKI A.: *Przestrzeń produkcyjna zlewni Obrzycy*. Zeszyty Naukowe nr 118 Politechnika Zielonogórska (1998)
- [5] MAŁECKI A.: *Agroklimat zlewni Obrzycy*. Zeszyty Naukowe nr 118 Politechnika Zielonogórska (1998)
- [6] MAŁECKI A.: *Wstępne badania wpływu rolnictwa na jakość wód powierzchniowych zlewni Obrzycy*. Zeszyty Naukowe nr 116 Politechnika Zielonogórska (1998)
- [7] MAŃCZAK H. i inni: *Projekt strefy Ochrony Sanitarnej Centralnego ujęcia wody rzeki Obrzycy dla miasta Zielona Góra*. Instytut Kształtowania Środowiska we Wrocławiu. Wrocław (1974)
- [8] MIKULSKI Z.: *Przewodnik do ćwiczeń z hydrologii ogólnej* Wydawnictwo Naukowe PWN (1993)
- [9] *Podział Hydrograficzny Polski*. IMGW Warszawa (1983)
- [10] SOMOROWSKI C.: *Melioracje jako dyscyplina naukowa i działalność praktyczna. Współczesne problemy melioracyjne*. SGGW Wrocław (1993)
- [11] TRYBAŁA T.: *Gospodarka wodą*. PWR i L (1996)
- [12] WRÓBEL I.: *Dynamika wód podziemnych poziomów czwartorzędowych w międzyrzeczu Nysy Łużyckiej i Lubszy w województwie zielonogórskim*. Zeszyt naukowy WSI w Zielonej Górze nr.4 (1978)
- [13] WZMiUM: *Szczegółowa instrukcja gospodarki wodnej zlewni rzeki Obrzycy*. Zielona Góra (1993)

Adam MAŁECKI

**ZMIANY WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW SKŁADU
CHEMICZNEGO WODY JEZIORA SŁAWSKIEGO W LATACH
1999 – 2000**

**CHANGES OF THE SELECTED INDICATORS OF THE
CHEMICAL CONSTITUTION OF SŁAWA LAKE IN THE
YEARS 1999-2000**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

W artykule analizowano kierunki przemian zachodzące w składzie fizyko-chemicznym wód jez. Sławskiego (817,3 ha) będącego główną atrakcją turystyczną obok okolic Łagowa na Ziemi Lubuskiej. Poza tym, zlewnia tego jeziora, daje początek rzeki Obrzyca, która jest głównym źródłem wody do picia (ok. 34 tys. m³/dobę) dla miasta Zielona Góra (ok. 120 tys. mieszkańców) i wymaga szczególnej ochrony. Przeanalizowano wyniki badań fizyko-chemicznych wód jeziora Sławskiego, prób pobranych w okresie od listopada 1998 roku do października 2000 roku. Dobór wskaźników wziętych do analizy kierunków zmian chemizmu wody jeziora, wynika z ich powtarzalności w kolejnych latach badawczych. Stwierdzono, że jezioro Sławskie ulega degradującemu oddziaływaniu gospodarczej i bytowej działalności człowieka. Przejawia się to we wzroście substancji pochodzenia antropogenicznego (organicznych i mineralnych). Prezentowane wyniki są częścią obszerniejszych badań nad wpływem rolniczego i turystycznego użytkowania zlewni rzeki Obrzyca na jakość jej wód.

Summary

The article studies directions of changes in the physical, chemical and bacteriological composition of the waters in Sława Lake (817,3 ha) being the main tourist attraction in the vicinity of Łagów in the Lubuski Region. Apart from that, the basin of this lake gives the beginning to the river Obrzyca which is the major source of drinking water (approx 34 thousand m³ a day) for the city of Zielona Góra (approx 120 thousand inhabitants) thus requires a special protection. The results of physical and chemical

testing of the lake waters have been analyzed involving specimens taken in the period from November 1998 to October 2000. The selection of indicators used in analyzing the directions of changes in the lake water chemistry resulted from their repeatability in the successive years under investigation. It has been concluded that Ślawa Lake has been negatively influenced by both economic and every-day life activities of people living in the region. It is shown in, among other things, the increase of anthropogenic substance (both organic and mineral). The presented results are a part of more extensive research work on the influence that agricultural and tourist use of the Obrzyca river basin has on the quality of its waters.

1. WSTĘP

Jezioro Ślawskie podlega intensywnej antropopresji. Szczególnie w ostatnich latach przemysł mięsny i rozwój turystyki spowodował realne zagrożenie jakości wód jeziora. Do jeziora były i częściowo nadal są odprowadzane duże ilości ścieków przemysłowych i bytowo gospodarczych. Rozwój przemysłu ciężkiego na terenie Lublińskiego-Głogowskiego Okręgu Miedziowego powoduje emisję zanieczyszczeń do atmosfery przenoszonych na duże odległości, co wpływa ujemnie na jakość wód powierzchniowych tego obszaru.

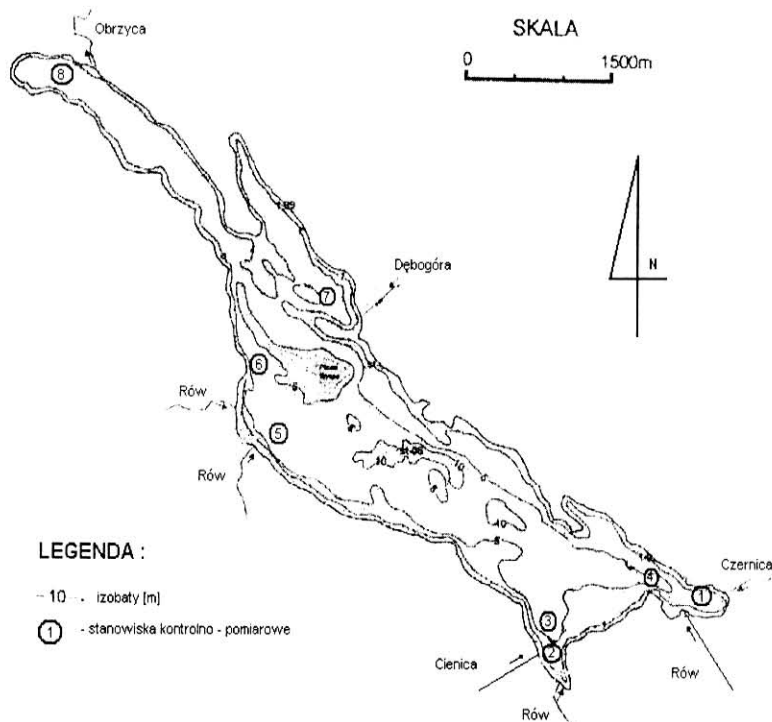
2. OBIEKT BADAŃ

Jezioro Ślawskie leży w południowo-zachodniej części Niziny Wielkopolskiej [Kondracki, 2000]. Należy do makroregionu Pojezierza Leszczyńskiego i zajmuje południową część mezoregionu Pojezierza Ślawskiego. Wymienione pojezierze obejmuje dwie grupy jezior: Jeziora Przemęcko-Wieluńskie i grupę Jezior Ślawskich. Pojezierze Ślawskie jest najdalej na południe wysuniętym obszarem, pochodzącym z okresu zlodowacenia Bałtyckiego. Południowo-wschodnie brzegi jeziora stanowią pagórki kemowe, przechodzące kierunku północnym w rozległe pola sandrowe, utworzone z piasków średnich i grubych o miąższości od 10 m w części południowej, do ponad 40 m w części północnej. W związku z występującym pod jeziorem obniżeniem występuje w tym rejonie kontakt wód czwartorzędowych z trzeciorzędowymi. Stąd jezioro Ślawskie, będące jeziorem przepływowym, posiada drenujący charakter w stosunku do pierwszej sandrowej warstwy wodonośnej [Plenzler, Rösler, 1981].

Północny teren obrzeża jeziora, to obszar występowania wydm. W dużej części brzegi są odsłonięte, pagórkowate i porośnięte hydrofitami. Ogólna długość linii brzegowej wynosi 27,3 km. Bardzo wysoki jest wskaźnik odsłonięcia, przez co jezioro szczególnie podatne jest na czynniki zewnętrzne. Powierzchnia zwierciadła wody [Jańczak i inni, 1996] wynosi 817,3 ha i znajduje się na 57 m n.p.m.

Na dnie jeziora pod osadami limnicznymi występują piaski z domieszką żwirów i otoczków. Pod tą warstwą znajdują się w kolejności: gliny morenowe, piaski i ropy.

Większa część dna leży w przedziale 5-10 m (śr. 5,2 m), a maksymalna głębokość wynosi 12,3 m. Długość jeziora wynosi 9225 m, a objętość kształtuje się w granicach 42 tys. m³. Średnio w roku przeciętnym odpływa z jeziora około 20 tys. m³ wody. Stanowi to około połowy pojemności jeziora. Wymiana wody w jeziorze trwa ok. 600 dni. Wielkość wymiany pionowej wynosi ok. 19 %, wymiany poziomej ok. 73-75 %. W latach suchych wyparowuje z jeziora około 50 % wielkości mierzalnego odpływu tj. 7,2 – 7,5 mln m³ na rok. Efektem dużych strat na parowanie ze zlewni jest bardzo mały współczynnik odpływu (0,18), spadający w lecie do 0,07-0,08. Parowanie wynosi ok. 623 mm rocznie [Rösler, 1999].



Rys.1 Rozmieszczenie punktów pomiarowych na jeziorze Slawskim.

Jezioro na przestrzeni lat zmniejsza swoją powierzchnię pod wpływem czynników antropopresyjnych, zwłaszcza nieracjonalnego użytkowania gospodarczego i turystyczno-rekreacyjnego [Choiński, Jańczak, 1993]. W strefie bezpośredniej zlewni jeziora znajduje się 39 ośrodków wczasowych, rozmieszczonych w okolicy miasta Ślawy, Radzyna, Lubiatowa, Lubogoszczy i Józefowa, mogących pomieścić w sezonie letnim (czerwiec-wrzesień) ok. 40 tys. turystów. Tylko 3 ośrodki posiadają oczyszczalnie ścieków. Pozostałe gromadzą ścieki bytowo-gospodarcze w zbiornikach bezodpływowych i wywożone są w części do miejskiej oczyszczalni. Zwłaszcza na południowym brzegu jeziora, znajduje się liczna zabudowa rekreacyjna w różnym

stadium realizacji, z której ścieki bytowo-gospodarcze odprowadzane są do gruntu. Prywatnych obiektów rekreacyjnych jest 80. Liczba pól namiotowych wynosi 12 o łącznej powierzchni ok. 4,5 ha, z czego żadne nie jest wyposażone w urządzenia unieszkodliwiające ścieki (UMG w Sławie). Wydajność połowowa rybacka kształtuje się w granicach ok. 25 kg/ha. Główne odławia się szczupaka – ok. 3 kg, węgorza – 2 kg, lina – 3 kg, tołpygi pstrej i białej – 1 kg. Pozostałe to: amur (0,25 kg) i krapie, płocie oraz leszcze [Olechnowski, Gospodarstwo rybackie w Sławie].

3. METODYKA BADAŃ

Analizy wód wykonane zostały przez laboratorium Instytutu Ochrony Środowiska Politechniki w Zielonej Górze. Badano próby pobrane z wierzchniej warstwy epilimnionu w 8 punktach jeziora. Lokalizację punktów badawczych przedstawiono na planie batymetrycznym jeziora (rys. 1). Badano przebieg zmian pH, chlorków, siarczanów, stężeń zanieczyszczeń organicznych wyrażonych wskaźnikiem BZT₅ i utlenialności oraz tlenu rozpuszczonego i zawartości związków biogenych takich jak: azotu azotanowego, azotu amonowego, azotu azotynowego oraz fosforanów. Równocześnie prowadzono terenowe obserwacje biologiczne. Wszystkie oznaczenia wykonano zgodnie z obowiązującą w Polsce metodyką [Hermanowicz, 1996]. Określono klasę czystości wody i średnią punktację wody według norm zalecanych przez PIOŚ.

4. WYNIKI BADAŃ

Skład chemiczny wód jeziora Sławskiego w latach 1999 – 2000 przedstawia tabela 1. Interpretację graficzną zmian poszczególnych wskaźników zamieszczono na rys. 2 – 9. Stężenia chlorków w wodzie były bardzo stabilne i nie podlegały istotnym zmianom (rys. 3). W 1999 roku stężenie tego anionu w wodzie jeziora oscylowało w przedziale 28 – 35 mg/dm³, podczas gdy w 2000 roku stężenie to przekraczało 30 mg/cm³ i w okresie lipiec – wrzesień kształtowało się na poziomie 35 mg/dm³. Z danych literaturowych [materiały archiwalne OBKiŚ, PIOŚ, WIOŚ, 1964 - 1998] wynika, że zawartość chlorków w wodach jeziora Sławskiego na początku lat 70-tych wynosiła około 20 mg/dm³. Obecnie jest większa o 15 mg/dm³. Na rysunku 9 przedstawiono zmiany stężeń siarczanów w wodzie jeziora Sławskiego w latach 1999/2000. Siarczany podobnie jak chlorki nie ulegają łatwo przemianom i ich stężenie wykazuje małą zmienność. Zauważa się większe stężenie siarczanów w okresie zima – wiosna, które w okresie badawczym kształtowało się w zakresie 70 – 89 mg/dm³, podczas gdy w okresach letnich stabilizuje się na poziomie około 70 mg/dm³. Porównując otrzymane wyniki z danymi wcześniejszych badań [materiały archiwalne OBKiŚ, PIOŚ, WIOŚ], zauważa się wzrost zawartości siarczanów od 50 mg/dm³ w 1970 roku do około 70 mg/dm³ w roku 2000. Tak duży wzrost zawartości podstawowych anionów (chlorków i siarczanów) w ciągu ostatnich 30 lat wskazuje, że przyczyną tego stanu są zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego.

Śledząc zmiany stężeń związków organicznych ulegających tlenowej biodegradacji

na przykładzie BZT₅ (rys. 2) należy zauważyć, że są one nierównomierne i ulegają znacznym wahaniom w zależności od pory roku. W miesiącu sierpniu (największe wykorzystanie rekreacyjne jeziora) wartość BZT₅ wód przekracza 5 mg/dm³, w pozostałych miesiącach mieści się w normie I klasy czystości wód powierzchniowych (≤ 4 mg O₂/dm³).

TABELA 1

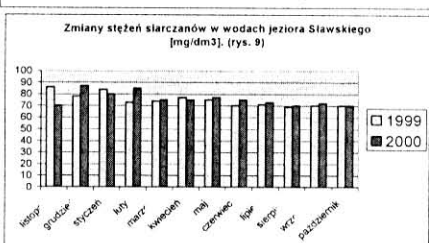
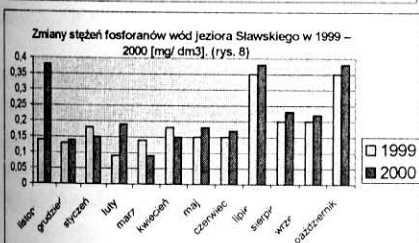
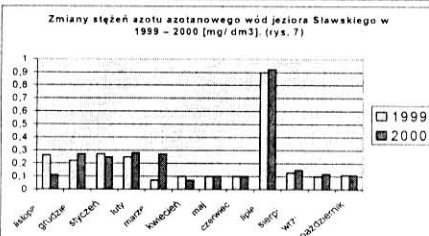
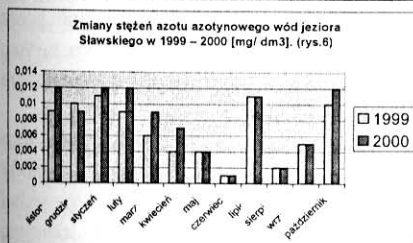
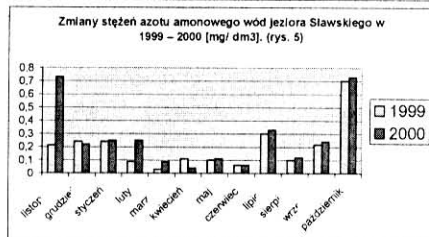
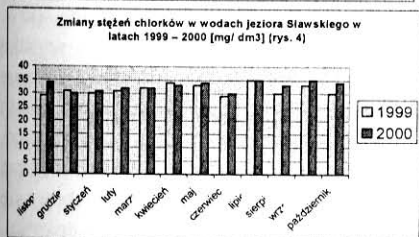
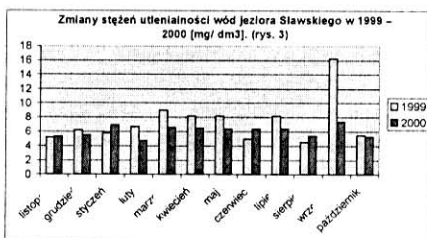
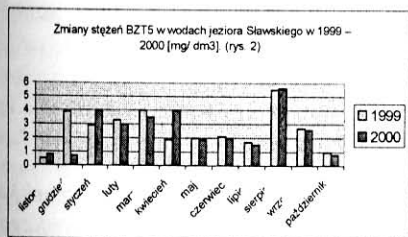
Podstawowe wskaźniki zanieczyszczeń wód jeziora Ślawskiego w latach 1999-2000

| Rok | Stanowisko | Wskaźniki | | | | | | | | | | |
|------|------------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|
| | | Odczyn | Utlen. | Tlen.rozp | Chlorki | Siarczany | Azot amonowy | Azot azotynowy | Azot azotanowy | Fosforany | BZT ₅ | |
| | 01 | pH | mgO ₂ /dm ³ | mgO ₂ /dm ³ | mgCl/dm ³ | mgSO ₄ /dm ³ | mgNH ₄ /dm ³ | mgNO ₂ /dm ³ | MgNO ₃ /dm ³ | mgPO ₄ /dm ³ | mgO ₂ /dm ³ | |
| 1999 | Średnia | - | 5,6 | 12,7 | 30 | 83 | 0,23 | 0,010 | 0,25 | 0,15 | 2,4 | |
| | Min. | 7,0 | 4,6 | 12,2 | 29 | 78 | 0,21 | 0,009 | 0,22 | 0,13 | 0,5 | |
| | Maks. | 7,8 | 6,8 | 13,6 | 31 | 86 | 0,24 | 0,011 | 0,27 | 0,18 | 3,9 | |
| | Średnia | - | 6,4 | 12,3 | 32 | 75 | 0,08 | 0,006 | 0,14 | 0,14 | 3,1 | |
| | Min. | 8,0 | 6,4 | 8,5 | 31 | 73 | 0,03 | 0,004 | 0,07 | 0,09 | 1,9 | |
| | Maks. | 8,5 | 6,5 | 14,6 | 34 | 77 | 0,11 | 0,009 | 0,25 | 0,18 | 4,0 | |
| | Średnia | - | 6,3 | 7,6 | 32 | 72 | 0,15 | 0,005 | 0,37 | 0,22 | 1,9 | |
| | Min. | 7,4 | 6,3 | 6,3 | 29 | 70 | 0,06 | 0,001 | 0,10 | 0,15 | 1,7 | |
| | Maks. | 8,1 | 6,4 | 8,4 | 35 | 75 | 0,30 | 0,011 | 0,90 | 0,35 | 2,1 | |
| | Średnia | - | 5,9 | 7,5 | 31 | 70 | 0,34 | 0,006 | 0,11 | 0,25 | 3,1 | |
| | Min. | 7,3 | 5,1 | 6,0 | 30 | 69 | 0,10 | 0,002 | 0,10 | 0,20 | 1,0 | |
| | Maks. | 7,9 | 7,3 | 9,5 | 33 | 70 | 0,70 | 0,010 | 0,13 | 0,35 | 5,5 | |
| 2000 | Średnia | - | 5,9 | 11,0 | 32 | 79 | 0,40 | 0,011 | 0,21 | 0,22 | 1,8 | |
| | Min. | 7,0 | 5,3 | 7,0 | 30 | 70 | 0,22 | 0,009 | 0,11 | 0,14 | 0,7 | |
| | Maks. | 7,9 | 6,9 | 13,8 | 34 | 87 | 0,73 | 0,012 | 0,27 | 0,38 | 4,0 | |
| | Średnia | - | 5,9 | 13,6 | 32 | 78 | 0,13 | 0,009 | 0,21 | 0,14 | 3,5 | |
| | Min. | 7,9 | 4,7 | 12,4 | 32 | 75 | 0,04 | 0,007 | 0,07 | 0,09 | 3,0 | |
| | Maks. | 8,6 | 6,6 | 14,7 | 33 | 85 | 0,25 | 0,012 | 0,28 | 0,19 | 4,0 | |
| | Średnia | - | 6,4 | 7,7 | 33 | 75 | 0,17 | 0,005 | 0,37 | 0,24 | 1,8 | |
| | Min. | 7,5 | 6,4 | 6,3 | 30 | 73 | 0,06 | 0,001 | 0,10 | 0,17 | 1,5 | |
| | Maks. | 8,2 | 6,4 | 8,5 | 35 | 77 | 0,33 | 0,011 | 0,92 | 0,38 | 2,0 | |
| | Średnia | - | 6,0 | 7,5 | 34 | 71 | 0,36 | 0,006 | 0,13 | 0,28 | 3,0 | |
| | Min. | 7,4 | 5,3 | 6,0 | 33 | 70 | 0,12 | 0,002 | 0,11 | 0,22 | 0,8 | |
| | Maks. | 8,0 | 7,4 | 9,6 | 35 | 72 | 0,73 | 0,012 | 0,15 | 0,38 | 5,5 | |

Wartość BZT₅ jeziora Ślawnickiego w latach 70 – tych [materiały archiwalne OBKiŚ, PIOŚ, WIOŚ] wynosiła około 3,5 mg O₂/dm³. Nieznacznym zmianom (korzystniejszym dla 2000 r. – rys. 3) ulega również stężenie związków organicznych wyrażone utlenialnością. W okresie badań tylko jeden wynik (wrzesień 1999 r.) wynosi 16 mg/dm³, w pozostałych otrzymano stężenie poniżej 8 mg/dm³, czyli odpowiadające I klasie czystości wód. Głównymi formami azotu występującymi w wodach jeziora są: azot amonowy, azotynowy i azotanowy. W okresie badań (rys. 5) stężenia azotu amonowego nie przekraczały 1 mg/dm³. Największe wartości uzyskano w październiku na poziomie około 0,7 mg/dm³. W pozostałych miesiącach oscylowały od 0,03 mg/dm³ do 0,33 mg/dm³. Zawartość azotu azotynowego (rys. 6) kształtuje się w okresie zimy na poziomie 0,008 – 0,012 mg/dm³, z tendencją spadkową latem z wyłączeniem miesiąca lipca. Z diagramu wynika, że zawartość tej formy azotu jest wyższa w 2000 roku.

Śledząc zmiany zawartości azotu azotanowego (rys. 7), wnioskować należy że w okresie wiosennym azotany wykorzystywane są przez fitoplankton. Odbywa się to zgodnie z modelem według którego wiosną i latem stężenia azotanów są mniejsze, a wzrastają w zimie. Dopływ zanieczyszczeń może zakłócić ten proces (lipiec). Dla okresu badawczego stężenia azotu azotanowego kształtują się w granicach 0,05 – 0,028 mg/dm³, natomiast w okresie letnim na poziomie około 0,1 mg/dm³. Wody jeziora w okresie wiosny charakteryzują się bardzo wysokim stężeniem azotu mineralnego (0,81 – 1,83 mg/dm³). Tak wysokie stężenie wykazuje na bardzo wysoką produktywność pierwotną wód w okresie lata. Duża długość maksymalna jeziora (ok. 9,2 km), jak i duża szerokość maksymalna jeziora (1,6 km), powoduje powstawanie wysokich fal generowanych przez wiatr. Głębokie zaleganie podstawy fal decyduje o głębokim mieszaniu wód w centralnym płosie jeziora. Jezioro w głównym płosie jest polimiktyczne [Jańczak, 1997] to znaczy, że charakteryzuje się w okresie letnim jednolitą temperaturą od powierzchni aż do dna.

Fosforany, podobnie jak azotany i azotyny, również wykorzystywane są przez fitoplankton. Przez wielu badaczy fosfor, uważany jest za pierwiastek limitujący proces eutrofizacji. Stężenie fosforanów w jeziorze Ślawnickim w okresie wiosennym kształtują się na niskim poziomie co potwierdza ich limitujący charakter. Niemniej jednak ilość fosforanów w wodzie w tym okresie wykazuje tendencje wzrostu (rys. 8). Stężenia fosforanów w 2000 roku są wyższe niż w 1999 roku. W latach siedemdziesiątych stężenie fosforanów w okresie wiosennym wynosiło 0,012 mg/dm³, a latem ok. 0,030 mg/dm³ [materiały archiwalne OBKiŚ, PIOŚ, WIOŚ]. Obserwowane stężenia fosforanów od roku 1970 do 1991 były wyższe. Natomiast w latach 1997 i 1998 stężenie fosforanów rozpuszczonych w wodzie mieściło się na granicy wykrywalności. Linia trendu zmian zawartości fosforanów w okresie letnim jest malejąca. Można przypuszczać, że w latach siedemdziesiątych w okresach letnich do wód jeziora przedostawało się więcej zanieczyszczeń biogennych, że fosfor nie był czynnikiem limitującym rozwój fitoplanktonu. Obecnie ilości fosforanów rozpuszczonych w wodzie wzrosła do wartości w lecie ok. 0,23-0,26 mg/dm³.



Rys. 2-9 Zmiany stężeń wybranych wskaźników w wodach jeziora Ślawskiego w latach 1999-2000

W rejonie punktu pomiarowego nr 1 jeziora, zawartość fosforanów była kilkakrotnie większa w stosunku do ilości fosforanów stwierdzonych w pozostałych punktach pomiarowych jeziora. Stężenia fosforanów w wodzie zatoki były wyraźnie większe od stężeń w próbach pobranych w innych częściach jeziora. W czasie dni bezwietrznych w okresie letnim na tzw. głęboczkach zatok, obserwowane były zmniejszone ilości tlenu rozpuszczonego. Duża ilość zalegającej dno masy organicznej, powstającej w wyniku obumierania fitoplanktonu, w szybkim tempie wyczerpuje tlen zawarty w strefie przydennej. Powstają strefy beztlenowe. Sprzyja to wydawnemu uwalnianiu z warstw dennych fosforu. W dni wietrzne wody jeziora są mieszane do dna. Uwolniony fosfor przedostaje się do strefy eufotycznej tj. takiej do której dociera światło słoneczne.

Obserwowana w wodzie duża ilość biogenów, pozwala na masowy rozwój fitoplanktonu przez cały okres letni.

5. PODSUMOWANIE

Struktura planktonu jeziora Ślawnickiego, tzn. silna dominacja niektórych gatunków czy grup gatunków w różnych porach roku, niewielki udział planktonu zwierzęcego, a w tym, że zooplanktonie przewaga gatunków o niewielkich rozmiarach (tzw. mikrofiltratorów) świadczy o eutrofizacji jeziora (materiały archiwalne). Na wysoką trofiję jeziora wskazuje również skład fizyko chemiczny wód jeziora, wysokie stężenie związków organicznych wyrażonych wskaźnikiem BZT₅ i wysokie stężenie azotu mineralnego. Ponadto do jeziora dostarczane są cały czas dopływami zanieczyszczenia, które wchodzą w obieg materii i krążą w nim przez długi czas. Wszystko to stwarza dobre warunki do tego aby dominujące gatunki fitoplanktonu rozmnażały się nadmiernie i powodowały tzw. zakwity. Tak się dzieje w ostatnich latach co roku, a czasami nawet kilka razy w roku. Nie wszystkie przypadki są rejestrowane przez służby ochrony środowiska, gdyż czasami mają one charakter lokalny, np. w czerwcu ubiegłego roku miał miejsce niewielki "zakwit" sinicowy w środkowej części jeziora lecz nie spowodował on żadnych skutków negatywnych dla ryb.

Aby wymienić wszystkie zagrożenia związane z "zakwitami" zwłaszcza sinicowymi, należy dodać, że sinice w czasie obumierania wydzielają do wody substancje trujące - neurotoksyny i hepatotoksyny. Działają one odpowiednio na układ nerwowy i na wątrobę powodując różne objawy zatrucia. Sytuacje takie stanowią zagrożenie dla zwierząt gospodarskich pijących wodę bezpośrednio z jeziora ale mogą także być groźne dla kąpiących się ludzi, a zwłaszcza dzieci [Mendaluk, 1997].

W 2000 roku w stosunku do roku 1999 zaobserwowano wyraźną poprawę wskaźników zanieczyszczenia wód jeziora. Obniżyły się wskaźniki obrazujące wielkość występujących stężeń związków organicznych. Zawartość fosforanów w okresie wiosny utrzymała się na poziomie ubiegłorocznym. Uległa zmniejszeniu zawartość azotu mineralnego wiosną i azotu ogólnego wiosną i latem. Zwiększyła się przezroczystość wód.

Wynik sumarycznej punktacji, obrazujący klasę czystości jeziora, obniżył się z 3,00 pkt do 2,55 pkt kwalifikując wody jeziora do III klasy czystości. Ostatnie wyniki badań jeziora wskazują na poprawianie się wskaźników fizyko chemicznych jego wód. Jednak dopiero kontynuacja badań pokaże, czy jest to tendencja stała. Nadal bowiem jezioro jest zagrożone postępującą degradacją na co wskazują przeprowadzone w 1999 i 2000 r. badania stanu czystości dopływów [Małecki, Węclewski, 2001; Małecki, 2001].

Zlewnia całkowita jeziora określana jest na 208 km² obejmuje swym zasięgiem dorzecze rzek: Czernicy, Cienicy, Dębogóry, zlewni jeziora Pluszno oraz zlewnie z dopływami o mniejszym przepływie wody, okresowo zanikającymi. Woda z jeziora odpływa rzeką Obrzycą. Na odpływie usytuowany jest jaz za pomocą, którego steruje się poziomem wody w jeziorze, a tym samym ilością odpływającej wody. Stąd obserwowany dużo mniejszy przepływ w rzece wiosną niż latem. Przeprowadzone badania wskazują że największa ilość fosforanów, azotu amonowego, azotu ogólnego i soli mineralnych dopływa z wodami rzeki Czernicy. W okresie wiosny, gdy wody

jeziora są piętzone, ładunki zanieczyszczeń wpływające do jeziora są większe niż ładunki odpływające. Prowadzi to do kumulacji związków biogenych w wodach jeziora i sprzyja masowemu rozwojowi fitoplanktonu. Latem, kiedy zmniejszają się przepływy wód w dopływach a ilość wody odprowadzana z jeziora się zwiększa, bilans ładunków zanieczyszczeń jest korzystniejszy. Nadal jednak, tak jak wiosną, ilość wprowadzanych (szczególnie z wodami Czernicy) ładunków fosforanów do wód jeziora jest znaczący.

Co należałoby zrobić aby zahamować degradację jeziora? Pierwszym i podstawowym warunkiem jest zatrzymanie dopływu jakichkolwiek ścieków. W mieście szczególnie rozwinięty jest przemysł mięsny. Powoduje to produkcję zwiększonej ilości ścieków zawierających duże ilości związków organicznych. Ścieki oczyszczone w istniejącej oczyszczalni nie są w dostateczny sposób pozbawiane biogenów. Oczyszczalnia zaprojektowana jest bowiem na unieszkodliwiania ścieków bytowo-gospodarczych, a nie przemysłowych. Ze względu na bliskość jeziora od wylotów z oczyszczalni, wymagana jest szczególna dyscyplina utrzymywania zaostrzonych parametrów jakości w ściekach oczyszczonych. Należałoby również ograniczyć spływ związków mineralnych z pól. Chodzi tu zwłaszcza o nawozy mineralne, organiczne i pestycydy, stosowane w rolnictwie, które bezpośrednio wpływają na eutrofizację wód powierzchniowych.

Po drugie, powinno się zacząć myśleć o rekultywacji jeziora, aby zlikwidować warunki beztlenowe w przydennych strefach jeziora. Chodzi tu przede wszystkim o zatoki, gdzie mieszanie wody jest najslabsze. W warunkach beztlenowych bowiem zmineralizowany w osadach dennych azot i fosfor jest ciągle włączany do obiegu materii i powoduje zwiększenie żyzności wody, a co za tym idzie zwiększa się liczebność fitoplanktonu.

Po trzecie należałoby poprzez różne zabiegi biomanipulacyjne zmniejszyć zawartość związków mineralnych w wodzie. Jednym ze sposobów poprawy jakości wody w jeziorze jest ograniczenie liczby ryb planktonożernych. Powinno to spowodować zwiększenie liczby skorupiaków planktonowych, które w dużym stopniu ograniczają liczebność fitoplanktonu i nie dopuszczają przez to do "zakwitów" planktonowych [Opuszyński, 1997; Gołdyn, 2000]

Po znacznym ograniczeniu biogenów ze zlewni, można rozważyć zastosowanie technicznej rekultywacji misy jeziora [Lossow, Gawrońska, 2000; Mioduszewski i in., 2000]. Trzeba dodać, że dokładne wypełnienie tych wszystkich warunków nie zmieni od razu wody jeziora z obecnej w czystą. Eutrofizacja jest procesem naturalnym i nie da się go powstrzymać żadnymi środkami. Można go jedynie mniej lub więcej wyhamować. Poza tym należy pamiętać, że w jeziorze zdeponowana jest w osadach dennych, w organizmach żywych i w wodzie, ogromna ilość związków mineralnych, które będą krążyły w ekosystemie. Jednak bez podjęcia jakichkolwiek kroków w celu poprawy wody w jeziorze będzie ona z każdym rokiem się pogarszała. Przyczyny i tendencje zmian można określić wówczas, gdy znana jest ich geneza. Chcąc ją poznać, nie można ograniczyć się tylko do badań wody samego jeziora. Trzeba poznać drogi migracji biogenów w obrębie zlewni. Należy więc kontynuować analizy wód jeziora, jego dopływów i odpływu, przy jednoczesnych pomiarach natężenia przepływu.

6. WNIOSKI

Jeziro Sławskie od lat podlega degradującemu oddziaływaniu gospodarczej i bytowej działalności człowieka. W ciągu ostatnich 30 lat istotnie zmienił się skład fizyko-chemiczny wód jeziora.

W pelagialu jeziora wzrosła zawartość substancji pochodzących z zanieczyszczeń antropogennych. Zawartość w wodach jeziora zanieczyszczeń organicznych wykazuje tendencję wzrostu. Obserwuje się największe stężenia zanieczyszczeń organicznych wyrażonych wskaźnikiem BZT₅ i utlenialności.

Wybudowanie w ostatnich latach oczyszczalni ścieków w rejonie jeziora Sławskiego ograniczyło dopływ do jego wód zanieczyszczeń biogennych. Podjęte działania nie powstrzymały jednak tendencji zwiększania się stężeń zanieczyszczeń mineralnych i organicznych w wodach jeziora. Jeziro Sławskie narażone jest na zwiększony dopływ biogenów za pośrednictwem siedmiu dopływów oraz bezpośrednią, okresową dostawą biogenów nie tylko z pól, położonych nad brzegami jeziora a także bruzd erozyjnych a przede wszystkim złą gospodarkę ściekową ośrodków wypoczynkowych i presji turystycznej. Do jeziora deponowane są niekontrolowane wlewy ścieków sieci osadniczej (brak kanalizacji) a także zasilaniem wewnętrznym.

7. LITERATURA

- [1] CHOIŃSKI A., Jańczak J.: *Współczesne tendencje zmian powierzchni jezior*. [w] Dynowska i inni. Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych. Kraków (1993)
- [2] DOJLIDO J. R.: *Chemia wód powierzchniowych*. Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych. Białystok (1995)
- [3] GOŁDYN R.: *Blaski i cienie biomanipulacji na podstawie Zbiornika Maltańskiego w Poznaniu*. Konferencja „Ochrona i Rekultywacja Jezior”. Przysiek (2000)
- [4] HERMANOWICZ W.: *Fizyczno – chemiczne badania wody i ścieków*. Arkady (1996)
- [5] JAŃCZAK J i in.: *Atlas Jezior Polskich, tom I*. Wydawnictwo Naukowe. Poznań (1996)
- [6] JAŃCZAK J.: *Zmiany jakości wody jezior na podstawie badań prowadzonych w monitoringu reperowym jezior polskich w latach 1991 – 1995*. PIOŚ. Warszawa (1997)
- [7] KONDRACKI J.: *Geografia regionalna Polski*. PWN. Warszawa (2000)
- [8] OPUSZYŃSKI K.: *Wpływ gospodarki rybackiej, szczególnie ryb roślinożernych na jakość wody w jeziorach*. Bibl. Mon. Środ. WIOŚ Zielona Góra (1997)
- [9] LOSSOW K., Gawrońska H.: *Przegląd metod rekultywacji jezior*. Przegl. Kom. Nr 9. (2000)
- [10] MAŁECKI A., Węclewski S.: *Chemizm wód zlewni jeziora Sławskiego w 1999 roku*. Konf. „Problemy inżynierii rolniczej na progu III tysiąclecia”. AR Szczecin-Międzyzdroje 30.05.-1.06.2001
- [11] MAŁECKI A. : *Chemizm wód zlewni jeziora Sławskiego w 2000 roku*. Konf. „Unieszkodliwianie i utylizacja odpadów płynnych i stałych w środowisku naturalnym z uwzględnieniem ochrony wód obszarów wiejskich. AR Wrocław-Polanica 19-21.09.2001
- [12] Materiały archiwalne : *Wyniki analiz wód jeziora Sławskiego z lat 1964 – 1998*. OBiKŚ, PIOŚ, WIOŚ, Zielona Góra.
- [13] MIODUSZEWSKI W. i in.: *Ocena ładunku azotu i fosofru ze źródeł rolniczych wnoszonych do rzek w zlewni Odry*. Gospodarka wodna, nr 11 (2000)
- [14] MANDALUK J.: *Zakwit wody na jeziorze Sławskim*. Nasza Sława nr 4 (1997)
- [15] PLENZLER W., Rösler A.: *Odptyw z małych zlewni nizinnych zlewni jeziora Sławskiego*. Gazeta Obserwatora IMGW. NR 3. Warszawa (1981)
- [16] RÖSLER A: *Parowanie jeziora Sławskiego – okres 1981 – 90*. [w] Konferencja limnologiczna i antropologiczne przemiany jezior. IMGW Radzyń 20 – 22 wrzesień 1999 r.

Bartłomiej NAJBAR¹, Marek MACIANTOWICZ²

**ODTWARZANIE I ZASILANIE STANOWISK ŻÓŁWIA
BŁOTNEGO *EMYS ORBICULARIS* L.
W PASIE ŚRODKOWEJ ODRY**

**RECONSTRUCT AND SUPPLY THE PRESENT SITES
OF EUROPEAN POND TURTLE
EMYS ORBICULARIS L. IN THE MIDDLE ODRA REGION**

¹ Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska

¹ Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

² Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych, Zielona Góra

² State Forests Regional Headquarters in Zielona Góra

Streszczenie

Żółw błotny *Emys orbicularis* ma w Polsce status gatunku wymierającego. Jego zanikanie związane jest przede wszystkim z limitowaniem liczebności głównie przez czynniki klimatyczno-pogodowe, zmiany stosunków wodnych obszarów wodno-błotnych, modyfikowanie zamulonych i wolno płynących cieków, prowadzenie melioracji, obniżenie poziomu wód powierzchniowych ich zanieczyszczanie i zasypywanie zbiorników wodnych. Aby przeciwdziałać postępującemu spadkowi liczebności tego gatunku, w oparciu o program „Aktywnej ochrony żółwia błotnego *Emys orbicularis* (L.) w Polsce”, opracowano koncepcję zasilania młodymi żółwiami blisko siebie leżących stanowisk (lubuskich), co jak mamy nadzieję, w przyszłości utworzy ciąg zasobnych w żółwie stanowisk, w pasie Środkowej Odry. Pierwsze kroki zasilania lubuskich stanowisk zostały już poczynione. W maju 2000 r. wypuszczono 41 młodych osobników, z których 32 trafiły do rzeki Ilanki, 9 do rzeki Pliszki. We wrześniu 2000 r., z 3 gniazd wykluło się 15 żółwi. 1 osobnik zdechł, 14 pozostałych wypuszczono na wolność w maju 2001 r.

Summary

The European pond turtle *Emys orbicularis* is classified as an endangered species in Poland. Its decay should be put down to climatic conditions, constantly changing water proportions in the region, modification of the silted and slow flows, drainage, low level of surface water, water pollution and burying of water reservoirs. In order to avoid the gradual

*extinction of *Emys orbicularis*, a project called „Active protection of the European pond turtle *Emys orbicularis* (L.) in Poland” has been set up. One of the tasks of the programme is to combine stations located in the relative proximity to each other and thus create chains of stations. In future these chains of stations should form a unified site of the European pond turtle in the middle Odra region. First steps aimed at increasing the number of stations have already been made. In May 2000, 41 young turtles, out of which 32 had been found in the Ilanka River and 9 in the Pliszka River were set. In September 2000, 15 turtles hatched in 3 nests. 1 individual died, whereas 14 others were set free in May 2001.*

1. WSTĘP

W „Polskiej Czerwonej Księdze Zwierząt” [Głowaciński, 1992, Ed.] żółw błotny figuruje jako zwierzę posiadające status gatunku wymierającego (E - Endangered). Jego dynamiczne zanikanie, szczególnie w ostatnich dziesięcioleciach XX wieku, obok limitowania liczebności przez czynniki klimatyczno-pogodowe, spowodowane było głównie zmianami stosunków wodnych rozległych obszarów wodno-błotnych, likwidowaniem i modyfikowaniem zamulonych, wolno płynących cieków, prowadzeniem melioracji, obniżeniem poziomu wód, zanieczyszczeniem wód ściekami komunalno-bytowymi, przemysłowymi i rolniczymi, zasypywaniem niewielkich zbiorników wodnych. Tego typu działalność sukcesywnie doprowadziła do zaniku wielu biotopów żółwia. Do zmniejszania ich liczby w środowisku naturalnym przyczyniało się także ich odławianie, działalność drapieżników i wzmagający się ruch samochodowy.

Warto podkreślić jednak, że na terenie naszego kraju jego sytuacja jest dość zróżnicowana. Obok bardzo rozległych obszarów, gdzie w ostatnich dziesięcioleciach wyginął on niemal zupełnie bądź wręcz całkowicie, zachowały się rejony gdzie żółwie tworzą jeszcze dość liczne populacje, prawdopodobnie o prawidłowo zachowanej strukturze. Z tych „żółwiowych terenów” warto wymienić przede wszystkim Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie [Jabłoński, 1998], oraz dolinę rzeki Zwoleńki k. Radomia (Mitrus i Zemanek 2000), a ponadto obszar województwa lubuskiego, szczególnie w jego zachodniej części [Maciantowicz i Najbar, 2000].

W celu zaniechania postępującego zaniku tego gatunku opracowano program „Aktywnej ochrony żółwia błotnego *Emys orbicularis* (L.) w Polsce”, który obecnie realizowany jest przez grupę herpetologów z kilku ośrodków w całej Polsce. W wyniku ww. działalności na niektórych rodzimych stanowiskach żółwia, w ostatnich latach obserwuje się nawet stopniowe zwiększanie się jego liczebności. Poza szeroką gamą prac badawczych, program zakłada również ochronę lęgów, doinkubowywanie jaj, podhodowywanie młodych żółwi i wypuszczanie ich, już znacznie podrośniętych, do środowiska naturalnego. Dotychczas podczas realizacji tego programu na wolność wypuszczono około 1000 młodych żółwi, zasilając w ten sposób często zanikające lokalne populacje.

2. INWENTARYZACJA STANOWISK ŻÓŁWIA BŁOTNEGO W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM

Większość stanowisk występowania żółwia błotnego w początkach XX wieku dotyczyła rejonów położonych wzdłuż Warty k. Międzychodu, Skwierzyny i wzdłuż Obry w okolicach Międzyrzecza, Trzciela, Konotopu [Conwentz, 1910; Frase, 1929; Gruhl, 1929]. W okresie powojennym, na obszarze obecnego województwa lubuskiego systematycznie dokonywano dalszych odkryć stanowisk tego gatunku, głównie w dolinach rzek: Drawy, Pliszki, Ilanki, Odry i Noteci [np. Radkiewicz 1967, 1979, 1983; Agapow 1970; Gralicki, 1978; Czwałga, 1986; Agapow i Lipnicki, 1988].

Kompleksową inwentaryzację stanowisk żółwia na obszarze województwa prowadzono przede wszystkim w latach 80. i 90. [Staniewski, 1987; Guzikowski i Maciantowicz, 1993; Maciantowicz, 1996; 1999; Najbar, 1996; Maciantowicz i Najbar, 2000].

W wyniku przeprowadzonych badań oraz doniesień literaturowych z okresów wcześniejszych, poznano 74 miejsca obserwacji żółwia błotnego, zarówno historyczne jak i współczesne (Maciantowicz i Najbar 2000). Skupiają się one przede wszystkim w rejonach dolin rzek: Odry, Drawy, Noteci, Obry, Pliszki i Ilanki. Pozostałe, nieliczne miejsca rozrzucone są w różnych okolicach województwa (rys. 1) i obejmują różnorodne rodzaje zbiorników wodnych. Za aktualne stanowiska (53) uznano te, na których żółwie obserwowano po 1980 r. Na 28 z nich obserwowano tylko po jednym osobniku. Stanowisk, na których stwierdzono więcej niż jednego osobnika było 25, z czego tylko na 8 z nich obserwowano powyżej 5 osobników [Maciantowicz i Najbar, 2000].

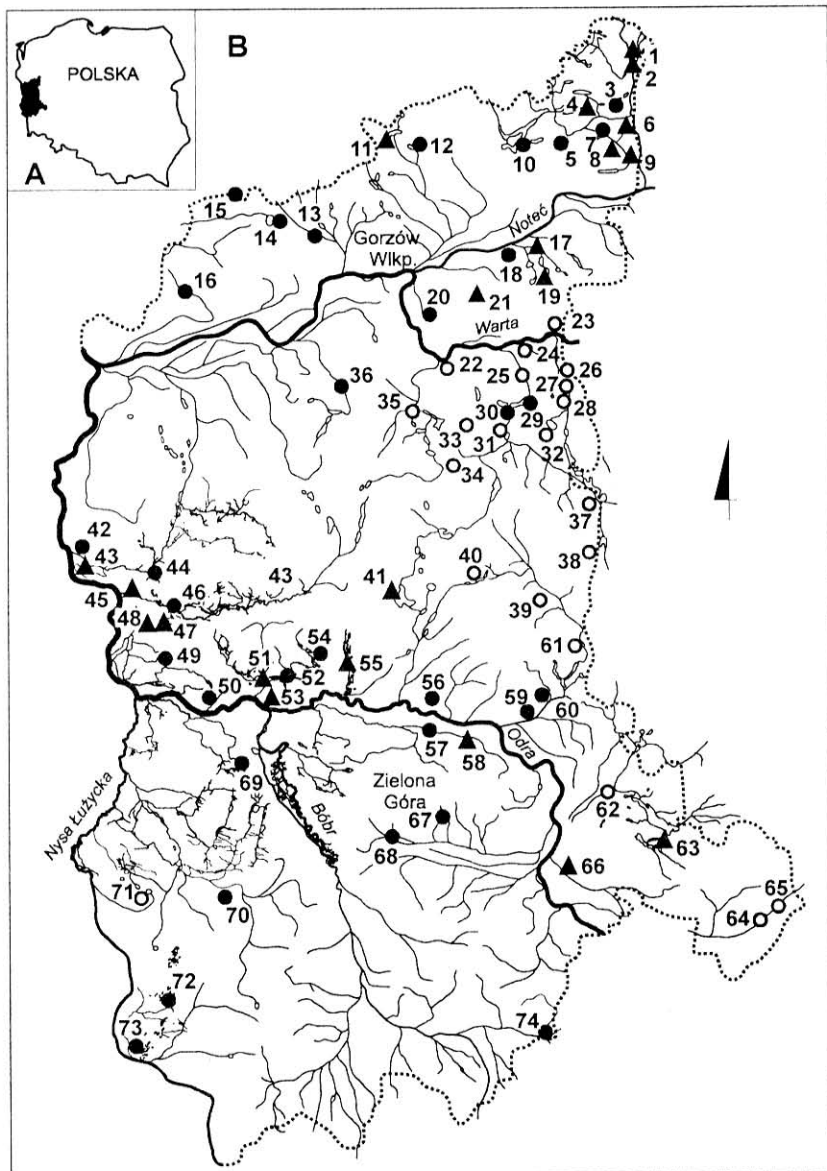
Spośród 53 współczesnych miejsc występowania żółwia błotnego w województwie lubuskim, największą grupę biotopów stanowiły jeziora - 18 stanowisk (34,0%), śródlądne bagna - 11 stanowisk (20,7%), starorzecza, zbiorniki powyroboiskowe - 7 stanowisk (13,2%), drobne ciek - 6 stanowisk (11,3%), stawy hodowlane - 2 stanowiska (3,8%), śródpolny bezodpływowy zbiornik - 1 stanowisko (1,9%). Na pozostałych 8 stanowiskach (15,1%) znaleziono martwe okazy, pancerze żółwi, a niekiedy żywe osobniki jednakże poza ich naturalnym środowiskiem [Maciantowicz i Najbar, 2000].

3. ODTWARZANIE I ZASILANIE STANOWISK ŻÓŁWIA BŁOTNEGO W PASIE ŚRODKOWEJ ODRY

Zmniejszenie rozmiarów pierwotnych obszarów występowania, wyizolowanie naturalnych środowisk do niewielkich fragmentów krajobrazu otoczonych terenami zagospodarowanymi, komunikacyjnymi i przemysłowymi, powoduje podział naturalnych populacji do izolowanych mikropopulacji, podatnych na niekorzystne procesy genetyczne i zachwianie struktury wiekowej.

Populacje izolowane, pomimo zamieszkiwania w dogodnych warunkach środowiskowych mogą szybciej niż normalne populacje, ulegać zanikowi w wyniku splotu niekorzystnych zdarzeń losowych [Gliwicz, 1991]. Dochodzi w nich często do tzw. chowu wsobnego (krzyżowanie osobników blisko spokrewnionych). W konsekwencji prowadzi to do niekorzystnego wpływu na zjawiska i charakterystyki populacji jak: płodność, żywotność, liczebność potomstwa, osiągnięcie wieku dojrzałości płciowej itp. [Witkowski, 1991].

Być może w wyniku zmian genetycznych dochodzi u żółwi do powstawania anomalii otarczowania pancerzy. Przeprowadzone obserwacje wykazały istnienie zjawisk tego typu w tutejszych populacjach (Najbar i Maciantowicz 2000).



Rys. 1 Województwo lubuskie. A: położenie ogólne; B: miejsca obserwacji żółwia błotnego *Emys orbicularis*.

○ - miejsca obserwacji do 1980 r.,

● - miejsca obserwacji od 1981 do 2000 r. (obserwacje pojedyncze),

▲ - miejsca obserwacji od 1981 do 2000 r. (obserwacje liczniejsze).

Najczęściej zmiany te dotyczą wystąpienia dodatkowych, różnokształtnych tarczek w obrębie pancerza grzbietowego.

Jedyną szansą ratowania izolowanych populacji i pojedynczych stanowisk jest traktowanie ich jako wspólnej metapopulacji. Niezbędne jest jednak umożliwienie wymiany osobników pomiędzy poszczególnymi stanowiskami. Może to następować np. poprzez stworzenie lub udrożnienie korytarzy ekologicznych w celu naturalnej migracji lub dokonywanie sztucznego przemieszczania osobników na niewielkie odległości.

Poznanie rozmieszczenia żółwia błotnego na obszarze województwa, pozwoliło na wykreślenie hipotetycznego zasięgu jego występowania na przestrzeni XX wieku [Najbar i Maciantowicz w druku]. Zasięg ten obejmował wówczas doliny dużych rzek oraz nieliczne odosobnione obszary egzystencji żółwia błotnego. Aktualny zasięg występowania gatunku w tym regionie, obejmuje przede wszystkim doliny Pliszki, Ilanki i Odry, w mniejszym stopniu Drawy i Noteci, gdzie do czasów współczesnych zachowały się na ogół stanowiska szczątkowe, oparte głównie o występowanie pojedynczych osobników.

Opierając się o założenia ww. ogólnopolskiego programu aktywnej ochrony żółwia błotnego polegającego m.in. na doinkubowywaniu jaj, podhodowywaniu i wypuszczaniu młodych do środowiska naturalnego, opracowano koncepcję zasilania poszczególnych, blisko siebie leżących stanowisk w ciąg. W przyszłości układ ten powinien utworzyć pewnego rodzaju korytarz stanowisk żółwia błotnego usytuowany głównie w pasie Środkowej Odry. Rzeka Odra wraz z jej doliną, w krajowej koncepcji sieci ekologicznej ECONET odgrywa znaczącą rolę, jako korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym [Liro, 1995]. Korytarz Odry jest miejscem występowania i migracji wielu rzadkich i ginących gatunków roślin i zwierząt [Jankowski i Świerkosz, 1995]. W przypadku żółwia planowane jest sukcesywne tworzenie takiego ciągu rozpoczynającego się na zachodzie opisywanego obszaru tj. od okolic Słubic, poprzez okolice rezerwatu „Jezioro Młodno”, Krzesińskiego Parku Krajobrazowego, Osiecznicy, Krosna Odrzańskiego, Gryżyńskiego Parku Krajobrazowego, starorzeczy Odry w rejonie Zielonej Góry, Nowej Soli, jezior w okolicach Sławy (projektowanego Sławskiego Parku Krajobrazowego).

W celu efektywnego prowadzenia zaplanowanych działań wstępnie wytypowano kilkanaście stanowisk, do których w pierwszym rzędzie będą wypuszczane młode żółwie pochodzące wyłącznie z łęgówisk położonych na terenie województwa. Jest to szczególnie ważne, gdyż w wyniku krzyżowania osobników z długo izolowanych (kilkanaście, kilkadziesiąt pokoleń) populacji (np. z Polski wschodniej) może dojść do zjawiska opisywanego jako *outbreeding depression* - depresja powstała ze skrzyżowania zbyt odległych genetycznie genomów [Leding, 1986].

Wytypowane przez nas stanowiska obejmują głównie dzikie, zarastające i wolno płynące ciekii wodne, śródleśne bagna, starorzecza dużych rzek, płytkie jeziora oraz torfianki. Część z nich objęta jest różnymi formami ochrony - niektóre z nich są użytkami ekologicznymi, inne położone są na terenie rezerwatów przyrody, parków krajobrazowych bądź na obszarach chronionego krajobrazu.

Podstawowym założeniem odtwarzania i zasilania stanowisk w pasie Środkowej Odry jest uzyskanie jak największej liczby młodych z lokalnych łęgówisk. W związku z tym w najbliższych latach nadrzędnym zadaniem będzie lokalizacja nie znanych nam jeszcze łęgówisk na całej długości „korytarza” i hodowla młodych żółwi. Zostaną pod-

jęte prace pielęgnacyjne na istniejących łągowiskach, mające na celu przywrócenie ich naturalnych właściwości [Zemanek i in., 2000, mat. niepubl.].

Innym sposobem zmierzającym do zwiększenia sukcesu łągowego jest budowa sztucznych łągowisk. Taki obiekt, na zasadzie eksperymentu, został utworzony wśród starorzeczy Odry, na jednym ze stanowisk położonych nieopodal Zielonej Góry. W miejscu tym, po II wojnie światowej, pobliskie zbiornikowi wodnemu tereny, które być może stanowiły pierwotne łągowiska żółwi, zostały całkowicie zalesione. Dzięki pomocy Nadleśnictwa Przytok, po uprzednim odsłonięciu terenu, usypano z piasku obszerne sztuczne wzniesienie, które odpowiednio wymodelowano i obsadzono roślinnością. Ponadto utworzono tu szeroką przecinkę na linii brzeg zbiornika - wzniesienie. Obecnie prowadzone są tu odpowiednie obserwacje.

Pierwsze kroki zasilania istniejących lubuskich stanowisk żółwiami wyhodowanymi z jaj pozyskanych z natury zostały już poczynione. W maju 2000 r. po dziesięciomiesięcznym podhodowaniu wypuszczono do środowiska naturalnego 41 młodych *Emys orbicularis*. 32 z nich trafiły do rzeki Ilanki, 9 do rzeki Pliszki. We wrześniu 2000 r., z 3 zlokalizowanych gniazd wykluło się 15 żółwi. Od września 2000 r. do maja 2001 r. hodowane były one przez pierwszego z autorów niniejszej publikacji. 1 żółw zdechł w trakcie hodowli, natomiast pozostałe (14) wypuszczono na wolność (w dwóch miejscach), w maju 2001 r.

4. LITERATURA

- [1] AGAPOW L. *Nowe stanowisko żółwia błotnego Emys orbicularis L.* Wszechświat, 7/8: 206. Kraków (1970)
- [2] AGAPOW L., Lipnicki L. *Przyroda zanikającego jeziora Jezierce w Puszczy Noteckiej*. Gorzowski Ośrodek Badań i Ekspertyz Naukowych. Studia i materiały 6, 2: 27-37. Gorzów Wlkp. (1988)
- [3] CONWENTZ H. *Vorkommen und Verbreitung der Sumpfschildkröte in Westpreussen und im Nachbargebiet*. Anlange z. XXX Verwaltungsbericht d. Westpreussischen Provinzial-Museums f. d. Jahr 1909, Danzig (1910)
- [4] CZWAŁGA T. Występowanie żółwia błotnego (*Emys orbicularis*) w pobliżu Sulechowa. Biul. Lubuskiego Klubu Przyrodników, 6, 2: 8. Świebodzin (1986)
- [5] FRASE R. *Die Sumpfschildkröte in der Provinz Grenzmark Posen - Westpreussen*. (1929)
- [6] GLIWICZ J. *Znaczenie migracji dla trwałości populacji ssaków*. Prądnik. Prace Muz. Szafera 3: 213-219. (1991)
- [7] GŁOWACIŃSKI Z. (Ed.) *Polska czerwona księga zwierząt*. PWRiL. Warszawa (1992)
- [8] GRALICKI L. *Żółw błotny Emys orbicularis na Pojezierzu Drawskim*. Chr. Przyr. Ojcz., 34, 3: 88-89. (1978)
- [9] GRUHL K. *Tier und Pflanzenwelt des Kreises Grünberg in Schlesien und feiner näheren Umgebung*. Verlag von W. Levysohn, Grünberg in Schlesien, III Reptilien. 393-396. (1929)

- [10] GUZIKOWSKI P., Maciantowicz M. *Inwentaryzacja stanowisk żółwia błotnego *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) w województwie gorzowskim*. Praca magisterska, A.R. Poznań (1993)
- [11] JABŁOŃSKI A. J. *Żółw błotny*. Monografie przyrodnicze Nr 3. Wydawnictwo Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin (1998)
- [12] JANKOWSKI W., Świerkosz K. (Ed.) *Korytarz ekologiczny doliny Odry. Stan - Funkcjonowanie - Zagrożenia*. Fundacja IUCN Poland. Warszawa (1995)
- [13] LIRO A. (Ed.) *Koncepcja krajowej sieci ekologicznej ECONET - Polska*. Fundacja IUCN Poland, Warszawa (1995)
- [14] LEDING F. T. *Heterozygosity, heterozis, and fitness in outbreeding plants*. [W:] Soul M. (Ed.). *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer Ass., Sunderland, Mass.: 77-104. (1986)
- [15] MACIANTOWICZ M. *Żółw błotny w województwie zielonogórskim*. Wyd. Ligi Ochrony Przyrody. Zielona Góra (1996)
- [16] MACIANTOWICZ M. *Inwentaryzacja stanowisk żółwia błotnego *Emys orbicularis* L. w województwie gorzowskim*. Urząd Wojewódzki w Gorzowie Wlkp. (Mscr.). Gorzów Wlkp. (1999)
- [17] MACIANTOWICZ M., Najbar B. *Występowanie żółwia błotnego *Emys orbicularis* Linnaeus, 1758 na terenie województwa lubuskiego*. Przegląd Zoologiczny. XLIV, 3-4: 177-191. (2000)
- [18] MITRUS S., Zemanek M. *Distribution and biology of *Emys orbicularis* (L.) in Poland*. W: Die Europäische Sumpfschildkröte. Stapfia 69: 107-118. (2000)
- [19] NAJBAR B. *Wstępna ocena walorów przyrodniczych w zakresie występowania płazów (*Amphibia*) i gadów (*Reptilia*) w dolinie i terenach zalewowych rzeki Odry na obszarze województwa zielonogórskiego*. W: Jerzak L. (Ed.) *Wstępna waloryzacja przyrodnicza międzywala i niektórych terenów przyległych rzeki Odry na terenie województwa zielonogórskiego na odcinku pomiędzy 408 a 543 km*. LOP, Zielona Góra (Mscr.). (1996)
- [20] NAJBAR B., Maciantowicz M. *Deformation and damage to carapaces of the European pond turtle - *Emys orbicularis* (L.) in western Poland*. Proceedings of 2nd International Symposium on *Emys orbicularis*. Editions Soptom. Chelonii, 2: 88-94. (2000)
- [21] NAJBAR B., Maciantowicz M. *The distribution of the pond turtle *Emys o. orbicularis* (L.) in the Lubuskie region (western Poland) and the initiative to reconstruct and supply the present sites of this species in the Middle Odra region* (w druku).
- [22] RADKIEWICZ J. *Nowe stanowisko żółwia błotnego, *Emys orbicularis* L. na Ziemi Lubuskiej*. Wszechświat, 6: 161. (1967)
- [23] RADKIEWICZ J. *Gady i płazy byłego województwa zielonogórskiego*. XII Zjazd PTZool. Poznań 3-6.IX.1979; streszczenia referatów. 144-145. (1979)
- [24] RADKIEWICZ J. *Herpetofauna Środkowego Nadodrza*. Materiały I Zjazdu Przyrodników Ziemi Lubuskiej. Świebodziński Dom Kultury, 16-17. (1983)
- [25] STANIEWSKI W. *Żółw błotny (*Emys orbicularis* Linnaeus, 1758) w północno-zachodniej Polsce, występowanie, stan ochrony i perspektywy jego zachowania*. Praca magisterska - Katedra Zoologii Stosowanej. Akademia Rolnicza Poznań (1987)

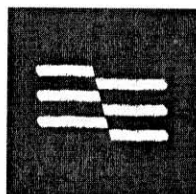
- [26] WITKOWSKI Z. *Uwagi o ochronie puli genowej populacji*. Prądnik. Prace Muz. Szafera 3: 13-22. (1991)
- [27] ZEMANEK M. (ED.), Guzikowski P., Maciantowicz M., Majcher K., Mitrus S., Najbar B., Różycki A., Rybacki M., Sołtys M. *Aktywna ochrona żółwia błotnego *Emys orbicularis* (L.) na terenie Polski (Mscr.)*. (2000)



GEOWŁÓKNINY GEON – TEORIA I PRAKTYKA

GEON UNWOVEN FABRIC – THEORY AND PRACTICE

Novita S.A. w Zielonej Górze



włókniny budowlane

Pierwsze przykłady stosowania materiałów w inżynierskich budowlach geotechnicznych znane są ze starożytności kiedy to ówczesni budowniczowie dróg stosowali maty słomiane do stabilizacji i wzmacniania podłoża. Jednak materiał ten był bardzo nietrwały. Ulegał biodegradacji – rozkładowi pod wpływem czynników środowiska naturalnego (opady atmosferyczne).

W połowie lat 50 XX wieku francuski inżynier Vidal prowadził próby zbrojenia gruntu w budowlach geotechnicznych siatką miedzianą. Ten materiał również okazał się nieprzydatny ze względu na wysoką cenę.

Dopiero dynamiczny rozwój chemii polimerów (związków ropopochodnych) i wynalezienie surowców takich jak poliester czy polipropylen pozwoliło na rozwój geotechnicznych materiałów syntetycznych do wzmacniania, stabilizacji i odwodnień inżynierskich budowli geotechnicznych.

Obecnie na materiały geosyntetyczne składają się :

- Folie PEHD lub PCV – potocznie zwane geomembraną
- Włókniny polipropylenowe i poliestrowe – zwane geowłókninami
- Tkaniny polipropylenowe i poliestrowe – zwane geotkaninami
- Systemy komórkowe z polipropylenu – zwane geokratą
- Siatki poliestrowe i polipropylenowe – zwane geosiatkami.

Od 1984 roku NOVITA S.A. rozpoczęła produkcję włóknin technicznych, również geowłóknin.

INFORMACJE PODSTAWOWE :

Włóknina – wyrób tekstylny powstały z ciągłego strumienia włókien połączonych ze sobą mechanicznie (igłowanie), chemicznie (klejenie) lub termicznie.

Geowłóknina – rodzaj włókniny produkowanej z surowców odpornych na czynniki biodegradujące, przeznaczona do stosowania w inżynierskich budowlach geotechnicznych.

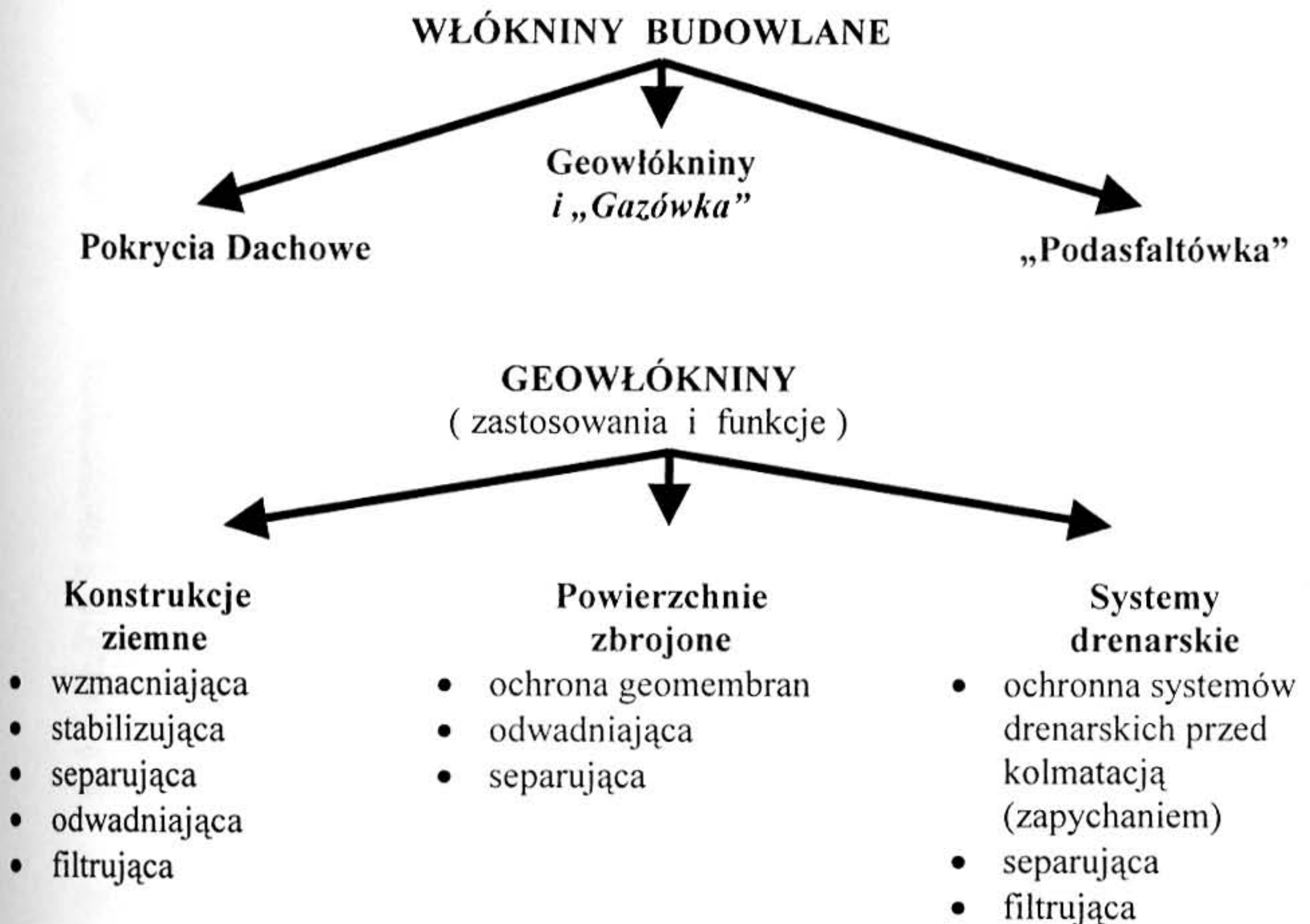
GEON - igłowana geowłóknina produkowana przez NOVITA S.A. z włókien polipropylenowych zaliczanych do grupy najtrwalszych polimerów nie szkodliwych dla człowieka i środowiska naturalnego.

GEON = wysoka i powtarzalna jakość !!!

Wysoką jakość naszych wyrobów potwierdzają posiadane :

- Aprobaty Techniczne **ITB**
- Aprobaty Techniczne **IBDiM**
- Atest Higieniczny **PZH**

Zgodnie z niemiecką normą DIN 54307 geowłókniny GEON zaliczają się do trzeciej i czwartej (najwyższej) klasy odporności na przebicie.

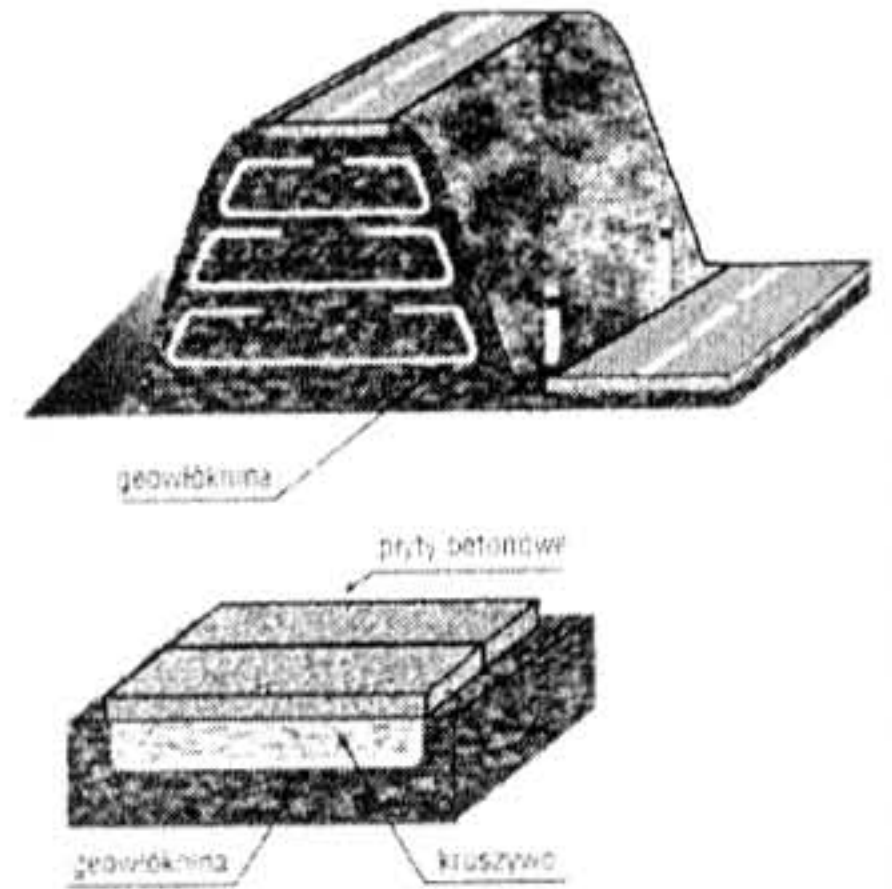
PRZEZNACZENIE :**Korzyści jakie daje stosowanie geowłóknin GEON :**

- Zmniejszenie ilości prac ziemnych (wykopy, przemieszczanie gruntów)
- Zwiększenie nośności gruntu
- Wzmocnienie konstrukcji budowli ziemnej
- Zwiększenie stabilności budowanych konstrukcji ziemnych
- Zmniejszenie obciążenia podłoża
- Skrócenie czasu realizacji inwestycji przez skrócenie czasu konsolidacji gruntu
- Uproszczenie technologii budowy
- Znaczne obniżenie kosztów realizacji inwestycji
- Wydłużenie trwałości wybudowanych konstrukcji geotechnicznych

PRAKTYCZNE PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA GEOWŁÓKNIN GEON :

- ❖ Drogi, nasypy, wały, drogi tymczasowe :
- ❖ Składowiska odpadów :
- ❖ Systemy drenarskie :
- ❖ Pokrycia dachowe :

drogi, nasypy, drogi tymczasowe



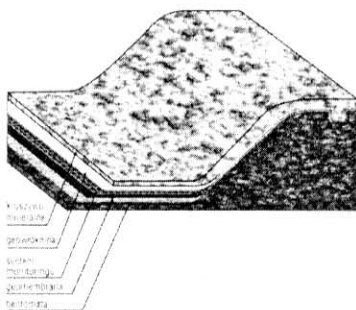
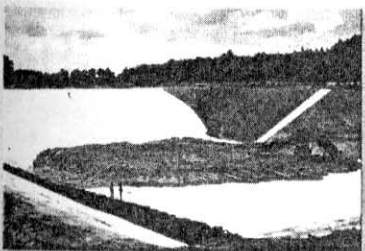
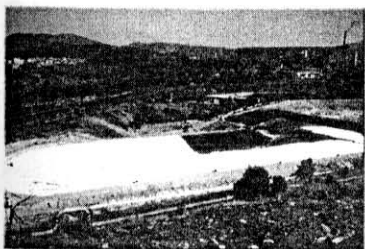
Przy budowie dróg, nasypów drogowych, tymczasowych dróg dojazdowych, wałów przeciwpowodziowych itp., geowłókny tworzą warstwę separacyjną i wzmacniającą, zapobiegając wciskaniu w rodzimy grunt kruszywa z warstw nadbudowy. Ponadto zapobiegają migracji cząsteczek gruntu, rozkładają w swojej płaszczyźnie obciążenia i naprężenie, poprawiają odwodnienie budowli zapobiegając rozmyciu jej przez wodę.

Korzyści:

- zmniejszenie ilości prac ziemnych,
- zwiększenie nośności gruntu,
- zwiększenie stabilności budowlanych konstrukcji ziemnych,
- zmniejszenie obciążenia podłoża,
- skrócenie czasu realizacji inwestycji,
- wydłużenie trwałości konstrukcji i czasu eksploatacji,
- obniżenie kosztów realizacji.



składowiska odpadów



W budowie składowisk odpadów geowłókny tworzą barierę ochronną, zabezpieczającą geomembranę przed uszkodzeniami mechanicznymi, powstałymi na skutek przebieg punktowych, docisku, przetarcia itp.

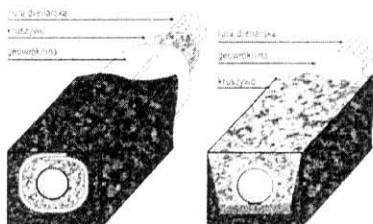
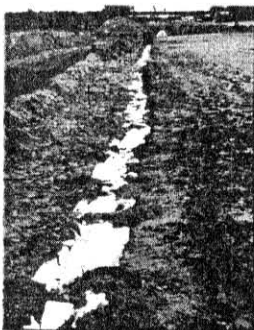
Dzięki strukturze wewnętrznej umożliwiają przepływ cieczy w swojej płaszczyźnie, wspomagając systemy odwadniające.

Korzyści:

- zwiększenie skuteczności systemów uszczelniających i odwadniających,
- wydłużenie czasu eksploatacji składowiska poprzez zwiększenie powierzchni składowania,
- zwiększenie trwałości konstrukcji,
- skrócenie czasu realizacji inwestycji,
- obniżenie kosztów realizacji.



drenaż



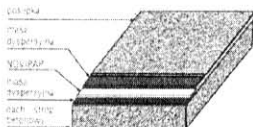
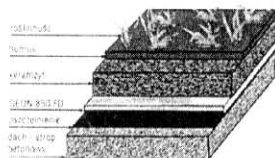
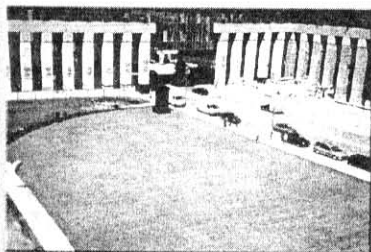
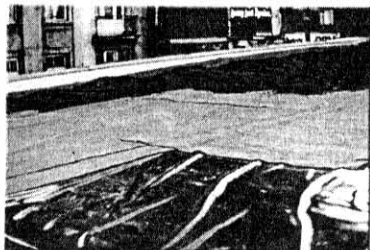
W budowie systemów drenarskich (odwadniającego) dróg, torowisk, boisk, placów, wałów itp. geotekstyliny tworzą skuteczny filtr, umożliwiając przepływ wody i odcieków, zapobiegając jednocześnie zamuleniu (kolmatacji) systemu drenarskiego.

Korzyści:

- zwiększenie trwałości systemu drenarskiego,
- zwiększenie skuteczności systemów odwadniających,
- skrócenie czasu realizacji inwestycji,
- obniżenie kosztów realizacji.



pokrycia dachowe



Pokrycia na zimno

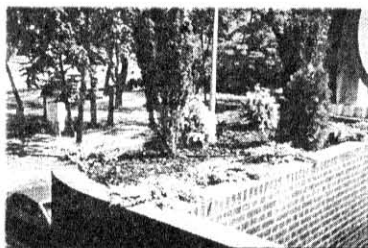
Przy wykonywaniu pokryć dachowych włókniny tworzą w połączeniu z warstwami mas dyspersyjnych elastyczną powłokę odporną na pęknięcie pod wpływem ruchów ("pracy") konstrukcji dachu.

"Zielone dachy"

Przy budowie "Zielonych Dachów" geowłóknina **GEON 850 FD** o specjalnej strukturze stanowi system sterujący należytą gospodarką wodną, zabezpieczając wraz z warstwą kruszywa niezbędną dla życia roślin ilość wody, zarazem jej nadmiar odprowadzając do systemu rynnowego. Ponadto stanowi barierę ochronną zabezpieczającą folię PCV przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Korzyści:

- zwiększenie skuteczności pokrycia dachu,
- zwiększenie trwałości pokrycia,
- wydłużenie czasu eksploatacji bez konieczności naprawy,
- obniżenie kosztów eksploatacji.



parametry techniczne

| Lp | Cecha | jedn. | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | GEON | |
|----|---|-----------------------------------|----------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------------|-----------------|--|
| | | | 200 800-560 | 250 800-208 | 300 800-414 | 350 600-150 | 400 600-427 | 500 600-236 | 600 800-430 | 600 800-353 | 700 800-442 | 750 800-251 | 800 600-455 | 1000 600-466 | 1100 600-162 | 1200 600-470 | |
| 1 | Masa powierzchniowa | g/m ² | 210 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 600 | 700 | 750 | 800 | 1000 | 1100 | 1200 | |
| 2 | Głębokość | mm | 3 | 2,9 | 3,6 | 4,5 | 4,4 | 4,4 | 5,4 | 4,5 | 5,5 | 6 | 6,1 | 6,7 | 8,5 | 7,7 | |
| 3 | Wytrzymałość na: wzrost pasma | kN/m | 8,06 | 8,77 | 10,13 | > 8 | 14,42 | 16,13 | 16,36 | 12,46 | 22,62 | 27,2 | 38,28 | 32,9 | > 25 | 36,5 | |
| | | | 12,6 | 15,6 | 17,45 | > 18 | 22,98 | 27,93 | 48,94 | 14,60 | 59,44 | 46 | 68,12 | 94,08 | > 55 | 73 | |
| | | | | | | | | | | 30,93 | | | | | | | |
| 4 | Względne wydłużenie przy rozwarciu | % | 120 | 159 | 143,32 | 100-170 | 152,76 | 131,67 | 157 | 16,00 | 156,88 | 116 | 155,32 | 157,96 | 120-200 | 175,08 | |
| | | | | | | | | | | 123,67 | | | | | | | |
| | | | 96 | 108 | 93,32 | 90-140 | 90,38 | 95,33 | 72,3 | 11,77 | 70,28 | 83,33 | 70,68 | 69,04 | 80-140 | 100,44 | |
| 5 | Wytrzymałość na przebicie w warunkach badania CBR | wartość średnia | 1410 | 791,67 | 2333 | 2411 | 3033 | 1708,33 | 5633 | 1416,67 | 6800 | 2650 | 8233 | 11400 | 7489 | 8700 | |
| | | | | | | | | | | 1796,67 | | | | | | | |
| | | | 72 | 76,39 | 115 | 103 | 58 | 100,79 | 379 | 14,45 | 200 | 217,83 | 208 | 200 | 197 | 100 | |
| 6 | Odkształcenia w warunkach badania CBR przy przebiegu | % | 72 mm | 84,58 | 72,02 | 101,2 mm | 72,02 | 61,53 | 59,08 | 24,47 | 54,47 | 90,35 | 59,06 | 67,2 | 100,8 | 74,67 | |
| | | | | | | | | | | 68,72 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Przepływ wody prostopadły do płaskich geowłóknin przy h wody = 10 cm | dm ³ /m ² s | 1,9*10 ⁻³ | 90,27 | 68,15 | 5*10 ⁻³ | 41,76 | 3*10 ⁻³ | 34,9 | 39,2 | 28,89 | 36,11 | 24,82 | 23,14 | 3*10 ⁻³ m/s | 20,42 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Wskaźnik wodoprzepuszczalności prostopadły do płaskich geowłóknin dla kolumny złożonej z 15 warstw przy h wody = 10 cm, przy obciążeniu 2 kPa | ml/dobę | - | 79,95 | 91,68 | - | 102,37 | 140,59 | 141,93 | 150,86 | 169,22 | 112,23 | 177,08 | 183,57 | - | 217,42 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Oporność na dynamiczne przebicie (metoda spadającego stożka) - średnica obrotu | mm | < 10 | - | < 6 | < 6 | < 5 | < 5 | < 6 | - | < 5 | < 5 | < 3 | < 3 | brak | < 2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Parametry zestawiono w oparciu o wyniki badań przeprowadzone przez ITB oraz IBDIM.

I - wartości uzyskane w fazie pracy nośnika z tkaniny polipropylenowej
II - wartości uzyskane po zerwaniu nośnika z tkaniny polipropylenowej

wtyczne doboru geowłóknin

| ZASTOSOWANIE | GEON 200 | GEON 250 | GEON 300 | GEON 350 | GEON 400 | GEON 500 | GEON 600 | GEON 600T | GEON 700 | GEON 750 | GEON 800 | GEON 1000 | GEON 1100 | GEON 1300 | GEON 190 PPS |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Systemy drenarskie | | | | | | | | | | | | | | | |
| Warstwy separacyjne w budownictwie komunikacyjnym | | | | | | | | | | | | | | | |
| Warstwy znaczące w budownictwie komunikacyjnym | | | | | | | | | | | | | | | |
| Warstwy podkładowe w ciężkim zbrojeniu granu | | | | | | | | | | | | | | | |
| Międzywarstwy w nawierzchniach asfaltowych | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zabezpieczenia geomembran | | | | | | | | | | | | | | | |
| Odpowietrziki | | | | | | | | | | | | | | | |

Rekomendowane zastosowania

SZCZEGÓLNE PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA GEOSYNTETYKÓW :

Leśne drogi przeciw pożarowe :

Stan leśnych dróg przeciw pożarowych, pozostawionych samym sobie i działaniu naturalnych czynników atmosferycznych, bardzo często nie pozwala na skuteczną akcję gaśniczą lub przejazd pojazdów w razie wyższej konieczności.

Zastosowanie przy naprawie kompozycji złożonej z geowłókniny i geokraty (system komórkowy) pozwala zachować doskonałą równość odbudowanej drogi na bardzo długi okres czasu bez naruszenia środowiska naturalnego, w szczególności nie narusza migracji – naturalnego obiegu wody w środowisku leśnym.

Zaprezentowane zdjęcia na kolorowej wklejce pokazują :

- drogę leśną przed przebudową – fot. 1,
- drogę leśną po wbudowaniu systemu komórkowego – fot. 2.

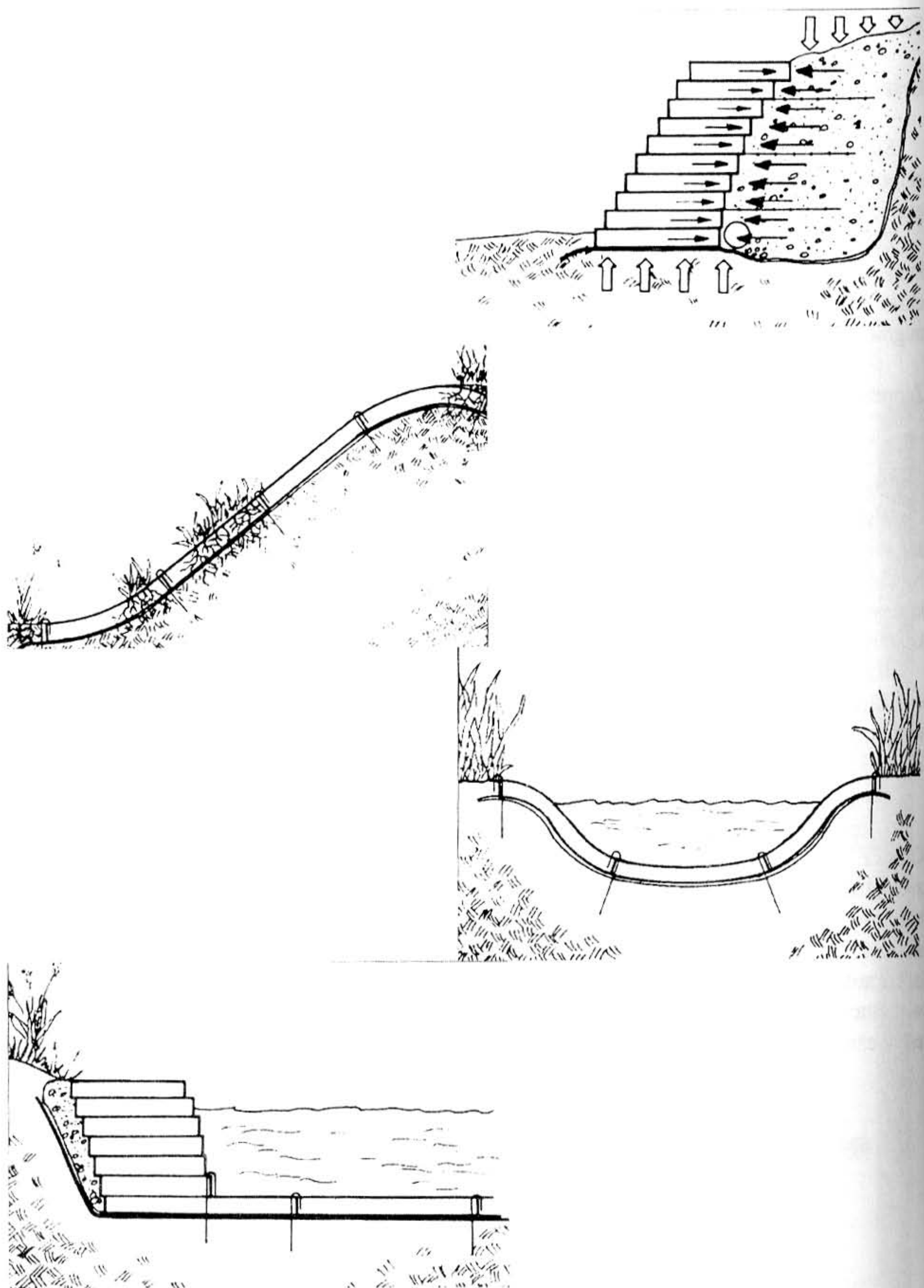
Wybudowanie drogi przy użyciu systemu komórkowego i geowłókniny jest zadaniem zdecydowanie prostszym, szybszym w realizacji i tańszym.

Niezbędnym jest użycie geowłókniny jako separatora, uniemożliwiającego przeniknięcie kruszywa stanowiącego wypełnienie systemu komórkowego do podłoża. System komórkowy jest skuteczny tylko wtedy gdy jest wypełniony kruszywem.

Przy użyciu systemu komórkowego można również budować drogi dojazdowe, osiedlowe, można wzmacniać skarpy, zbocza czy osuwiska ziemi. Również można wzmacniać i stabilizować brzegi zbiorników wodnych i zabezpieczać ruchome piaski.

Zawsze koniecznym jest użycie geowłókniny pełniącej funkcję separatora.

Oprócz funkcji konstrukcyjnych, czyli ochrony przed dużymi obciążeniami zewnętrznymi geokrata „TABOSS” może spełniać rolę ochronną przy zabezpieczeniu trwałości skarp i zboczy. Przy ułożeniu geokraty nawet na bardzo stromym zboczu lub skarpie i wypełnieniu jej materiałem przepuszczalnym powoduje, że zwiększa się odporność zbocza na erozję powierzchniową i przy zachowaniu odpowiedniej wilgotności w komórkach siatki pozwala na rozwój różnego rodzaju roślinności co daje estetyczny wygląd końcowy wykonanych prac ziemnych.



Rys. Przykład skarpy zabezpieczonej antyerozyjnie przez zastosowanie geokraty „TABOSS”



Paweł PIENKOWSKI, Michał KUPIEC

**PROCES ZARASTANIA JEZIORA ŚWIDWIE I ZMIANY
W UŻYTKOWANIU JEGO OTOCZENIA
OD POCZĄTKU XIX DO KOŃCA XX WIEKU**

**PROCESS OF OVERGROWING OF ŚWIDWIE LAKE AND
CHANGES IN ITS SURROUNDINGS LAND USE FROM THE
BEGINNING OF THE 19TH CENTURY UNTIL THE END OF THE
20TH CENTURY**

Akademia Rolnicza w Szczecinie, Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Academy of Agriculture in Szczecin, Department of Ecology and Environment
Protection

Streszczenie

Niniejsza praca przedstawia etapy zanikania płytkiego eutroficznego jeziora Świdwie, które od roku 1963 jest częścią rezerwatu fauny. Zmiany w samej zlewni (obszar wolnej wody i trzciny) oraz wykorzystanie zlewni w zasięgu 1,5 km od brzegu jeziora w ciągu ostatnich dwustu lat były przedmiotem badań opartych na mapach topograficznych i zdjęciach lotniczych. Analiza materiałów kartograficznych wykonanych przy zastosowaniu programów GIS pozwoliła na potwierdzenie wpływu prac hydrotechnicznych na zmniejszenie powierzchni lustra wody. Największe nasilenie tego procesu można było zaobserwować w latach 1830-1888 (budowa rowów melioracyjnych) oraz w latach 1936-1948 (obniżenie poziomu powierzchni wody). Na zmeliorowanej powierzchni nastąpiła charakterystyczna vegetacja roślin. Po drugiej wojnie światowej w północnej części zbiornika pojawiły się zespoły lasów bagiennych, natomiast vegetacja trzciny przeniosła się na powierzchnię wód wolnych, w wyniku czego nastąpiło ich zmniejszenie z 467,1 ha w 1830 do 75,9 ha w roku 1996. Również utylizacja części obszaru zlewni będącego przedmiotem badań została poddana dość istotnym transformacjom. W latach trzydziestych XIX w pola uprawne stanowiły tylko 11,1% zlewni natomiast 40 lat później ich obszar wzrósł do 54,5% (głównie kosztem lasów i terenów podmokłych). W okresie powojennym ponownie nastąpiło zmniejszenie powierzchni pól uprawnych do 18,2% (w wyniku zalesienia pól i pozostawienia ich jako nieużytki).

Summary

This paper presents the stages of disappearance of a shallow eutrophic lake Świdwie, which since 1963 is a part of faunal reserve. Changes in the lake basin itself (area of an open water and reeds), as well as utilisation area of the basin with a buffer of 1,5 km from the basin shores were studied in the two hundred years period based on topographical maps and aerial photos. Analyses of cartographic material conducted with use of GIS programmes allowed to ascertain the influence of hydrotechnical works on decrease of the open water surface. The greatest escalation of this process was observed between 1830–1888 (construction of ditches) and in 1936–1948 (lowering of the water surface level). On the meliorated surfaces there was a distinctive succession of vegetation. In the northern part of the reservoir after the 2nd World War swamp forest communities appeared, whereas reed vegetation moved upon the open water surface, resulting in its decrease from 467,1 ha in 1830 to 75,9 ha in 1996. Likewise utilisation of the researched section of the basin underwent significant transformations. In the years 1830 fields constituted only 11,1%, whereas after 40 years their area increased to 54,5% (mainly at the expense of forests and wetlands areas). In the period after the war there was again decrease in the surface area of arable lands down to 18,2% as a result of afforestation of the fields and abandonment as waste lands.

1. WSTĘP

Jezióra są stosunkowo nietrwałym elementem krajobrazu i z tego względu uważa się je za wskaźnik młodości krajobrazów polodowcowych. O szybkości zanikania jezior decyduje wiele czynników z których do najważniejszych zalicza się: typ jeziora, środowisko morfogenetyczne, budowę geologiczną obszaru, rozwój sieci hydrologicznej, klimat, szatę roślinną i gospodarkę człowieka [Mikołajski, 1966]. W pierwszym rzędzie zanikają płytkie jeziora eutroficzne, natomiast głębsze jeziora typu rynnowego są znacznie bardziej trwałe.

Ocenia się, że w holocenie w dawnym woj. szczecińskim zanikło już około 2/3 jezior [Kalinowska za Mikołajskim, 1966]. Przy obecnym tempie zaniku jezior w Polsce ich perspektywiczny wiek w większości przypadku można szacować na kilkaset do 2-3 tys. lat [Choiński, 1995]. Procesy zarastania i lądowienia jezior, przyspieszone w ostatnich latach działalnością człowieka, wywierają niewątpliwie wpływ na faunę związaną ze środowiskiem otwartych wód powierzchniowych, zwłaszcza płazów i ptactwa wodnoblotnego.

W niniejszej pracy przedstawiono etapy zanikania płytkiego eutroficznego jeziora Świdwie, które od roku 1963 wchodzi w skład rezerwatu faunistycznego. Zmiany w obrębie samej misy jeziora (obszar otwartej toni i trzcinowisk), jak również użytkowania zlewni w promieniu 1,5 km od brzegów misy na przestrzeni dwustu lat prześledzono na podstawie map topograficznych oraz zdjęć lotniczych.

2. MATERIAŁ I METODY

Analizę użytkowania badanego obszaru przeprowadzono na podstawie niemieckich i polskich map topograficznych w skali 1:25 000 z lat 1834, 1888, 1936, 1984 oraz zdjęć lotniczych z lat 1948 i 1996.

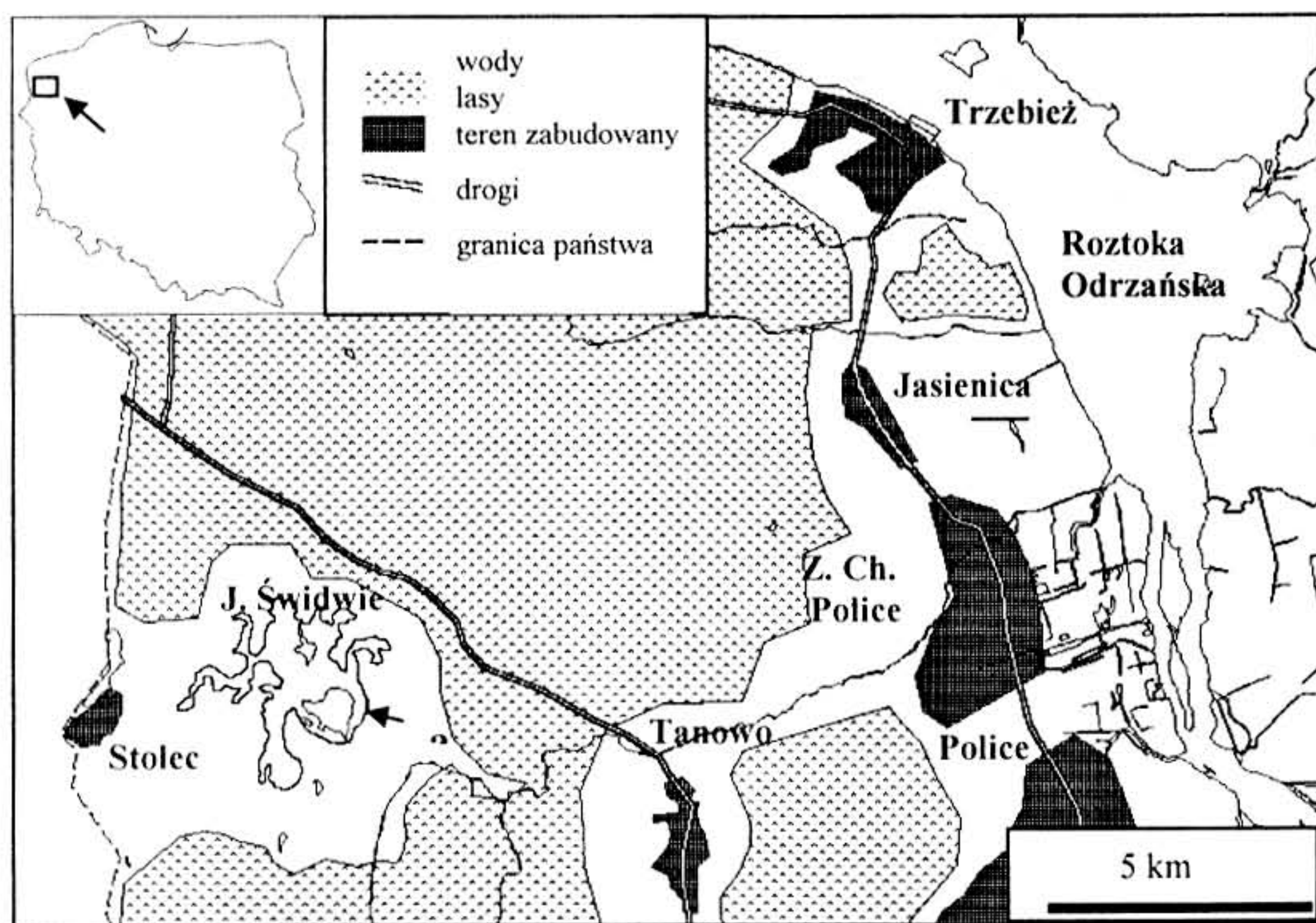
Po rejestracji materiałów w układzie współrzędnych 1965, w programie ArcInfo zdigitalizowano poligony zaznaczone na niemieckich i polskich mapach topograficznych jako: wody, bagna, podmokłe łąki, łąki, grunty orne i lasy, a także linie rowów i cieków. W pracy przy analizie zmian pokrycia terenu posłużono się nazewnictwem stosowanym na mapach topograficznych. Ze względu na trudności w interpretacji stopnia uwilgotnienia obszarów przedstawionych na zdjęciach lotniczych powierzchnie bagien, podmokłych łąk oraz łąk wyliczono łącznie. Poszczególne powierzchnie wyznaczono oddzielnie dla misy jeziora, znajdującej się wewnątrz poziomicy 13,5 m (pow. 508,3 ha) oraz dla powierzchni poza misą w buforze 1500 m (pow. 1949,73 ha). Zmiany i transformacje w użytkowaniu terenu ustalono po rasteryzacji w programie Idrisi.

3. OBSZAR BADAŃ

Jezioro Świdwie leży na obszarze Równiny Wkrzańskiej [Kondracki, 2000], położonej na terasach Zalewu Szczecińskiego i Odry (rys. 1), której genezę należy wiązać z działalnością wód roztopowych i peryglacjalnych, tworzących znaczne powierzchnie sandrowe [Karczewski, 1968]. Obszar ten charakteryzuje się glebami piaszczystymi, silnie zbielicowanymi, w niektórych miejscach ułożonymi w wydmy porośnięte przez lasy sosnowe. Tylko na nielicznych płatach moreny dennej jest on użytkowany rolniczo. W zlewni jeziora, liczącej 48,6 km², na obszarach zajętych przez użytki zielone, występują głównie gleby murszowate, murszowo-mineralne oraz mursze na torfach.

Pierwotny zasięg jeziora odtworzony na podstawie zalegania osadów gytii [Jasnowski, Jasnowska, 1960] wynosił 1216 ha. W I połowie XIX wieku otwarte lustro wody zajmowało 467,1 ha, jednak przeprowadzone przed II wojną światową intensywne prace melioracyjne (ryc. 2) spowodowały znaczne jego zmniejszenie. Obecnie jezioro wraz z zespołami roślinności szuwarowej zajmuje łączną powierzchnię 358 ha, natomiast powierzchnia odkrytego lustra złożonego z dwóch większych obszarów wodnych wynosi 60 ha. Część południowa, stanowiąca jezioro „właściwe” zajmuje obecnie 47,2 ha, a część północna 12,6 ha (stan z roku 1997).

Dominującą rolę w łądowaniu jeziora Świdwie odgrywają zespoły szuwarowe z klasy *Phragmitetea communis*, a wśród nich największą powierzchnią zajmuje szuwar trzcinowy – *Phragmitetum* [Bacieccko, Kowalski 1993]. Szczegółową charakterystyką geobotaniczną rezerwatu jeziora Świdwie oraz opis występującej w nim roślinności wodnej i szuwarowej przedstawili w swoich pracach [Kowalski i Bacieccko 1993].



Rys. 1 Położenie jeziora Świdwie (a – pierwotny zasięg wg Jasnowski i Jasnowska, 1960)

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW

4.1. Zmiany w obrębie misy jeziora

Na podstawie analizy topograficznej mapy z roku 1830 można stwierdzić, że już w pierwszej połowie XIX wieku w obrębie analizowanej misy jeziora, zwłaszcza w jej południowo-zachodniej części, znajdowały się duże płyty roślinności wynurzonej (ryc. 3). Otwarte lustro wody występowało od strony Węgornika (*Aalgraben*), w miejscu wypływu z jeziora rzeki Gunicy oraz przy brzegu od strony Zalesia (*Sonnenwalde*). Ze względu iż pruskie mapy topograficzne z początku XIX w. charakteryzowały się dużą generalizacją, wielkość otwartego lustra wody w tamtym okresie można jedynie szacować na 200÷235 ha (tab.2).

Na mapie z omawianego okresu na południe od brzegu Świdwia zaznaczono również mały zbiornik wodny o powierzchni 1,0 ha oraz większe jeziorko (*Krintz See*) z otwartym lustrem wody o pow. 26,3 ha. Obszary, na których znajdowały się te zbiorniki, na późniejszej mapie niemieckiej z 1888 roku zaznaczono już jako łąki i podmokłe łąki, odwodnione siecią rowów.

TABELA 1

Prace hydrotechniczne przeprowadzone na badanym obszarze w XIX i XXw*

| Lata | poziom lustra wody [m n.p.m.] | prace hydrotechniczne | sytuacja |
|-------------|-------------------------------|--|--|
| 1888 | 12,8 | przed 1888 - budowa sieci rowów melioracyjnych | w porównaniu z 1830 r. spadek powierzchni otwartego lustra wody o 37% |
| 1965 - 1978 | 12,0 | --- | niedobory wody, szybkie zarastanie i wypływanie zbiornika. |
| 1978 - 1991 | 12,3 | 1978 - budowa drewnianej zastawki na wypływającej z jeziora Gunicy | podwyższenie poziomu lustra wody; wciąż postępujące wypływanie i zarastanie fragmentów brzegów zbiornika |
| 1991 - 1994 | 12,5 | 1994 - budowa betonowego progu z regulowaną zastawą | polepszenie warunków hydrologii; w okresie letnim poziom lustra wody spada poniżej progu zastawy |
| 1995 - 1996 | 12,5 | 1995 - wymuszone nawodnienie rezerwatu od strony jez. Stolsko | podniesienie stanu wody do poziomu pozwalającego na całoroczny przepływ wody przez zastawę na Gunicy |

* na podstawie opracowania: „Transgraniczna ocena oddziaływania na środowisko planowanych przedsięwzięć wodno-budowlanych i hydrotechnicznych w zlewni Jeziora Świdwie”, 1994

TABELA 2

Zmiany w obrębie misy jeziora Świdwie (wnętrze poziomicy 13,5m)

| Powierzchnia | Lata | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 1830 | | 1886 | | 1936 | | 1948 | | 1984 | | 1996 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % |
| otwartego lustra wody | 467,1 | 91,8 | 295,0 | 58,0 | 294,8 | 57,9 | 85,4 | 16,8 | 62,7 | 12,3 | 75,9 | 14,9 |
| roślinności wynurzonej* | 235,0 | - | 74,7 | - | 43,5 | - | 0,0 | - | 0,0 | - | - | - |
| bagien (szuwarów) | | | 75,3 | 14,8 | 86,0 | 16,9 | | | 284,6 | 56,0 | | |
| łąk podmokłych | 39,6 | 7,7 | 99,0 | 19,5 | 45,9 | 9,0 | 374,3 | 73,6 | 98,2 | 19,3 | 393,0 | 77,3 |
| łąk | | | 5,1 | 1,0 | 45,1 | 8,9 | | | 26,8 | 5,2 | | |
| lasów | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 0,5 | 18,8 | 3,7 | 7,9 | 1,6 | 29,3 | 5,7 |
| gruntów ornych | 1,6 | 0,5 | 33,9 | 6,7 | 35,6 | 6,8 | 29,8 | 5,9 | 28,1 | 5,6 | 10,1 | 2,1 |

* wyliczono szacunkowo w obrębie otwartego lustra wody

W przeciwieństwie do mapy wcześniejszej mapa z roku 1888 dość dokładnie odzwierciedla stan zbiornika i użytkowanie obszaru, dodatkowo zaznaczono na niej poziomice, które ułatwiają interpretację. Na mapie tej stwierdza się znaczne zmniejszenie obszaru zajmowanego przez otwarte lustro wody. Proces łądowienia zaznaczył się głównie w zachodniej części jeziora, gdzie w miejscu dawnego lustra wody zbudowano sieć rowów odwadniających. Obszar ten zaznaczono na mapie jako podmokłe łąki. Z wyjątkiem części północno-wschodniej w pobliżu brzegów zbiornika stwierdza się także około 50–100 metrowy pas roślinności wynurzanej. Płaty roślinności wynurzanej zaznaczono także wewnątrz misy jeziora (tab. 2, rys. 3). W pobliżu wypływu Gunicy z jeziora zaznaczono również groblę z kanałem odwadniającym.

Na mapie z roku 1936 nie stwierdzono istotnych zmian w stosunku do mapy z końca XIX w. Zauważa się jedynie zanik płatów roślinności wynurzanej wewnątrz zbiornika (rys. 3 i 4). Natomiast największe zmiany powierzchni otwartego lustra wody nastąpiły w latach 1939–1948, gdy jego powierzchnia zmniejszyła się z 294,8 ha do 85,4 ha. Panchromatyczne zdjęcie lotnicze z roku 1948 ilustruje znaczny przyrost powierzchni szuwarów i utworzenie w tym okresie istniejących do dzisiaj dwóch otwartych powierzchni wodnych (rys. 4). Pomiędzy nimi w roku 1948 widoczne są jeszcze małe enklawy wodne pozbawione roślinności wynurzanej o łącznej powierzchni 1,3 ha. Proces łądowienia zaznaczył się również w północnej części zbiornika, gdzie na obszarach oznaczonych w I połowie XIX w. jeszcze jako wody po II wojnie światowej pojawiły się płaty bagiennych zbiorowisk leśnych o łącznej powierzchni 18,8 ha.

Do roku 1984 zaszły nieznaczne zmiany w powierzchni zajmowanej przez szuwały. Stwierdzono jedynie 26,7 % spadek powierzchni południowego lustra (zwłaszcza jego części zachodniej) i 22,8% lustra północnego. W roku 1997, w następstwie podwyższenia poziomu wody w jeziorze, spowodowanego budową betonowego progu z regulowaną zastawą (rok 1994), stwierdzono na zdjęciu lotniczym ponowne zwiększenia się powierzchni otwartej wody z 62,7 ha w roku 1984 do 75,9 ha. W części północnej zbiornika zaobserwowano również dalsze zwiększenie się powierzchni bagiennych zbiorowisk leśnych, które w 1996 roku zajmowały obszar 29,3 ha. Zmiany poziomu lustra wody jeziora oraz prace hydrotechniczne przeprowadzone w latach 1965–1996 przedstawiono w tabeli 1.

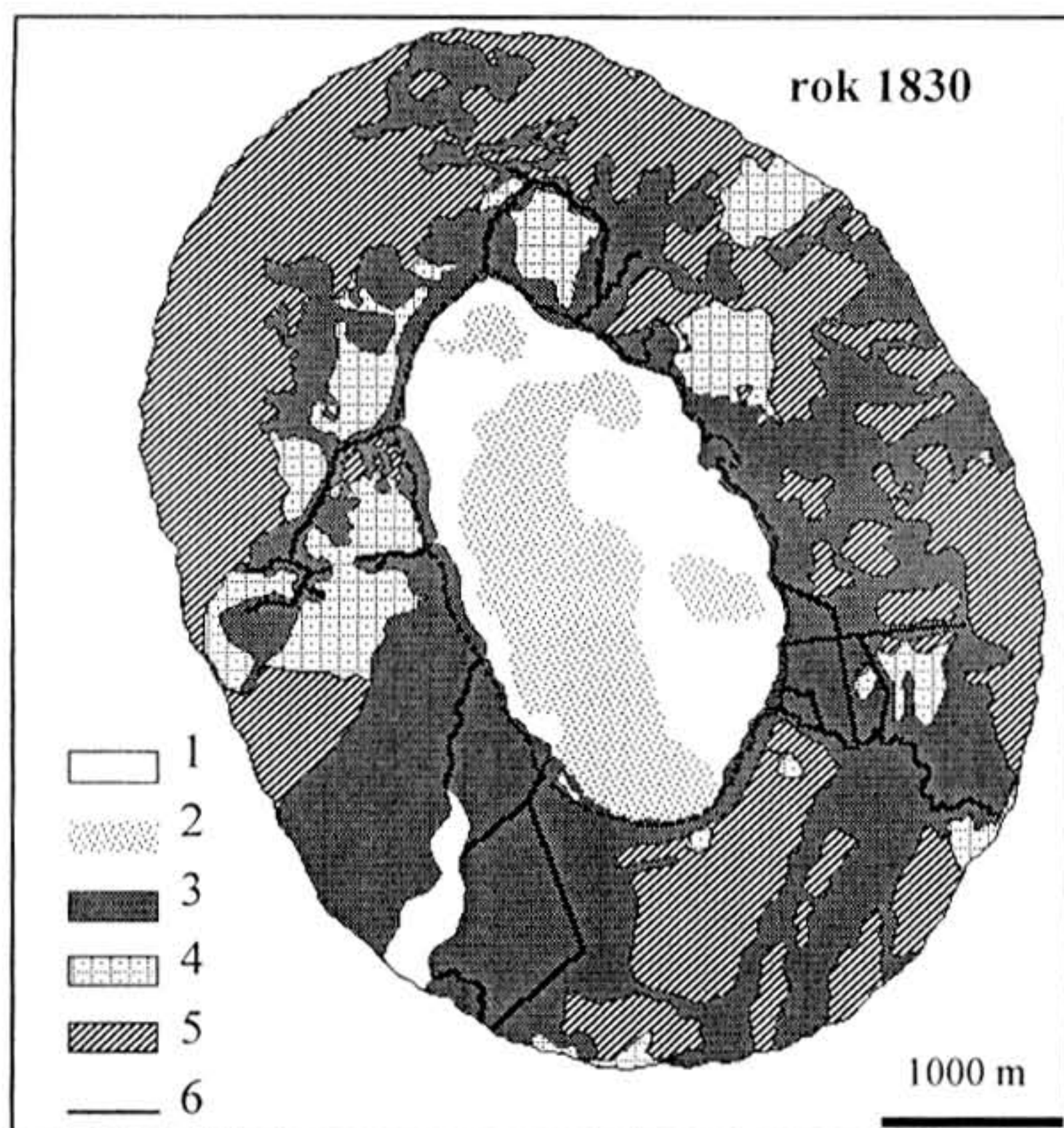
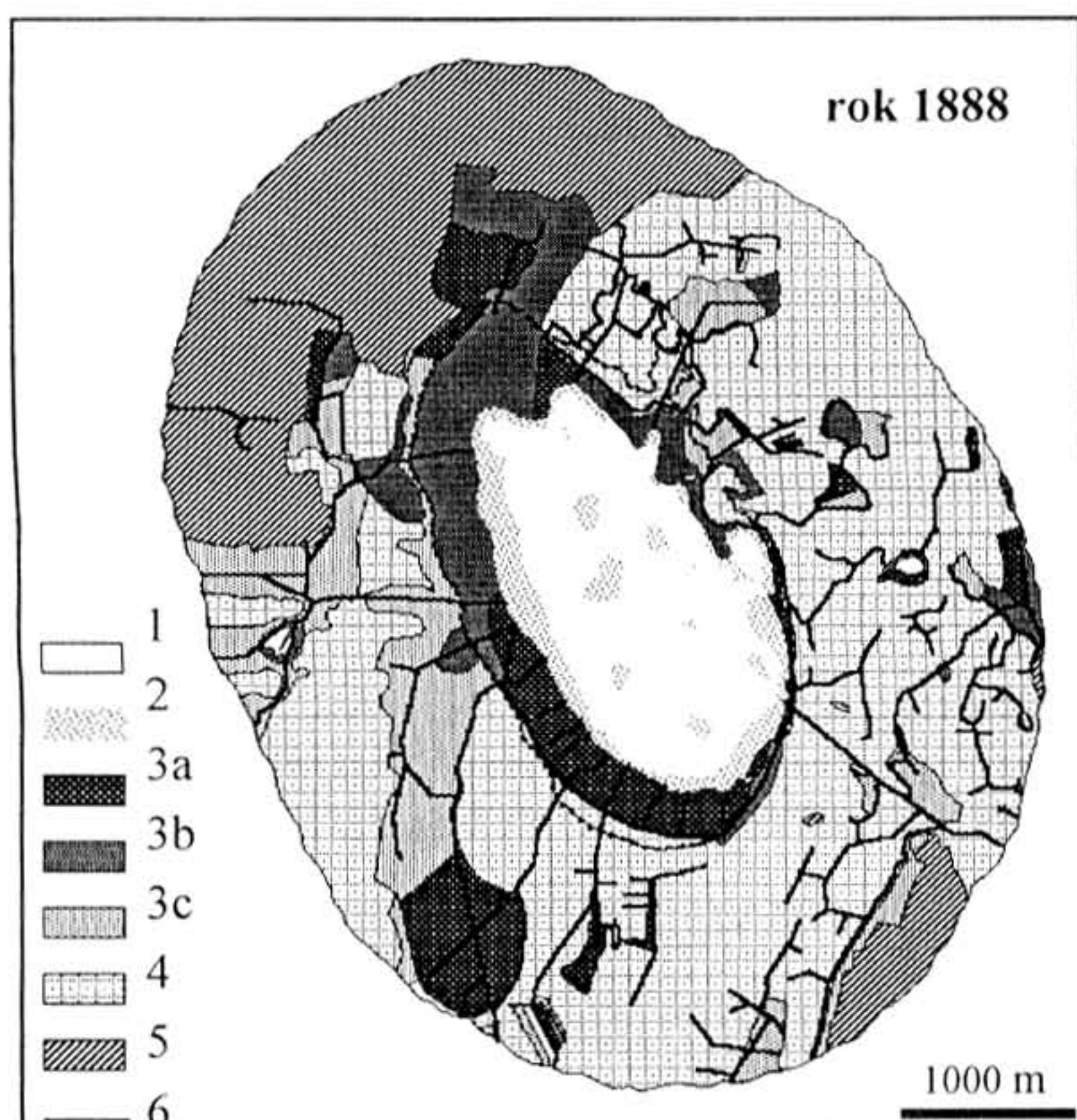
4.2 Zmiany użytkowania wokół jeziora (ekwidystanta 1500m)

W roku 1830 powierzchnia obszaru przyległego do misy jeziora zajęta była głównie przez bagna, łąki i podmokłe łąki (46,5%) oraz lasy (41,0%), natomiast znikomą część stanowiły pola uprawne, zlokalizowane w sąsiedztwie Zalesia (Sonnenwalde) oraz nie istniejących już dzisiaj gospodarstw Kuhblankhorst i Raminshagen. Pola w tym czasie zajmowały około 11,1% całej powierzchni (tab. 3).

Porównanie map topograficznych z lat 1830 i 1888 (rys. 3) pozwala na określenie zmian jakie zaszły w analizowanym przedziale czasu w użytkowaniu badanego obszaru. Polegały one głównie na znacznym zwiększeniu arealu pól uprawnych, w wyniku przeprowadzonych prac melioracyjnych oraz objęcia pod użytkowanie rolnicze obszarów, na których uprzednio prowadzono gospodarkę leśną. Powierzchnia pól wzrosła wówczas z 217,1 do 1062,3 ha, natomiast zmniejszyła się powierzchnia łąk i

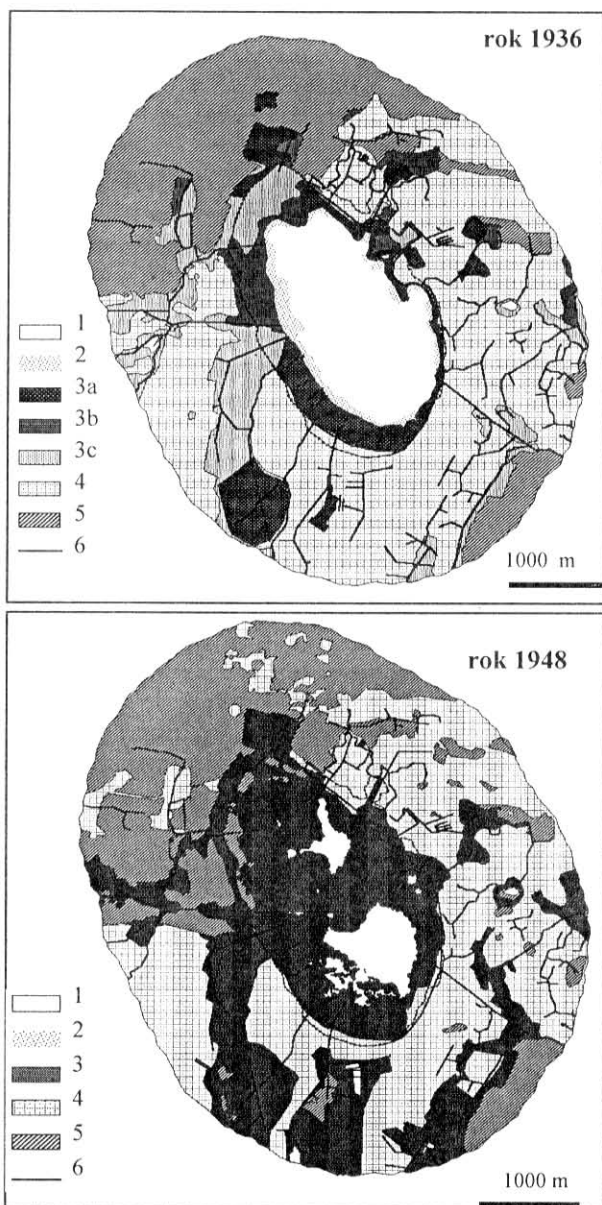
bagien (z 906,8 do 435,0 ha) oraz lasów (z 800,8 do 447,3 ha). Na grunty orne przejęto obszary podmokłych łąk, na których przeprowadzono melioracje odwadniające, polegające na budowie sieci otwartych rowów, głównie w części południowej i wschodniej. Na analizowanym obszarze, stwierdzono przyrost sumarycznej sieci rowów z 15,3 km w roku 1830 do 53,7 km w roku 1888 (tab. 4). Ponadto zaobserwowano powstanie licznych torfianek na wschód od osuszonego zbiornika Krintzsee (ryc. 3). W okresie pomiędzy 1888–1936 nie zaobserwowano wyraźnych zmian użytkowania. Z porównania stanów użytkowania w ponad stuletnim przedziale czasu (lata 1830-1936) wynika, że przyrost powierzchni gruntów ornych z 217,1 ha do 1012,1 ha nastąpił głównie kosztem obszarów łąk i podmokłych łąk (536,3 ha), a także kosztem powierzchni leśnych (348,3 ha) (tab. 5).

W okresie powojennym (rok 1948), oprócz nieznacznego przyrostu powierzchni łąk i podmokłych łąk kosztem pól, nie zauważono wyraźnych zmian użytkowania w stosunku do roku 1936. Dopiero analiza stanu użytkowania przedstawionego na mapie topograficznej z roku 1984 pozwala na stwierdzenie ponownego znacznego wzrostu powierzchni leśnych (19,3 % w stosunku do roku 1948) kosztem pól uprawnych. W latach 1984-1996 oprócz zaprzestania uprawy znacznej części gruntów ornych nie obserwuje się wyraźnych zmian użytkowania (tab. 6).



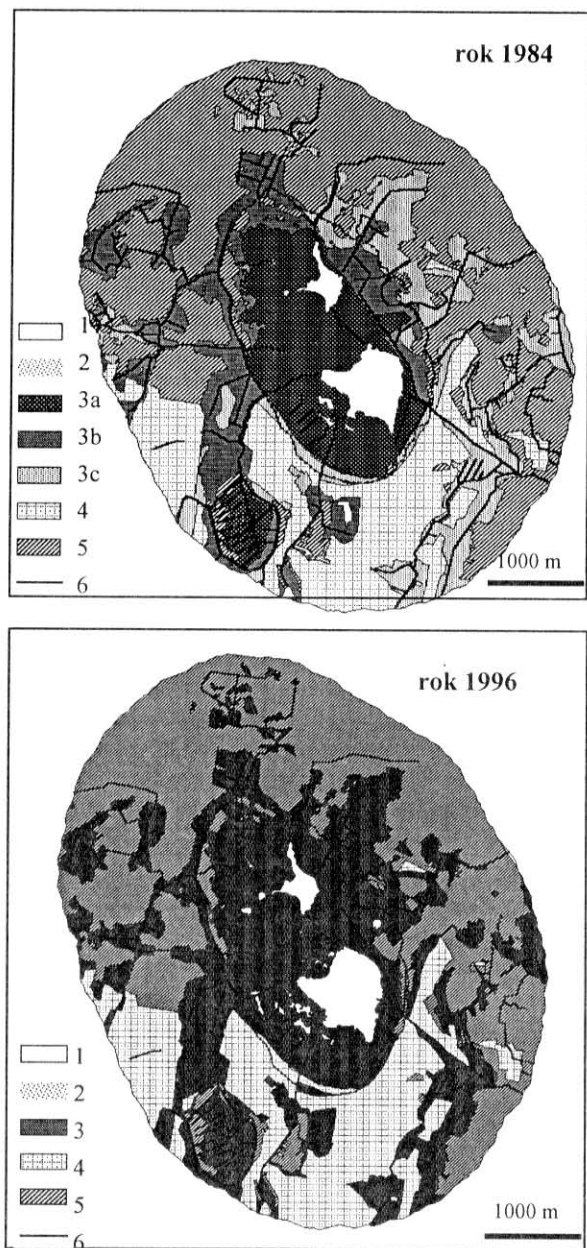
Rys 3 Zarastanie jeziora Świdwie i zmiany użytkowania jego zlewni w obrębie bufora 1500 m.

1 – otwarte lustro wody, 2 – wynurzona roślinność wodna, 3 – łąki i obszary podmokłe, 3a – bagna, 3b – podmokłe łąki, 3c – łąki, 4 – grunty orne, 5 – lasy, 6 – rowy i ciek



Rys 4. Zarastanie jeziora Świdwie i zmiany użytkowania jego zlewni w obrębie bufora 1500 m.

1 – otwarte lustro wody, 2 – wynurzona roślinność wodna, 3 – łąki i obszary podmokłe, 3a – bagna, 3b – podmokłe łąki, 3c – łąki, 4 – grunty orne, 5 – lasy, 6 – rowy i ciek



Rys 5. Zarastanie jeziora Świdwie i zmiany użytkowania jego zlewni w obrębie bufora 1500 m.

1 – otwarte lustro wody, 2 – wynurzona roślinność wodna, 3 – łąki i obszary podmokłe, 3a – bagna, 3b – podmokłe łąki, 3c – łąki, 4 – grunty orne, 5 – lasy, 6 – rowy i ciek

TABELA 3

Zmiany użytkowania w obszarze bufora 1500 m wokół misy jeziora Świdwie

| Rodzaj użytku | Lata | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|------|--------|------|--------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 1830 | | 1886 | | 1936 | | 1948 | | 1984 | | 1996 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % |
| wody | 26,3 | 1,4 | 6,4 | 0,3 | 3,0 | 0,2 | 6,4 | 0,3 | 4,7 | 0,2 | 4,2 | 0,2 |
| bagna | | | 105,3 | 5,4 | 103,7 | 5,3 | | | 34,2 | 1,8 | | |
| podmokł e łąki | 906,8 | 46,5 | 91,2 | 4,7 | 44,1 | 2,2 | 466,9 | 23,9 | 245,9 | 12,6 | 608,3 | 31,2 |
| łąki | | | 238,5 | 12,2 | 220,5 | 11,3 | | | 317,8 | 16,3 | | |
| lasy | 800,8 | 41,0 | 447,3 | 22,9 | 566,9 | 29,1 | 595,6 | 30,5 | 970,9 | 49,8 | 982,8 | 50,4 |
| grunty orne | 217,1 | 11,1 | 1062,3 | 54,5 | 1012,8 | 51,9 | 882,1 | 45,3 | 377,5 | 19,3 | 355,7 | 18,2 |

TABELA 4

Sumaryczna długość rowów i cieków

| Położenie rowów | Długość rowów i cieków [km] | | | |
|---|-----------------------------|------|------|------|
| | 1830 | 1888 | 1936 | 1984 |
| w misie jeziora (wewnątrz poziomicy 13,5 m) | 0 | 9,0 | 9,0 | 13,1 |
| w buforze (1500 m od poziomicy 13,5 m) | 15,3 | 53,7 | 54,2 | 56,4 |

TABELA 5

Zmiany użytkowania w obszarze bufora w latach 1830–1936

| Rodzaj użytku | | Zmiany użytków gruntowych [ha] | | | | rok 1936 ogółem [ha] |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|--------|-----------------------|-------|----------------------------|
| | | grunty orne | las | obsz. podm. i łąki | woda | |
| | | | | | | |
| ubytek | grunty orne | 123,94 | 348,32 | 536,33 | 3,48 | 1012,07 |
| | las | 62,36 | 386,08 | 117,81 | 0,19 | 566,44 |
| | obsz. podm. i łąki | 30,8 | 62,89 | 251,81 | 22,67 | 368,35 |
| | woda | 0,00 | 0,03 | 3,02 | 0,00 | 3,05 |
| rok 1830 ogółem [ha] | | 217,1 | 797,32 | 908,97 | 26,34 | 1949,73 |

TABELA 6

Zmiany użytkowania w obszarze bufora w latach 1936–1984

| Rodzaj użytku | | Zmiany użytków gruntowych [ha] | | | | | | rok 1984 ogółem [ha] |
|-------------------------|-------------|--------------------------------|--------|--------|---------------|--------|------|----------------------------|
| | | grunty orne | las | łąka | podm. łąka | bagn | woda | |
| | | | | | | | | |
| ubytek | grunty orne | 383,96 | 0,00 | 4,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 388,68 |
| | las | 402,49 | 505,74 | 28,47 | 5,52 | 18,94 | 0,00 | 961,16 |
| | łąka | 177,94 | 29,56 | 63,46 | 23,06 | 19,13 | 0,00 | 313,15 |
| | podm. łąka | 42,19 | 31,16 | 122,52 | 15,5 | 32,27 | 2,72 | 246,36 |
| | bagn | 0,00 | 0,00 | 0,97 | 0,00 | 33,15 | 0,00 | 34,12 |
| | woda | 3,93 | 0,00 | 0,38 | 0,00 | 0,15 | 0,33 | 4,79 |
| rok 1936 ogółem [ha] | | 1010,51 | 566,46 | 220,52 | 44,08 | 103,64 | 3,05 | 1949,73 |

5. WNIOSKI

Na podstawie analizy materiału kartograficznego, przedstawiającego stan pokrycia badanego fragmentu zlewni jeziora Świdwie w latach 1830-1996 można wysnuć następujące wnioski:

Przeprowadzone na obszarze zlewni i misy jeziora prace hydrotechniczne wpłynęły na zmniejszenie powierzchni otwartego lustra wody. Największe nasilenie tego procesu zaobserwowano pomiędzy latami 1830-1888 (budowa sieci rowów) oraz 1936-1948 (obniżenie poziomu lustra wody). Na zmeliorowanych powierzchniach nastąpiła wyraźna sukcesja roślinności. W północnej części zbiornika po II wojnie światowej pojawiły się bagienne zbiorowiska leśne, natomiast roślinność szuwarowa wkroczyła na obszar otwartego lustra wody, powodując spadek jego powierzchni z 467,1 ha w 1830 r. do 75,9 ha w roku 1996. Użytkowanie badanego fragmentu zlewni ulegało wyraźnym przekształceniom. W latach 1830 pola stanowiły zaledwie 11,1%, natomiast po 40 latach ich udział wzrósł do 54,5 % (głównie kosztem lasów i obszarów podmokłych). W okresie powojennym nastąpił ponowny spadek powierzchni gruntów ornych do 18,2% w wyniku zalesienia pól oraz pozostawienia ich jako odłogów.

6. LITERATURA

- [1] BACIECZKO W., Kowalski W. W.: *Roślinność wodna rezerwatu faunistycznego „Jezioro Świdwie” koło Szczecina*. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rolnictwo LIV Seria Przyrodnicza 155: 125–142 (1993)
- [2] CHOIŃSKI A.: *Zarys limnologii fizycznej Polski*. Wyd.Nauk.UAM. Poznań (1995)
- [3] JASNOWSKI M., Jasnowska A.: *Torfowiska zlewni rzeki Gunicy, Dokumentacja geobotaniczna*. WSR, Ministerstwo Rolnictwa, Szczecin (maszynopis) (1960)
- [4] KONDRACKI J.: *Geografia regionalna Polski*. PWN. Warszawa (2000)
- [5] KOWALSKI W., Bacieczko W.: *Charakterystyka geobotaniczna rezerwatu faunistycznego Jezioro Świdwie*. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rolnictwo LIV Seria Przyrodnicza 155: 97–124 (1993)
- [6] MIKOŁAJSKI J.: *Geografia województwa szczecińskiego*. STN. Tom XI. Szczecin (1966)
- [7] STEINBRUECK G.: *Die Besiedlung des Kreises Randow*. Moorbesiedlung 1: 77–83. (1920)
- [8] *Transgraniczna ocena oddziaływania na środowisko planowanych przedsięwzięć wodno-budowlanych i hydrotechnicznych w zlewni jeziora Świdwie*. Projekt 6832 Berlin/Szczecin (1994)



W powiązaniach układów środowiska istotną rolę odgrywa ekosystem wodny, sąsiedztwo Puszczy Goleniowskiej, obszary zagospodarowanych pobliskich gruntów rolnych. Stwierdzono III klasę czystości wód zalewu oraz rzek wpadających do zalewu, głównie ze względu na stężenie fosforu ogólnego i skażenia bakteriologiczne. W strukturze użytkowania obszaru pobraża tereny trwale zainwestowane stanowią 18 %, natomiast większą część powierzchni stanowią tereny aktywne biologicznie, do których należą wody, łąki, lasy. Znajdująca się w pobliżu Puszcza Goleniowska należy do największych kompleksów leśnych województwa. Uznana jest jako teren, na którym działalność gospodarcza jest podporządkowana kryteriom ochronnym. Ma na celu pełnienie ekologiczno-społecznej roli lasu jako funkcji nadrzędnej.

Poszczególne elementy środowiska przyrodniczego pobraża Zalewu Szczecińskiego układają się pasmowo: przybrzeżny pas wód z roślinnością oczeretową, niski teren nabrzeżny oraz tereny łąk nadzalewowych i lasów. Wybrzeże morskie to brzeg morski, plaża, pas wydm, łąki i lasy nadmorskie.

Obszary nadzalewowe zajmują przeważnie tereny bagniste, położone bardzo nisko nad poziomem wód zalewu. W strukturze przestrzennej pobraża wiele obszarów pozostaje jako niezagospodarowane tereny nadzalewowe, również jako nieużytki miejskie na terenach zurbanizowanych, poza nielicznymi odcinkami, głównie w miejscowościach, gdzie pełnią funkcje portów czy plaży miejskiej (Stepnica, Trzebież Nowe Warpno, inne).

Z ekologicznego punktu widzenia wymagają pilnych studiów jako tereny zagrożone nie kontrolowaną urbanizacją, ponieważ pozostają pod wpływem silnych oddziaływań miejskich i presji turystycznej. Również jako zaniedbany i zanieczyszczony obszar brzegi wodne wymagają rewaloryzacji. Brak zainwestowania aktualnie daje szansę zagospodarowania w taki sposób, który umożliwiłby integrację nowo powstających struktur osadniczych z istniejącym środowiskiem przyrodniczym.

Pomocne w tym celu mogą być studia z zakresu ekologii krajobrazu.

Dla ustalenia wspólnych poziomów integracji pomiędzy strukturami przestrzennymi występującymi na tych terenach można przeprowadzić analizę ekologiczną.

Należy wyodrębnić struktury przestrzenne naturalne i osadnicze oraz określić ich wzajemne związki i zależności. Uzyskane w wyniku tych studiów informacje pomogą określić rozwiązanie mieszczące się w granicach tolerancji zarówno środowiska naturalnego jak i środowiska zurbanizowanego człowieka.

W przestrzeni pobraża można wyodrębnić m.in. następujące ekosystemy: morze lub zalew, pas przybrzeżny wodny, pas przybrzeżny lądowy, plażę miejską, teren łąk przybrzeżnych oraz graniczne ekosystemy akwenów wodnych i zabudowy miejskiej, pas wydm, bory nadmorskie. Poszczególne ekosystemy tworzą mniejsze układy i struktury.

Aktualnie na obszarze istnieją głównie układy naturalne, które wymagają interwencji człowieka w celu stworzenia nowych przybrzeżnych struktur osadniczych.

Dla struktury ekologicznej krajobrazu pobraża najbardziej charakterystyczne są ekosystemy strefy stykowej wodno-lądowej.

Obszar pobraża zalewu kształtowany jest przez Zalew Szczeciński, bagna i użytki zielone, grunty orne i lasy. W historii miejscowości nadzalewowych zasoby pobraża wykorzystywane były do celów gospodarki rolnej, rybackiej, żeglugi. Ze względu na niskie położenie w stosunku do poziomu wód Zalewu Szczecińskiego i jego wahania

(cofka wód odmorskich) obszar został odwadniany siecią kanałów melioracyjnych oraz wybudowano wały przeciwpowodziowe, co umożliwiło wykorzystanie terenu do celów rolniczych.

Jest to teren pozostający pod wpływem zmian hydrologicznych oraz o niskiej odporności na presje technogeniczne. Jednocześnie w obszarze tym występuje szereg naturalnych walorów predysponujących go do ochrony.

Rejon zbudowany jest z równiny piaszczystej zajętej przez lasy, które są nisko odporne na degradację. Ze względu na odpowierzchniowe występowanie utworów dobrze przepuszczalnych i płytkie zaleganie poziomu użytkowego o swobodnym zwierciadle jest szczególnie łatwo narażony na zanieczyszczenia. Ze względu na niski stopień zainwestowania przemysłowego obserwowane obecnie zmiany jakościowe wód podziemnych wynikają głównie z rolniczych i komunalnych ognisk zanieczyszczeń. Podnosi to z jednej strony żyzność środowiska wodnego, ogranicza jednak możliwości życiowe dla szeregu bardziej wrażliwych na zanieczyszczenia organizmów.

Obsługa turystyki na побереżu staje się jedną z czołowych funkcji gospodarczych regionu. Około 80% ruchu turystycznego koncentruje się w bezpośredniej bliskości morza. Zalew Szczeciński stanowi $\frac{1}{4}$ obszaru dawnego województwa szczecińskiego, tutaj koncentruje się najwięcej bo ponad 50 – 70% wartości przyrodniczych województwa. Województwo szczecińskie obsługiwało ok. $\frac{1}{10}$ całego krajowego ruchu turystycznego. Do atrakcyjniejszych obszarów turystycznych obok побереża morskiego należy zalew i jego побереże, które dotychczas wykorzystywane było w niewielkim stopniu. W rejonie północno-zachodniej Polski wyodrębnia się trzy zasadnicze obszary turystyczne: pas nadmorski, podmiejski region Szczecina (głównie dla wypoczynku świątecznego) i region Pojezierza Zachodniopomorskiego. W klasyfikacji pomija się побереże Zalewu, które jest mało zaludnione i słabo eksploatowane gospodarczo. Rozległe łąki i liczne zabagnienia nie sprzyjają urbanizacji. Duże oddalenie od rejonów przemysłowych, zurbanizowanych a także brak intensywnego rolnictwa spowodowało że stopień degradacji środowiska jest niewielki. Cenne elementy przyrodnicze zawiera obszar na wschodnim brzegu zalewu (Kopice – Śmieć) oraz na wyspie Wolin (Woliński Park Narodowy).

Zalew Szczeciński wraz z побереżem stanowi wyjątkowo atrakcyjny obszar w skali kraju. Wysokie wartości krajobrazu estuarium odrzańskiego ("Ujście Odry") zostały potwierdzone przez Międzynarodówkę Przyjaciół Przyrody wyznaczającą ten obszar czwartym Krajobrazem Roku w Europie [Piesik, 1993]. Wysokie walory przyrodnicze estuarium odrzańskiego potwierdzają prace mające na celu powołanie w tym rejonie Międzynarodowego Parku Biosfery. Ze względu na znaczny obszar Zalewu Szczecińskiego (635 km^2), atrakcyjne walory krajobrazowe, wysoką wydajność rybacką, zasoby wodne itp. akwen ten jest przedmiotem zainteresowania w zakresie turystyki, rekreacji, przemysłu, rybołówstwa i komunikacji. Zalew Szczeciński i jego побереże narażony jest jednak na oddziaływanie szeregu czynników pochodzenia antropogenicznego, między innymi pobiera zanieczyszczone i zeutrofizowane wody rzeki Odry, a obszar wodno-łądowy narażony jest na oddziaływanie zanieczyszczeń atmosferycznych (związki siarki). Z tych względów należy zwrócić większą uwagę na ochronę wód i побереży zalewu.

Zasadniczym celem powinno być zagospodarowanie i ochrona obszaru wodno-łądowego zatoki, pod kątem perspektywicznych przemian funkcjonowania tego rejonu,

związanym z włączeniem go do Międzynarodowego Parku Biosfery, preferującym rozwój turystyki i rekreacji, rozwój rybołówstwa i ekorołnictwa, kosztem ograniczenia innego typu działalności gospodarczej.

Położenie geograficzne sprzyja uprawianiu jachtingu i żeglarstwa. Może tu być uprawiana turystyka w bardzo szerokim asortymencie usług: turystyka pobytowa, wypoczynek sobotnio-niedzielny dla mieszkańców Szczecina i Berlina, kluby jachtowe (także dla jachtingu uprawianego na trasie Berlin- pobraże Bałtyku), wędkarstwo, turystyka rowerowa i piesza.

Wszelkie formy turystyki rozważane jako rozwojowe nie mogą degradować środowiska i muszą pozostawać z nim w równowadze ekologicznej. Ten typ działalności turystycznej nazywany ekoturystyką lub sustainable tourism został zdefiniowany stosunkowo niedawno. Określa się tak turystykę, która zachowuje wartości przyrody i maksymalnie ogranicza negatywne wpływy działalności turystycznej na środowisko naturalne. Ekoturystyka byłaby najwłaściwszą formą zagospodarowania pobraża.

Bazy turystyki można odbudować w istniejących portach i przystaniach lub stworzyć nowe obiekty. Rozwój jachtingu wiąże się z szerokim udostępnieniem akwenów i urządzeń portowych jachtom krajowym i zagranicznym, utworzeniem baz remontowych przystani z zapleczem socjalnym i magazynowym.

Obszary pobraża w większości objęte są ochroną. Pobraże Zalewu Szczecińskiego i Wybrzeża Bałtyku objęte są ochroną w ramach Konwencji Helsińskiej. Stanowią one najcenniejsze tereny przyrodnicze Polski północno-zachodniej.

Formy architektury występujące na pobrażach pozostają w ścisłym związku z akwenami, a ich różnorodność wynika z zagospodarowania i użytkowania pobraży i akwenów (wód). Występują obiekty architektoniczne, formy przestrzenne i urządzenia inżynierskie, takie jak porty, nabrzeża, dworce morskie, kapitanaty, baseny jachtowe, obiekty i znaki nawigacyjne itp. Porty i przystanie na pobrażu zalewu stanowią potencjalne zaplecze turystyczne, które powinno być wykorzystane w celu deglomeracji i odciążenia wybrzeża Bałtyku.

Uwarunkowania przyrodnicze i funkcjonalne strefy przybrzeżnej wskazują, że obszary pobraża wymagają bardziej wszechstronnych studiów urbanistycznych, szczególnie w aspekcie ochrony przyrody. Uwzględnić należy między innymi uwarunkowania wynikające z istniejącego stanu środowiska przyrodniczego i kulturowego oraz z istniejącego zagospodarowania.

Cele zagospodarowania pobraża dla potrzeb turystyki i rekreacji pozostają w zgodzie z koncepcją ochrony środowiska (ESOCh), która zalicza go do kategorii B, tj. jako obszar dostępny dla wszelkiej działalności gospodarczej z zachowaniem priorytetu ochrony środowiska.

Strefa przybrzeżna jest obszarem gdzie zaspokojenie potrzeb gospodarczych może być równoważone z wykorzystaniem zasobów środowiska przyrodniczego. Przyjmując sposób zagospodarowania terenu dla potrzeb wypoczynku i turystyki jako przyszłościowy układ harmonijny można dążyć do ekorozwoju tego obszaru.

LITERATURA

- [1] BORZYCKI Z.: *Porty morskie i walory rekreacyjno-turystyczne Pobrzeża Zachodniopomorskiego*. KAW. Szczecin (1980)
- [2] CYBERSKA B.: *Wody przybrzeżne Bałtyku [W:] Pobrzeże Pomorskie*. Ossolineum, PAN, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk, Łódź. pp 257-280 (1984)
- [3] DĘBSKI L.A.: *Nadmorskie aglomeracje czasowe*. Instytut Turystyki. Warszawa (1974)
- [4] Ekspertyza – *Przyrodnicze podstawy racjonalnego wykorzystania Polskiej Strefy Ekonomicznej Bałtyku i pasa pobraża*. K. B. M. Polska Akademia Nauk., p. 68. Gdańsk (1983)
- [5] HANLY M.G. *European Coastal Management [In:] Directions in European coastal Management*). Samara Publishing Limited, pp. 1 – 6. Cardigan (1995)

Marlena PIONTEK

TOKSYCZNY WPŁYW TRZECH ZWIĄZKÓW OŁOWIU NA
DAPHNIA MAGNA STRAUS I *DUGESIA TIGRINA GIRARD*

TOXIC EFFECT OF THREE LEAD COMPOUNDS ON *DAPHNIA*
MAGNA STRAUS AND *DUGESIA TIGRINA GIRARD*

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

Przebadano wpływ trzech związków ołowiu (azotan ołowiawy, chlorek ołowiawy, octan ołowiawy) na dwa słodkowodne organizmy, *Daphnia magna Straus* i *Dugesia tigrina Girard*. Sprawdzono czułość dwóch metod toksykologicznych opracowanych dla środowiska wodnego na skażenia metalem ciężkim, Pb. Przy określaniu toksyczności ostrej nieorganicznych soli ołowiu 15 (azotan) i 12 (chlorek) razy czulszą metodą od testów z wyplawką okazały się badania oparte na testach przy użyciu rozwiłki (LC 50/48 0,16 mg dm⁻³ Pb(NO₃)₂, LC 50/48 0,28 mg dm⁻³ PbCl₂). Dla octanu ołowiawego (substancja organiczna) 1,5 raza czulszy od testów z rozwiłką był test na postęp regeneracji *D. tigrina* (osobniki krojone) LC 50/240 5,2 mg dm⁻³.

Summary

Experiments were done on two freshwater species, *Daphnia magna Straus* and *Dugesia tigrina Girard*. The toxic effects on 3 toxic compounds, lead nitrate, lead chloride (mineral substances) and lead acetate (organic compound) were used in the studies of acute intoxication. The sensitivity of two methods, test with cut planarians and test with *Daphnia magna* were compared. In the experiments with cut individuals, the tested chemical compounds influenced the regeneration process which lasted 10 days, this was the period of special sensitivity of planarians to the poisons. In two cases (mineral substances) the chemical compounds were more toxic to *D. magna*. The values of 48-h LC 50 were 0.16 mg dm⁻³ Pb(NO₃)₂ and 0.28 mg dm⁻³ PbCl₂. In one case (lead acetate) the chemical compound was more toxic to *D. tigrina* (240-h LC 50 5.20). Based on the classification of Liebmann (1962) the estimates were made of the degree of toxicity of poisons of the 3 tested chemical substances. Two chemical compounds (lead nitrate and lead chloride)

were classified within Group I of highly toxic compounds for *D. magna*. Lead acetate was classified within Group II of very potent poisons. In the studies with cut individuals of *D. tigrina* as test organism all of the tested chemical substances were classified within Group II of very potent poisons.

1. WSTĘP

Jakość wód powierzchniowych zależy od wielu czynników, w tym od ilości opadów deszczowych. Zanieczyszczenie powietrza i spływy powierzchniowe powodują wprowadzenie do odbiorników znacznych ładunków zanieczyszczeń. W przeciągu lat 1994-1997 opady atmosferyczne wniosły na obszar dorzecza środkowej Odry 4346,41 ton ołowiu [Twarowski i inni, 1998]. Według obowiązujących w Polsce norm dla śródlądowych wód powierzchniowych, wody opadowe nie odpowiadają normatywom dla poszczególnych klas czystości i stwarzają bezpośrednie zagrożenie dla jakości wód w dorzeczu Odry. Często przekraczają dopuszczalną zawartość ołowiu. Najwyższymi ładunkami ołowiu w okresie lat 1994-1997 zostały obciążone tereny woj. legnickiego i jeleniogórskiego [Twarowski i inni, 1998].

Wody opadowe i spływowe powodują też powstawanie niebezpiecznych odcieków wysypiskowych zawierających między innymi rozpuszczone frakcje mineralne. Najbardziej uciążliwy rodzaj zanieczyszczeń zawartych w odciekach wysypiskowych stanowią metale ciężkie. Ze względu na toksyczny charakter zakłócają równowagę biologiczną środowiska wodnego i hamują procesy samooczyszczania się wód. Metale ciężkie wykazują zdolność do biokumulacji w organizmach żywych wywołując poważne zmiany patologiczne. Zawartość ołowiu w odciekach wysypiskowych wynosi średnio $1,45 \text{ mg dm}^{-3}$ (min. 0,22, max. 4,15) [Szymański, 1997].

Biologicznej oceny skażenia środowiska wodnego, w tym metalami ciężkimi, dokonuje się przy użyciu biotestów. Celem przedstawionej pracy jest określenie wpływu wybranych dwóch nieorganicznych związków ołowiu (azotan ołowiu, chlorek ołowiu) i jednego organicznego (octan ołowiu) na dwa organizmy reprezentujące faunę słodkowodną, *Daphnia magna* Straus i *Dugesia tigrina* Girard oraz wykazanie przydatności dwóch metod biotoksykologicznych opracowanych dla środowiska wodnego z użyciem tych zwierząt do kontroli skażenia wody ołowiem.

2. MATERIAŁY

Hodowle organizmów testowych (rozwiłtki *Daphnia magna* i wyplawki *Dugesia tigrina*) prowadzono w Pracowni Biologii, Zakładu Odnowu Środowiska, Politechniki Zielonogórskiej.

2.1. Hodowle *Daphnia magna*

Rozwiłtki hodowano w akwariach o pojemności 10 dm^3 , w temperaturze pokojowej $18^{\circ}\text{-}22^{\circ} \text{ C}$, stosując oświetlenie jarzeniowe o natężeniu 4000 luksów

z zachowaniem rytmu dobowego dnia i nocy [Solski, 1977; Piontek, 1997]. Pokarm stanowiły suszone drożdże piekarnicze oraz glony: *Scenedesmus* i *Chlorella* [Solski, 1977; Piontek, 1997]. W celu uniknięcia przegęszczenia populacji skorupiaków, co 2-3 dni rozwielitki odławiano i używano do badań toksykologicznych oraz jako pokarm dla wypławków.

2.2. Hodowle *Dugesia tigrina*

Hodowle *Dugesia tigrina* prowadzono w sposób opracowany przez [Piontek, 1983/84]. Populacja wypławków pochodziła od jednego osobnika, co dawało pewność, że materiał użyty do doświadczeń był wyrównany pod względem cech genetycznych. Wypławki hodowano w zlewkach o poj. 500 cm³ przykrytych szkiełkami zegarkowymi. W każdej zlewce umieszczonych było 100 osobników. Taka objętość wody jak i powierzchnia naczyń gwarantowały osobnikom swobodę poruszania się i łatwe zdobywanie pokarmu. Temperatura wody wahała się od 18° do 22° C, odczyn wody utrzymywał się w granicach 7.2-8.2 pH, zawartość tlenu powyżej 5.0 mg O₂ dm⁻³. Hodowle prowadzono przy świetle dziennym z zachowaniem rytmu dobowego dnia i nocy. Wypławki karmiono *D. magna ad libitum*. Ilość rozwielitek podawana do karmienia była dwukrotnie większa od liczebności wypławków. Osobniki namnażano przez krojenie [Piontek, 1983/84; Piontek, 1998]. Wypławkom poddanym regeneracji pokarm podawano po zregenerowaniu brakujących części ciała, tj. po około 10 dniach [Piontek, 1998].

2.3. Substancje chemiczne użyte do badań toksykologicznych

Do badań nad toksycznością ostrą zastosowano dwa nieorganiczne związki ołowiu: azotan ołowiu $Pb(NO_3)_2$, chlorek ołowiu $PbCl_2$ i jeden organiczny: octan ołowiu $C_4H_6O_4Pb \cdot 3H_2O$. Stan fizjologiczny osobników użytych do doświadczeń sprawdzono, stosując test z $K_2Cr_2O_7$ (test kondycyjny) [ISO document, 1980; International Standard, 1984; Piontek, 1997; Piontek, 1999a].

3. METODY

3.1. Sporządzanie stężeń trucizn

Do rozcieńczeń badanych substancji stosowano wodę standardową, która została sporządzona wg przepisu ISO [ISO document, 1979, 1980; International Standard, 1984]. Skład jonowy tej wody wyrażony w ppm przedstawia się następująco : wapń 29, magnez 7.5, sód 56.5, węglany 100.0, chlorki 60.5, siarczany 56.0, azotany 3.5. Twardość tej wody wynosi 100 ppm (wyrażona w postaci CaCO₃). Stężenia robocze badanych substancji sporządzono stosując dzielniki 1,1 do 1,8. Uzyskany szereg geometryczny rozcieńczeń zawierał co najmniej 10 stężeń , w tym 5 – 7 stężeń powodujących śmierć organizmów testowych w granicach od powyżej 0 do poniżej 100 % [Piontek, 1997].

3.2. Sposób eksperymentowania

3.2.1. Test z *Daphnia magna*

Wpływ toksyczny badanych związków ołowiu : azotanu ołowiawego , chlorku ołowiawego oraz octanu ołowiawego na rozwielitkę oceniono na podstawie zapisu śmierci w doświadczeniach trwających 48 godz. Toksyczność tych trucizn wyrażono stężeniem LC 50/48.

Badania wykonywano w laboratorium o stałej temperaturze $20^{\circ} - 22^{\circ}$ C. Do probówek o pojemności 45 cm^3 wlewano po 40 cm^3 roztworów testowych. Jednocześnie przy użyciu wody standardowej przygotowywano próbę kontrolną. Do każdej probówki wprowadzano dziesięć trzydniowych rozwielitek. Oznaczenie zostało przeprowadzone w trzech równoległych szeregach stężeń [Piontek, 1997]. Do obliczeń wartości stężeń LC 50 zastosowano metodę interpretacji graficznej [Weber, 1972].

3.2.2. Test z *Dugesia tigrina*

Wyplątki poddano toksycznemu wpływowi trzech związków ołowiu: azotanu ołowiawego, chlorku ołowiawego oraz octanu ołowiawego. Do badań używano osobniki krojone [Piontek, 1999a,b]. Jako kryterium oceny toksyczności trujących substancji na wyplątki przyjęto śmierć organizmów testowych oraz postęp regeneracji (zachowanie lub utratę zdolności do regeneracji) w doświadczeniu trwającym 240 godzin. Toksyczność trucizn wyrażono w postaci LC 50/240.

Badania toksykologiczne wykonane zostały w pomieszczeniu laboratoryjnym, w temperaturze $20^{\circ} - 22^{\circ}$ C. Do zlewek o pojemności 50 cm^3 wlewano roztwory testowe w objętości 40 cm^3 . Do każdej zlewki wprowadzano po 10 osobników krojonych, tzn. pięć wyplątków (ok. 12 mm długości) dzielonych na dwie części powyżej gardzieli [Piontek, 1983/84]. Oznaczenia zostały przeprowadzone w trzech równoległych szeregach stężeń, z próbami kontrolnymi. Po upływie 240 godz. od wprowadzania zwierząt do roztworów, odczytywano śmiertelność wyplątków [Piontek, 1999a]. Wyniki obserwacji po określonym czasie stanowiły podstawę do obliczenia stężenia letalnego LC 50/240. Do obliczeń wartości stężeń LC 50 zastosowano metodę graficznej interpretacji [Weber, 1972].

3.3. Kontrola stanu fizjologicznego organizmów testowych

Wyplątki używane do badań posiadały długość ciała ok. 12 mm i wiek 20 dni. Rozwielitki użyte do badań były w wieku trzech dni, ich wielkość mieściła się w granicach 1,0 – 1,5 mm. Stan fizjologiczny (kondycję) organizmów testowych w okresie prowadzenia badań określano na podstawie testów kontrolnych z dwuchromianem potasu [Piontek, 1997, 1998, 1999a,b]. Doświadczenia z wyplątkiem prowadzono na osobnikach całych. Jako kryterium oceny toksyczności przyjęto śmierć organizmów w badaniach trwających 96 godzin. Toksyczność dwuchromianu potasu wyrażono w postaci LC 50/96. Wpływ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ na *Daphnia magna* oceniono na podstawie zapisu śmierci po 48 godzinach i wyznaczeniu LC 50/48.

LC 50/96 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dla *D. tigrina* wynosiło 26.1 mg dm^{-3} i było nieznacznie wyższe od przyjętego we wcześniejszych badaniach (22.5 ± 2.5) [Piontek, 1998]. Wartość LC

50/48 dla rozwielitki (*D. magna*) wynosiła $0.35 \text{ mg dm}^{-3} \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ i mieściła się we wcześniej przyjętych granicach ($0.33 - 0.37$) dla rozwielitek w wieku 3 dni [Piontek, 1997].

4. WYNIKI

Dla *D. magna* nieorganiczne sole ołowiu, azotan ołowiu i chlorek ołowiu okazały się wysoce szkodliwe: stężenia letalne LC 50/48 wynosiły odpowiednio 0.16 i 0.28 mg dm^{-3} (Tab. 1). Mniej szkodliwym związkiem był octan ołowiu, LC50/48 7.8 mg dm^{-3} . W porównaniu z azotanem i chlorkiem ołowiu jego toksyczność obniżyła się 49 i 28 razy.

TABELA 1

Toksyczny wpływ związków ołowiu na *D. magna* i *D. tigrina*

| Substancja | <i>Daphnia magna</i> 48-h LC 50 (mg dm^{-3}) | <i>Dugesia tigrina</i> 240-h LC 50 (mg dm^{-3}) |
|---|---|--|
| Azotan ołowiu $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ | 0.16 | 2.48 |
| Chlorek ołowiu PbCl_2 | 0.28 | 3.42 |
| Octan ołowiu $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ | 7.80 | 5.20 |

Dla *D. tigrina* spośród trzech badanych związków najbardziej trującym okazał się azotan ołowiu, LC 50/240 wynosiło 2.48 mg dm^{-3} (Tab. 1). Następne miejsce pod względem toksyczności zajął chlorek ołowiu, LC 50/240 3.42 mg dm^{-3} . Mniej szkodliwym ale także niebezpiecznym związkiem był octan ołowiu, którego stężenie letalne wynosiło 5.2 mg dm^{-3} .

5. DYSKUSJA

Mimo, iż ołów jest szeroko rozpowszechniony w przyrodzie naturalna zawartość tego pierwiastka w wodach jest niewielka. W niezanieczyszczonych wodach lądowych nie przekracza zwykle $3 \mu\text{g dm}^{-3}$. Wyższe stężenie ołowiu występuje w pobliżu dróg i miast w wyniku emisji spalin samochodowych oraz zależy od spływu zanieczyszczeń z powierzchni terenu. W Polsce, na podstawie wielu przeprowadzonych badań nad osadami dennymi rzek, wykryto zawartość ołowiu w stężeniach $350-1360 \text{ mg kg}^{-1} \text{ s.m.}$ W większości jest on akumulowany przez glony i rośliny wyższe. Wskaźnikiem skażenia ołowiem środowiska wodnego jest wywłócznik kłosowy (*Myriophyllum spicatum* L.) [Dobicki i inni, 1994]. Ołów akumulowany jest również przez skorupiaki, małże, ślimaki i ryby [Królak, 1998]. Małże należą do zwierząt gromadzących najwyższe ilości metali ciężkich głównie w tkankach miękkich i muszlach. Wielokrotnie prowadzone badania wykazały największą zawartość ołowiu w tkance mięśniowej mięczaków ($5.51 - 43.61 \mu\text{g g}^{-1}$) [Hłyńczak i inni, 1997].

Przez to, że ołów jest wykorzystywany w wielu gałęziach przemysłowych (do produkcji akumulatorów, w hutnictwie, odlewnictwie metali kolorowych) następuje jego znaczna emisja nie tylko do wody ale do atmosfery skąd z opadami deszczowymi dostaje się do gleby, wody i organizmów żywych. Największe zanieczyszczenie środowiska ołowiem jest wywołane obecnie spalinami silników benzynowych. Do benzyny dodaje się tetraetylołów. Zawarty w $Pb(C_2H_5)_4$ ołów odkłada się w organizmie człowieka w wątrobie, w kościach, uszkadza nerki, powoduje dezaktywację enzymów (zaburzenia w syntezie hemoglobiny).

W celu sprawdzenia toksyczności ołowiu w środowisku wodnym, przeprowadzono 6 testów na toksyczność ostrą w warunkach laboratoryjnych na dwóch organizmach: skorupiak *Daphnia magna* i płazinic *Dugesia tigrina*. Wiadomo, że nie ma wśród organizmów testowych (bioindykatorów) gatunku, który mógłby służyć jako uniwersalny organizm testowy najbardziej czuły na wszystkie związki toksyczne to jednak wyplawki i rozwielitki spełniają wymagania stawiane organizmom testowym [Piontek, 1999b]. Sprawdzono czułość dwóch metod toksykologicznych opracowanych dla środowiska wodnego na skażenia metalem ciężkim, Pb. Przy określaniu toksyczności ostrej nieorganicznych soli ołowiu i zastosowaniu tych organizmów czulszą metodą okazały się badania oparte na testach przy użyciu rozwielitki (LC 50/48 $0,16 \text{ mg dm}^{-3}$ $Pb(NO_3)_2$, LC 50/48 $0,28 \text{ mg dm}^{-3}$ $PbCl_2$). Dla octanu ołowiawego (substancja organiczna) czulszy był test na postęp regeneracji *D. tigrina* (osobniki krojone) LC 50/240 $5,2 \text{ mg dm}^{-3}$. Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze badania przy użyciu rozwielitek i wyplawków. Przy określaniu toksyczności metali ciężkich w związkach nieorganicznych czulszy był test z rozwielitką, natomiast przy określaniu toksyczności związków organicznych czulszy był test z wyplawką [Piontek 1999a,b]. Według tabeli stopnia toksyczności substancji trujących [Liebmann 1962] azotan ołowiawy i chlorek ołowiawy są dla *D. magna* substancjami wysoko trującymi (stężenie substancji $<1 \text{ mg dm}^{-3}$) a octan ołowiawy substancją mocno trującą (stężenie substancji $1-10 \text{ mg dm}^{-3}$). Dla *D. tigrina* azotan, chlorek i octan ołowiawy są substancjami mocno trującymi.

W bardzo miękkich wodach związki ołowiu działają na ryby silnie toksycznie. W wodach powierzchniowych o zawartości $0,1-0,4 \text{ mg dm}^{-3}$ Pb giną różanki, cierniki i pstrągi. W badaniach z błękitnoskrzelym okoniem (*Lepomis macrochirus*) zawarty w paliwach antystukowy czteroetylek ołowiu o stężeniu do $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$ nie był szkodliwy. Stężenie śmiertelne wynosi $1,4 \text{ mg dm}^{-3}$ po 48 godzinach [Meinck i inni, 1975]. Badania prowadzone przez Jones'a [1964] dowiodły, że w wodach o twardości 14 mg dm^{-3} $CaCO_3$ cały ołów występował w roztworze, a przy twardości 53 mg dm^{-3} $CaCO_3$ większość tego pierwiastka podlegała wytrąceniu. Woda miękka zawierająca azotan ołowiawy była toksyczna dla pstrąga tęczowego przy stężeniu ołowiu 1 mg dm^{-3} . Moor [1984] podaje, że LC 50/96 w stosunku do ryb wynosiło $0,5$ do 10 mg dm^{-3} w wodach miękkich a w wodach o dużej twardości może sięgać 400 mg dm^{-3} . Według Liebmann [1962] toksyczność ostra dla ryb jest widoczna przy stężeniach $0,2$ do 10 mg dm^{-3} , według innych autorów $0,1$ do 15 mg dm^{-3} . Wyniki badań toksykologicznych prowadzone przy użyciu *D. magna* i azotanu ołowiawego wykazały 96-h TC $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ [FWPCA, 1968].

Sole ołowiowe dodawane do gleby w małych dawkach sprzyjają procesom nityfikacyjnym, hamują proces amonifikacji. Doświadczenia z kulturami wodnymi

pszenicy i ziemniaków wykazały, że azotan ołowiu o stężeniu 1.5 do 25 mg dm⁻³ działa na rośliny stymulująco, natomiast przy stężeniu powyżej 50 mg dm⁻³ wszystkie wyginęły w ciągu 8 dni. Na chlorek ołowiu rośliny były jeszcze bardziej wrażliwe. W doświadczalnych uprawach pszenicy, żyta, jęczmienia, owsa i kukurydzy na glebach piaszczystych, przy działaniu na te rośliny octanem ołowiu o stężeniach 10⁻¹⁰ do 100 mg dm⁻³, najmniej wrażliwa okazała się kukurydza. Bardzo odporne było również żyto. Jęczmień, owies a szczególnie pszenica wykazywały wyjątkowo dużą wrażliwość. Objawem był słaby wzrost a tym samym wyraźnie niższe plony [Meinck i inni, 1975].

Z uwagi na negatywny wpływ jaki metale ciężkie wywierają na środowisko i żyjące w nim organizmy jest w pełni uzasadnione ograniczenie emisji ołowiu do wód, atmosfery i gleby. Dopuszczalne stężenie ołowiu w wodzie pitnej [Dziennik Ustaw, 2000] wynosi 0.01 mg dm⁻³ a dopuszczalne średnioroczne stężenie tego metalu w powietrzu w opadzie pyłu Da = 100 mg m⁻² i w pyle zawieszonym Sa = 0.5 µg m⁻³ [Dyrektywy Unii Europejskiej]. W ostatnich latach zakłady rafineryjne przystąpiły do ograniczenia zawartości ołowiu w benzynach zgodnie z normami obowiązującymi w EWG. W Petrochemii Płock podniesiono liczbę oktanową benzyny bazowej Etyliny 94 w celu obniżenia poziomu etylizacji z 0.30 do 0.15 g Pb dm⁻³. Postępem w dziedzinie ochrony środowiska jest także produkcja farb bezołowiowych.

Istniejący problem zanieczyszczenia środowiska wodnego metalami ciężkimi, w tym ołowiem, można zmniejszyć przez ograniczenie źródeł zanieczyszczeń i stosowanie nowszych rozwiązań technicznych.

6. LITERATURA

- [1] DOBICKI, W., Szulkowska-Wojaczek E., Marek J., Polechoński R.: *Ocena kumulacji metali ciężkich w roślinach wodnych występujących na terenach wodonośnych miasta Wrocławia*. Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne Oddział we Wrocławiu, XVI Zjazd Hydrobiologów Polskich, 5-8 września 1994. Wrocław (1994)
- [2] *Dyrektywy Unii Europejskiej*. Dyr. 82/884/EEC.
- [3] *Dziennik Ustaw*: Dziennik Ustaw, nr 82 z dnia 4 września 2000 (2000)
- [4] *FWPCA*,: Federal Water Pollution Control Administration. Report of the Committee on Water Quality Criteria. Section 3. Fish, other aquatic life and wildlife. Govt. Ptg. Off. Washington, D.C., 27-110 (1968)
- [5] HŁYŃCZAK A. J., Baranowska-Bosiacka I., Domagała J.: *Metale ciężkie w tkankach miękkich Anodonta anatina (Mollusca, Bivalvia)*. Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne Oddział w Poznaniu, XVII Zjazd Hydrobiologów Polskich, 8-11 września 1997. Poznań (1997)
- [6] *International Standard*: Water quality – Determination of the acute lethal toxicity of substances to a freshwater fish *Brachydanio rerio* Hamilton – Buchanan (Teleostei, Cyprinidae) – Part 1: Static method. ISO 7346/1. – 1984(E) (1984)
- [7] *ISO document*: *Second proposal for a standard method for screening chemicals and products for acute toxicity to freshwater fish using a semistatic procedure*. ISO/TC 147/SC 5/WG 3 N 28 (1979)

- [8] ISO document.: *Determination of acute lethal toxicity of substances to freshwater fish using a semi – static procedure*. ISO/TC 147/SC 5/GT 3 N 38 (1980)
- [9] JONES, J., R., E.: *Fish and River Pollution*. Butterworth, London (1964)
- [10] KRÓLAK, E.: *Concentration of heavy metals in the snails *Lymnaea (Radix) peregra* (O. F. Mull) and *Lymnaea stagnalis* (L) occurring in rivers near Siedlce town*. Pol. Arch. Hydrobiol., 45(4), 553-563 (1998)
- [11] LIEBMANN H.: *Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie*. Bd. 1, 2, Jena, G. Fischer Verlag (1962)
- [12] MEINCK, F., Stooff, H., Kohlschütter, H.: *Ścieki przemysłowe*. Warszawa. Arkady (1975)
- [13] MOOR J.: *Heavy metals in natural waters*. Berlin, Springer Verlag (1984)
- [14] PIONTEK M.: *The regenerative ability of the planarian *Dugesia tigrina* (Girard) and the possibility of its use in reproduction of this species*. Acta Hydrobiol., 25/26, 81-88 (1983/1984)
- [15] PIONTEK M.: *Ocena stopnia toksyczności 28 chemicznych związków mineralnych i organicznych na podstawie testów z *Daphnia magna* Straus*. [Toxicity assesment of 28 mineral and organic chemical compounds on the basis of tests with *D. magna* Straus]. Zesz. Nauk. Politechn. Zielonogórskiej, 111, Inżynieria Środowiska, 5, 49-59 Zielona Góra (1997)
- [16] PIONTEK M.: *Application of *Dugesia tigrina* Girard in toxicological studies of aquatic environments*. Pol. Arch. Hydrobiol., 45 (4), 565-572 (1998)
- [17] PIONTEK M.: *Use of the planarian *Dugesia tigrina* Girard in studies of acute intoxication*. Pol. Arch. Hydrobiol., 46 (1), 41-48 (1999a.)
- [18] PIONTEK M.: *Use of a planarian *Dugesia tigrina* Girard in the studies of acute toxicity of organic substances*. Pol. Arch. Hydrobiol., 46 (3-4), 331-338 (1999b)
- [19] POLAŃSKI A.: *Podstawy geochemii*. Wydawnictwo Geologiczne. Warszawa (1988)
- [20] SOLSKI A.: *Metodyka badań biotoksykologicznych*. Inst. Meteorol. i Gosp. Wodnej. Wrocław (1977)
- [21] SZYMAŃSKI K.: *Wpływ wysypisk odpadów komunalnych na skład odcieków i wód podziemnych*. Woda-ścieki-odpady w środowisku. II. Materiały konferencyjne, 203-217 Politechnika Zielonogórska. Zielona Góra (1997)
- [22] TWAROWSKI R., Gendolla T., Liana E.: *Monitoring zanieczyszczeń wnoszonych z opadem atmosferycznym na obszar dorzecza środkowej Odry*. I. Międzynarodowa Konferencja „Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry - Sytuacja po powodzi 1997 roku”. Materiały konferencyjne, 375-389, Politechnika Zielonogórska. Zielona Góra (1998)
- [23] WEBER, E.: *Grundriss der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner*. Jena, G.Fischer Verlag (1972)

**Georg RAST, Petr OBRDLIK, Piotr NIEZNANSKI,
Detlef Günther-DIRINGER**

**ODER-FLOODPLAIN-ATLAS:
A BASIC TOOL FOR FLOOD PROTECTION, NATURE
CONSERVATION AND REGIONAL PLANNING**

**ATLAS ODRZAŃSKICH TARASÓW ZALEWOWYCH:
PODSTAWOWE NARZĘDZIE OCHRONY
PRZECIWPOWODZIOWEJ, OCHRONY PRZYRODY
I PLANOWANIA REGIONALNEGO**

WWF-Auen-Institut, Germany

At the beginning of the 90-ties of the 20th century, the Oder River region at the geographical center of Europe is regaining its political importance. The Oder valley is also an important economical, communications and environmental corridor at both the north-south and east-west directions. This relates closely to a new development plan for navigability, including a connecting channel with the Danube River. However, after the great flood of summer 1997, key attention is concentrated on flood protection for the future.

Environmental protection views these plans as a threat to the most valuable natural resources of the Oder River. The materials, which are to serve as a basis for the development decisions, show major shortage. Data about the Oder River valley subject to these plans are often not compatible between the neighboring countries as well as incomplete.

For future discussions regarding the development of the Oder valley and in order to facilitate easier access to a publicly available environmental database, a special overflow/reservoir area atlas of the Oder River has been prepared and presented in order to:

- record, present and evaluate the current ecological status of the flowing waters – overflow areas along the entire Oder valley, with the aid of selected uniform biotopes and bioindicators.
- determine the general flood protection conditions in relation to the possible recovery of retention areas, based on the combined ecological/ water management data and area usage information

The atlas covers the overflow areas of the Oder valley including the Oder backwaters at the tributaries' mouth sections. The area and range of the Oder overflow areas corresponds to the natural flood areas or the natural path of Oder in the event of flood. Considering that the majority of these areas are protected with embankments, their extent had to be determined based on various data, which did not allow for exact estimation.

The evaluated areas span along the Oder River starting at the Oder city (Ostravský kraj, Czech Oder River km 81) at the Czech Republic, and ends at the South end of the Szczecin city at Poland. The length of this river section is 785 km (of the 855 km total including the mouth at the Szczecin bay), the respective length of the valley is about 650 km. The entire evaluated area is about 3600 km².

Considering that data in a form of just maps would be somewhat ambiguous and unclear, the Atlas also includes a fairly long commentary.

The commentary also presents a short historical outline of developments of the overflow areas essential to the ecological system as well as aspects related to ecology and protection of the natural scenery of this valley. This will provide a reader with comprehensive understanding of the ecology of the overflow areas.

Considering the relatively new approach as well as the difficult initial requirements, at the least because of the three language nature of the Atlas, the next section includes methodical information, stating definitions, a selection of biotope data as well as a description of the cartographic data.

Of all biotopes 12 have been selected as authoritative. Additionally, the Atlas includes data about 10 plant-, 8 fish- and 14 bird indicators.

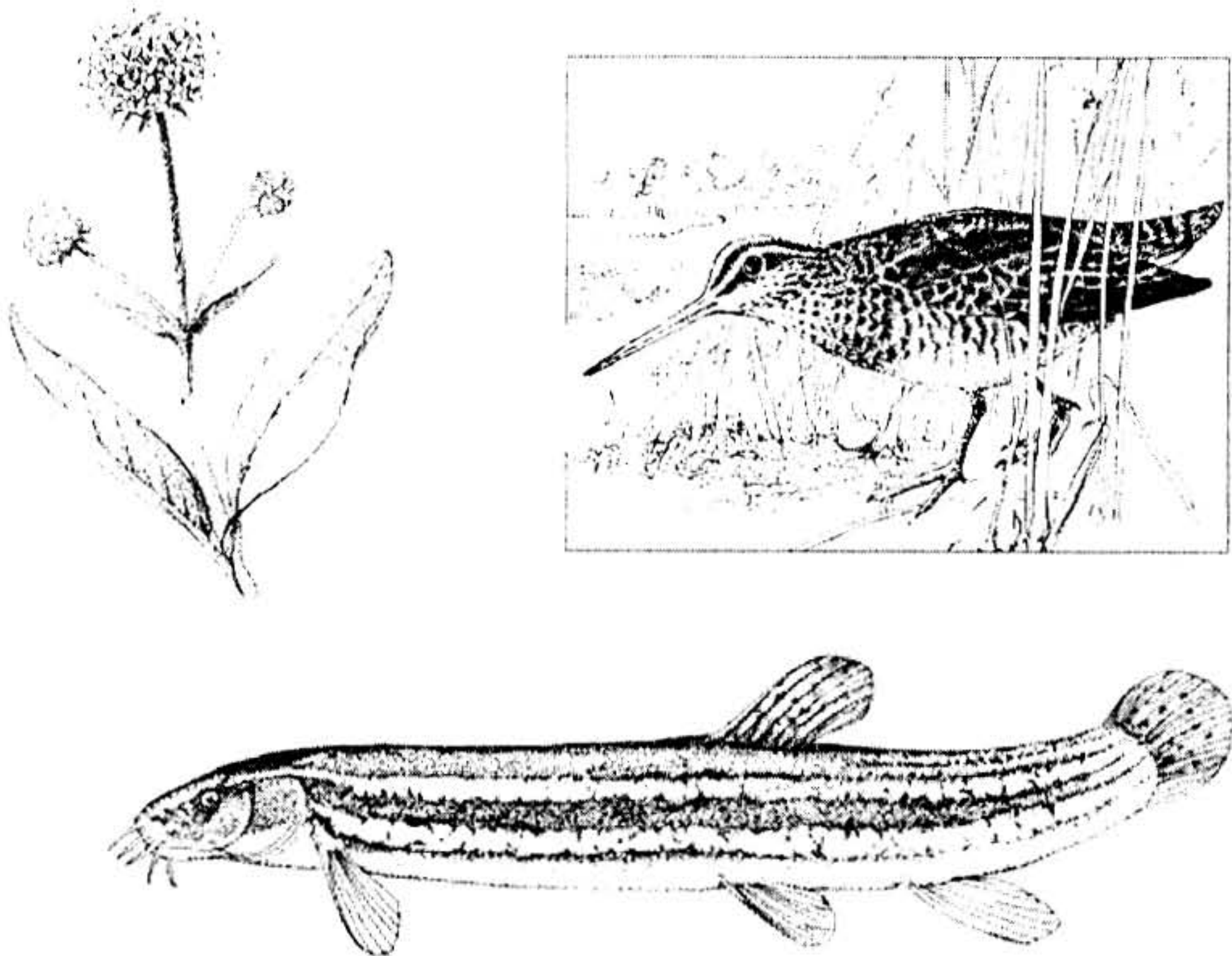


Fig. 1 Examples of the bioindicators (*Succisa pratensis*, *Gallinago gallinago*, *Misgurnus fossilis*)

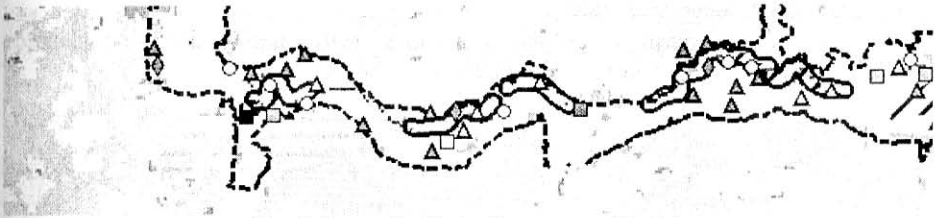


Fig. 2 Part of a bioindicator map (birds)

A 1 : 25.000 topographic map has provided the basic data. All of the data has been stored in a Geographical Information System (GIS). The various environment types have been presented using a 1 : 50 000 scale, whilst the bioindicators us a 1 : 500 000 scale. In order to assure clarity, the smallest biotope areas taken into consideration are 10 ha. As a supplement to the biological data, the Atlas also includes basic water management information (embankments, river kilometer marks, dams, weirs, etc.), as well as data pertaining to the protected areas, which has been obtained in part in digital form from various agencies or elaborated by the WWF- Auen- Institute.

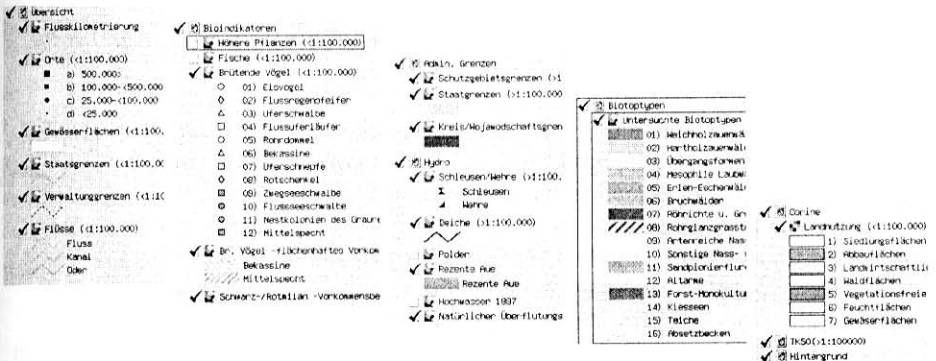


Fig. 3 Display of the used layer-structure

Besides the maps, the commentary also describes the actual condition of the natural overflow areas subject to independent evaluation. As for the flora and fauna, the description of the actual conditions is limited to just a few selected biotopes and bioindicators. The Atlas of course cannot serve as a complete reference inventory of all species or an indication of existence of endangered species from the red list. It cannot also meet the expectations for preparing full biotope maps (according to the environmental protection laws of the German land union) of the discussed regions.

The assessment includes as first only areas of selected biotopes and areas of woodland biotopes having a share in the selected overflow area.

The next layer contains important flood information, presented on a separate foil, matched in each case with a topographical base and biotope data. This includes:

- location of flood protection embankments,

- regularly flooded areas today,
- areas flooded during the flood of summer 1997, and existing and planned floodwater retention areas (referred herein as polders).

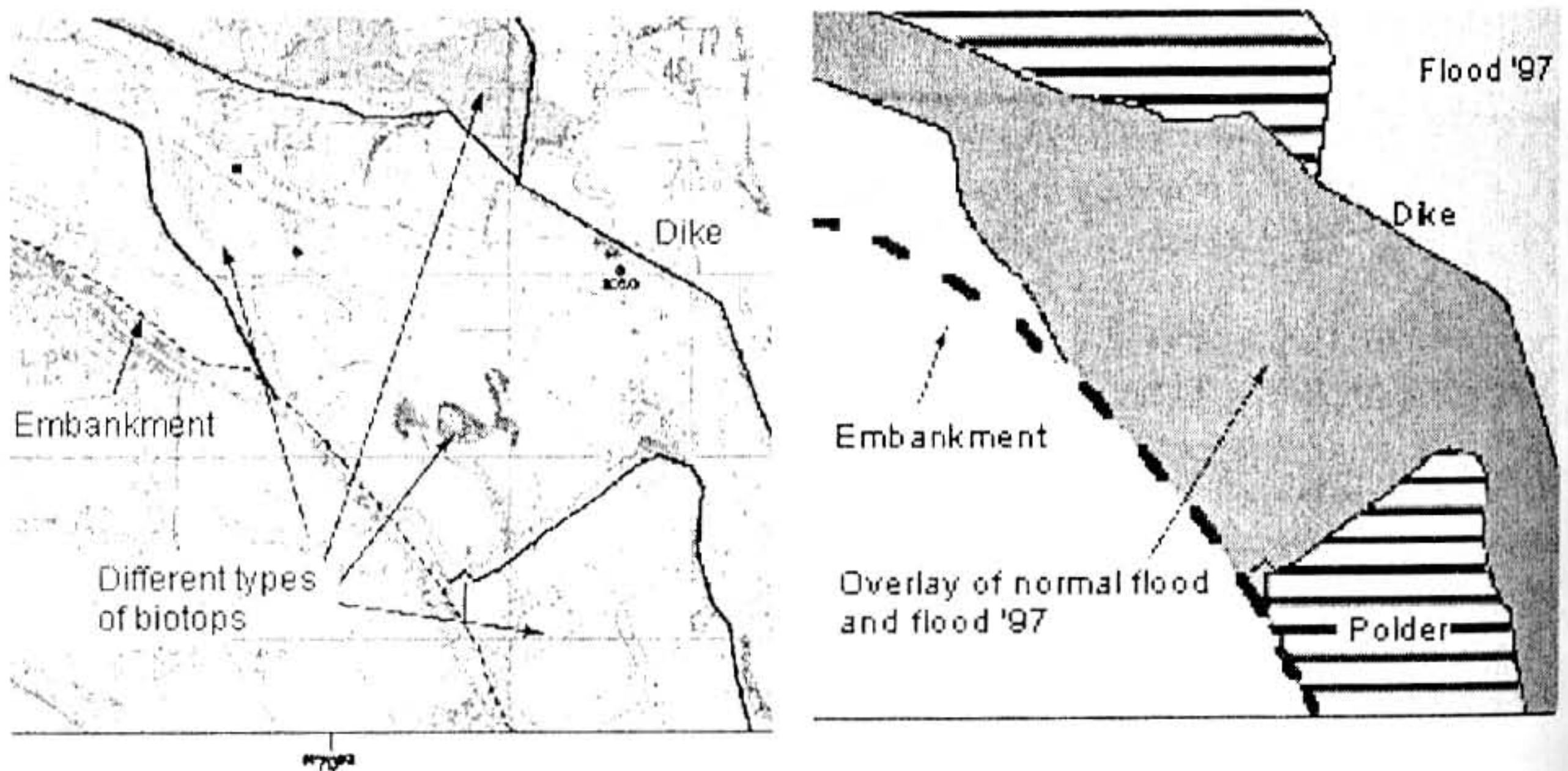


Fig. 4 Part of the biotopemap with the corresponding transparent layer (right) of the hydrological information

The next layer contains important flood information, presented on a separate foil, matched in each case with a topographical base and biotope data. This includes:

- location of flood protection embankments,
- regularly flooded areas today,
- areas flooded during the flood of summer 1997, and
- existing and planned floodwater retention areas (referred herein as polders).

All of the area data matches the GIS results, which have been presented again in Table 3. It should be noted that in reference to the flood of summer 1997, a total of 2050 km² of the evaluated region have been flooded, which is twice the area of the current overflow areas (around 970 km²).

Using the above as basis, further analysis and result application hints have been presented (limited to information regarding environment protection, flood protection, land usage and river bed regulation and melioration). The following should be especially stressed:

- lack of an appropriate protection area scheme for the Oder overflow areas. Taking this into account, the homestead directive is considered vital.
- of all the woodlands (500 km²) of the evaluated region, almost 50% (235 km²) are classified as valuable in light of environmental protection and the selected environment types; over 2/3 of these valuable woodlands (147 km²) are within regularly flooded areas today. The Oder overflow areas are thus also the largest valuable riparian forest areas, at least in comparison to Rhine, Elbe or Vistula.
- also the valuable meadowland area is very large having 383 km² (at least 50% of all green areas at the evaluated region).

- considering the ongoing developments, the slower flow sections of Oder still serve as a home for various endangered bioindicator species, and contribute to interweaving the delicate fauna and flora elements.

The following guidelines can be given for town and country planning and area development:

considering flood protection of the entire region in view of the flood of summer 1997, the overflow areas require urgent protection.

- considering the large and very large biotope areas without an assigned appropriate protection status, as well as the future changes in the farming and woodland management, it is recommended to urgently develop a common strategy for protected areas in the Oder Valley.
- some of the Oder valley sections require for the functional recovery of the ecological bio-corridor.
- the great river control investment foreseen in the „ Program for Oder 2006”, which includes building of stages of fall and control of rivers, is a major threat to the natural environment in the overflow areas of the Oder valley, which is of global value.
- the combination of the planned expansion of retention areas using additional overflow areas with the aided creation of typical riparian habitats will be beneficial for both water management as well as natural environment protection.

The Atlas herein can serve as a basis for elaborating future area development plans for the entire Oder river basin.

Tadeusz RESZKA

METODYKA SPORZĄDZANIA OCEN STANU TECHNICZNEGO OBWAŁOWAŃ PRZECIWPOWODZIOWYCH Z ZASTOSOWANIEM BADAŃ NIEINWAZYJNYCH

METHODOLOGY OF PREPARING THE ESTIMATES OF TECHNICAL CONDITION OF FLOOD-CONTROL EMBANKMENTS WITH THE USE OF NON-INVASIVE METHODS

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział Kraków
Institute of Meteorology and Water Management in Cracow

Streszczenie

W 1994 roku w Samodzielnej Pracowni Technicznej Kontroli Zapór IMGW O/Kraków z siedzibą w Dobczycach opracowano wskazówki metodyczne odnoszące się do sporządzania ocen stanu technicznego obwałowań i ich podłoża. Jako podstawowe wskazano nieinwazyjne badania geologiczne, do których zalicza się profilowanie elektromagnetyczne i georadarowe. Wyniki tych badań służyły do określania zakresu i miejsc wykonania terenowych badań geotechnicznych (odwierty badawcze, sondowania, pobranie próbek do badań laboratoryjnych). Po powodzi w lipcu 1997 założenia metodyczne ulegały uszczegółowieniu, zaś badania i ocena stanu technicznego z wykorzystaniem nieinwazyjnych sposobów badań przeprowadzono na obwałowaniach rzeki Wisły, Odry, Olzy i Suminy. W referacie omówiono pokrótce wskazówki metodyczne w zakresie sporządzania ocen stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych i budowli wałowych przy wykorzystaniu nieinwazyjnych badań geologicznych.

Summary

In 1994, the Technical Department for Dam Control of the Institute of Meteorology and Water Management - Krakow Branch - with the seat in Dobczyce worked out several recommendations referring to the way of estimating the technical condition of embankments and their base. Non-invasive geological examinations, including electromagnetic and multi channel radar cross-sectioning were recommended as basic ones. The results of these examinations were used to determine places in which site

geophysical estimations were to be performed (test bore-holes, sounding, sampling) as well as their scope. Following the July 1997 flood, methodical assumptions were completed with details. The estimate of the technical condition with the use of non-invasive methods was performed on the embankments of the Vistula, Odra, Olza and Sumina rivers. This paper discusses methodological indications concerning the execution of technical estimates of flood-control embankments with non-invasive geological tests.

1. WSKAZÓWKI METODYCZNE W ZAKRESIE SPORZĄDZANIA OCEN STANU TECHNICZNEGO OBWAŁOWAŃ PRZECIWPOWODZIOWYCH I BUDOWLI WAŁOWYCH.

Ocenę stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych i budowli wałowych wykonał zespół Samodzielnej Pracowni Technicznej Kontroli Zapor IMGW Oddział Kraków z siedzibą w Dobczycach w następującej kolejności (schemat na rys. 1):

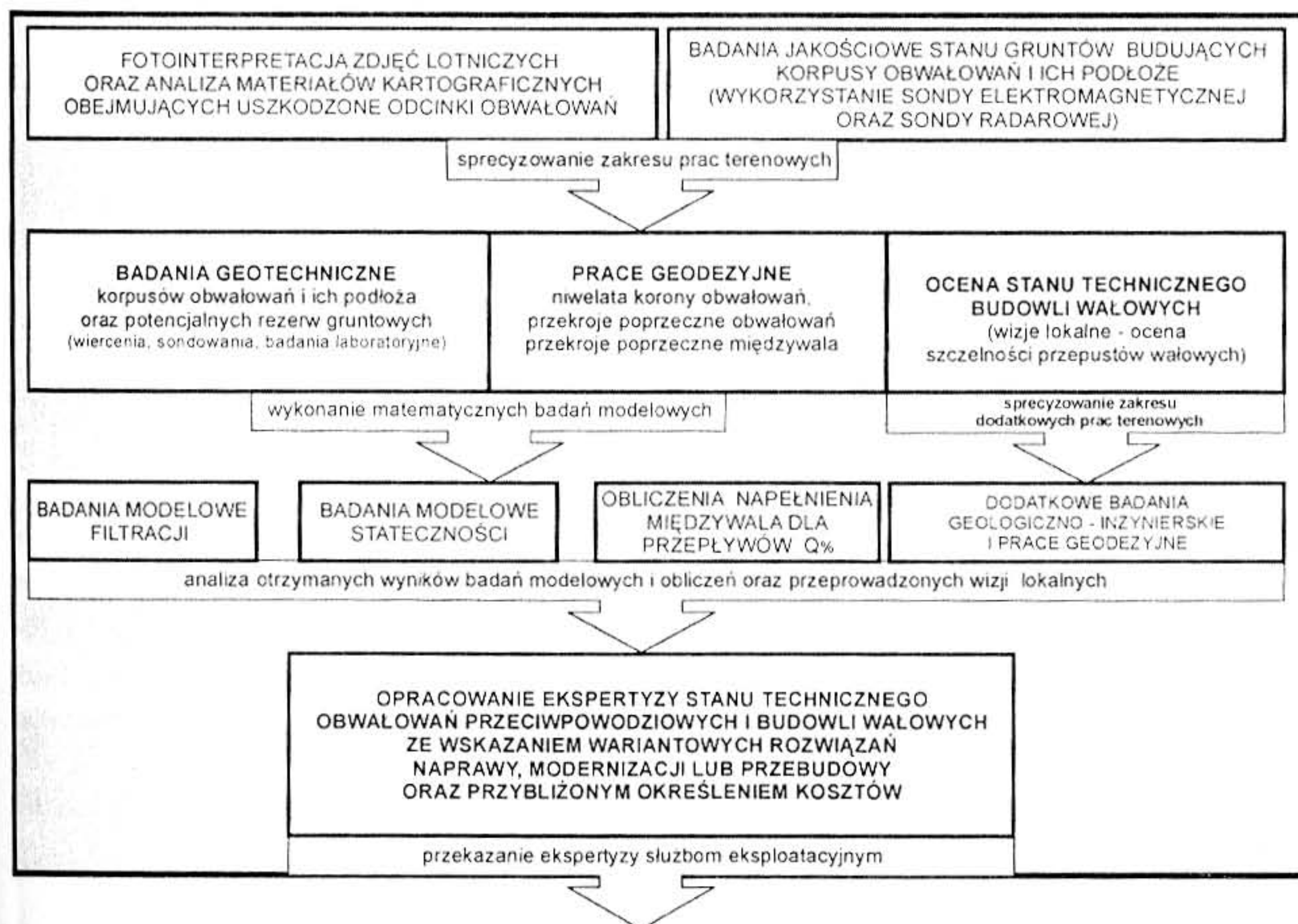
ETAP I - ROZPOZNANIE WSTĘPNE

1. Nieinwazyjne badania geologiczne - badania jakościowe gruntów budujących korpus wału i jego podłoże przy wykorzystaniu profilowania elektromagnetycznego i georadarowego. Zastosowanie sondy elektromagnetycznej (konduktometru) EM31-MK2 pozwala na szybkie i tanie rozpoznanie wstępne badanego odcinka obwałowań, bez względu na porę roku i warunki atmosferyczne. Profilowaniem obejmuje się 100% rozpoznawanego odcinka obwałowań, a uzyskane wyniki przedstawiane są w postaci konturowych map geofizycznych, których analiza pozwala na określenie stref jednorodności gruntu i granic występowania anomalii. Cyfrowa rejestracja konturowych map geofizycznych pozwala na monitorowanie stanu obwałowań z dowolną częstotliwością, umożliwiając łatwe i szybkie śledzenie zmian zachodzących w korpusach obwałowań i podejmowanie z odpowiednim wyprzedzeniem technicznych działań zapobiegawczych. Uzupełnieniem tych badań powinno być monitorowanie "słabych" odcinków przy wykorzystaniu sondy radarowej RAMC/GPR w celu określenia głębokości zalegania stref gruntów słabych (np. torfów) oraz urządzeń infrastruktury technicznej.
2. Sprecyzowanie zakresu prac terenowych (geodezyjnych i geotechnicznych) w oparciu o wyniki profilowań elektromagnetycznych i georadarowych oraz na podstawie analizy materiałów kartograficznych i zdjęć lotniczych.

ETAP II - PRACE TERENOWE

3. Wykonanie terenowych badań geotechnicznych obejmujących sobą wiercenia, sondowania, badania gruntów in situ przy oraz badania laboratoryjne.
4. Wykonanie terenowych prac geodezyjnych : niwelata korony obwałowań, przekroje poprzeczne obwałowań, przekroje poprzeczne międzywala dla celów obliczeń napelnienia w ruchu ustalonym (wykorzystanie techniki GPS)
5. Inwentaryzacja i ocena stanu technicznego budowli wałowych (głównie szczelności przepustów wałowych) przy wykorzystaniu techniki video (z funkcją night shot),

wykonanie inwentaryzacji zieleni wysokiej przeznaczonej do wycinki oraz sporządzenie dokumentacji fotograficznej.



Rys. 1 Metodyka sporządzania ocen stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych i budowli wałowych - schemat blokowy.

ETAP III - OPRACOWANIE EKSPERTYZY

6. Wykonanie badań modelowych (filtracji w ruchu nieustalonym i stateczności), oraz przeprowadzenie obliczeń hydraulicznych napelnienia koryta dla przepływów o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia.
7. Określenie kryterium przewyższenia korony istniejących obwałowań ponad poziom zwierciadła wody przy przepływie miarodajnym (w odniesieniu do obowiązujących przepisów).
8. Opracowanie propozycji rozwiązań projektowych (w miarę możliwości wielowariantowych) wraz ze wstępną analizą kosztów.

Zlecenie opracowania projektu likwidacji zagrożenia powodziowego bez ekspertyzy stanu technicznego przedmiotowych odcinków obwałowań stwarza komplikację w trakcie prowadzenia prac projektowych i pociąga za sobą konieczność wykonywania *ad hoc* rozproszonych badań i pomiarów w ograniczonym zakresie, co zwiększa koszty opracowań, a w niektórych przypadkach uniemożliwia właściwe rozwiązanie problemu.

2. NIEINWAZYJNE BADANIA GEOLOGICZNE

2.1 Badania konduktometrem elektromagnetycznym typu EM31-MK2

Zasada działania przyrządu oparta jest na indukcji elektromagnetycznej i polega na wzbudzeniu w podłożu prądów obwodowych, które odczytywane są przez przyrząd i przeliczane na uśrednioną przewodność, a także na wtórną składową magnetyczną ziemskiego pola magnetycznego. W celu określenia zróżnicowania podłoża wykonuje się bezkontaktowy ciągły pomiar przewodności oparty na siatce pomiarowej w określonych interwałach.

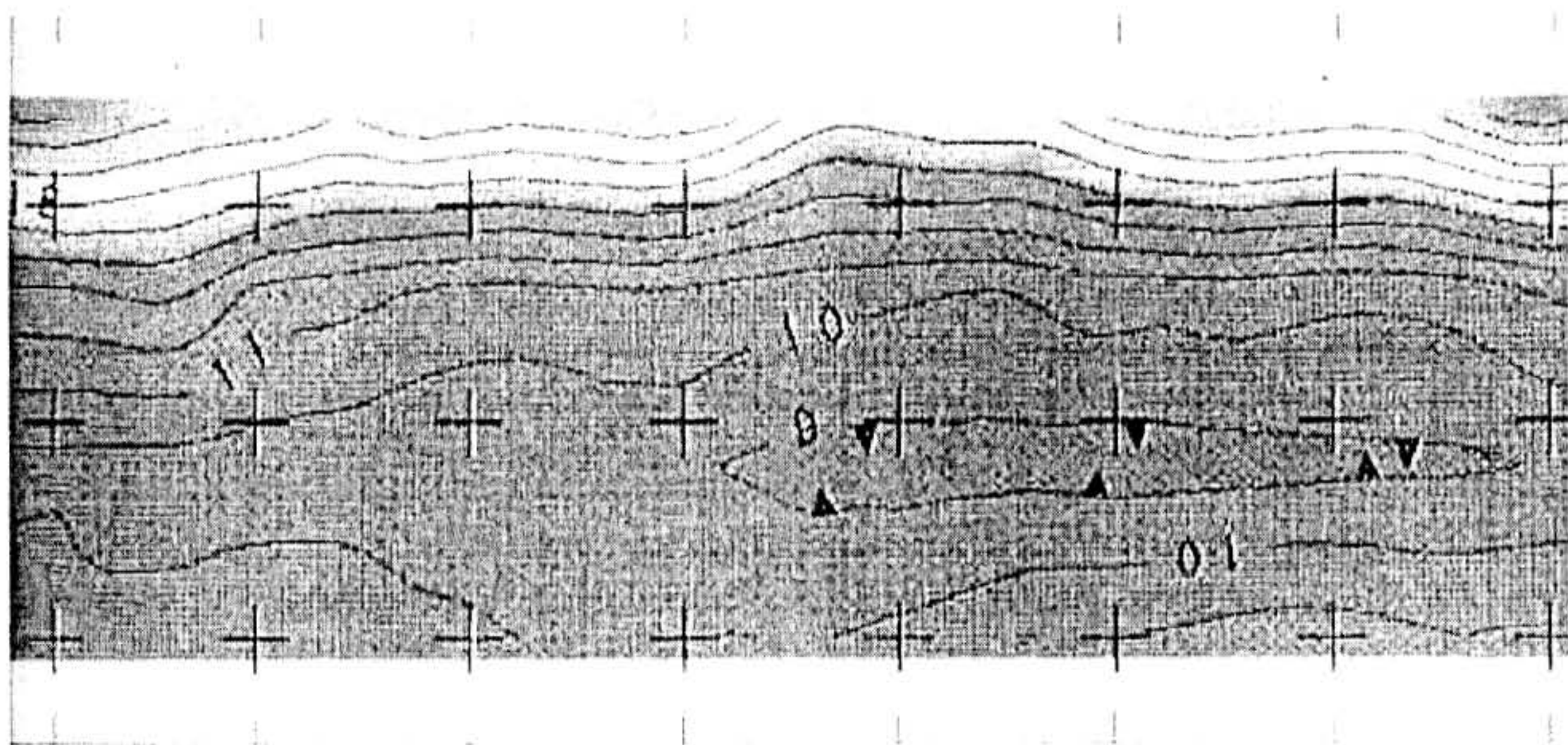
Siatkę pomiarową wyznacza się na podstawie wizji terenowej. Po określeniu szerokości i długości badanego odcinka tworzy się siatkę w zależności od szerokości korony (d) i wprowadzonego interwału (odstępu pomiędzy poszczególnymi liniami pomiarowymi, których ilość waha się od min. 3 do 7). Interwał, od którego zależy dokładność pomiaru jest wielkością zmienną i mieści się w granicach od 0.5 do 2 m.

Pomiar wykonuje się z zakresem częstotliwości fal wysyłanych z przyrządu nie zmienianych do zakończenia profilowania pomiarów. Dane z pomiaru zapisywane są automatycznie w urządzeniu rejestrującym. Przyrząd przenoszony był równolegle wzdłuż założonych linii pomiarowych na wysokości od 0.7 do 1 m nad powierzchnią terenu.



Rys. 2 Widok konduktometru elektromagnetycznego EM31-MK2 przygotowanego do profilowania (w prawym górnym rogu część pomiarowo - rejestrująca)

Po wykonaniu badań terenowych sporządza się mapę geofizycznych zmian w badanym ośrodku gruntowym, stanowiących podstawę do określenia zakresu i miejsc wykonania badań geotechnicznych.



Rys. 3 Fragment mapy geofizycznej podłoża obwałowania rzeki Odry w Głogowie

Na przedstawionym fragmencie mapy geofizycznej izolinie o wartościach od 9 do 13 (przewodność mS/m) wskazują na dominację gruntów spoistych (gliny pylaste zwarste). W pobliżu górnej krawędzi izolinie o wartościach powyżej 16 wskazują na występowanie gruntów piaszczystych. Sonda elektromagnetyczna EM31-MK2 znajduje szerokie zastosowanie w badaniach związanych ze skażeniem środowiska, np.: lokalizacja występowania odcieków ze składowisk odpadów, wyznaczenie zasięgu skażeń przemysłowych w gruncie i w wodzie podziemnej, lokalizacji obszarów zasolenia wód i gleb. Profilowanie elektromagnetyczne wykorzystuje się również do lokalizacji niewypałów i niewybuchów. Podczas realizacji prac modernizacyjnych wału powodziowego Odry na terenie Wrocławia, na terenie rezerwy gruntowej odkryto niewypał z okresu II wojny. Dzięki wykonanemu profilowaniu elektromagnetycznemu zlokalizowano i określono głębokość zalegania jeszcze 11 niewybuchów.

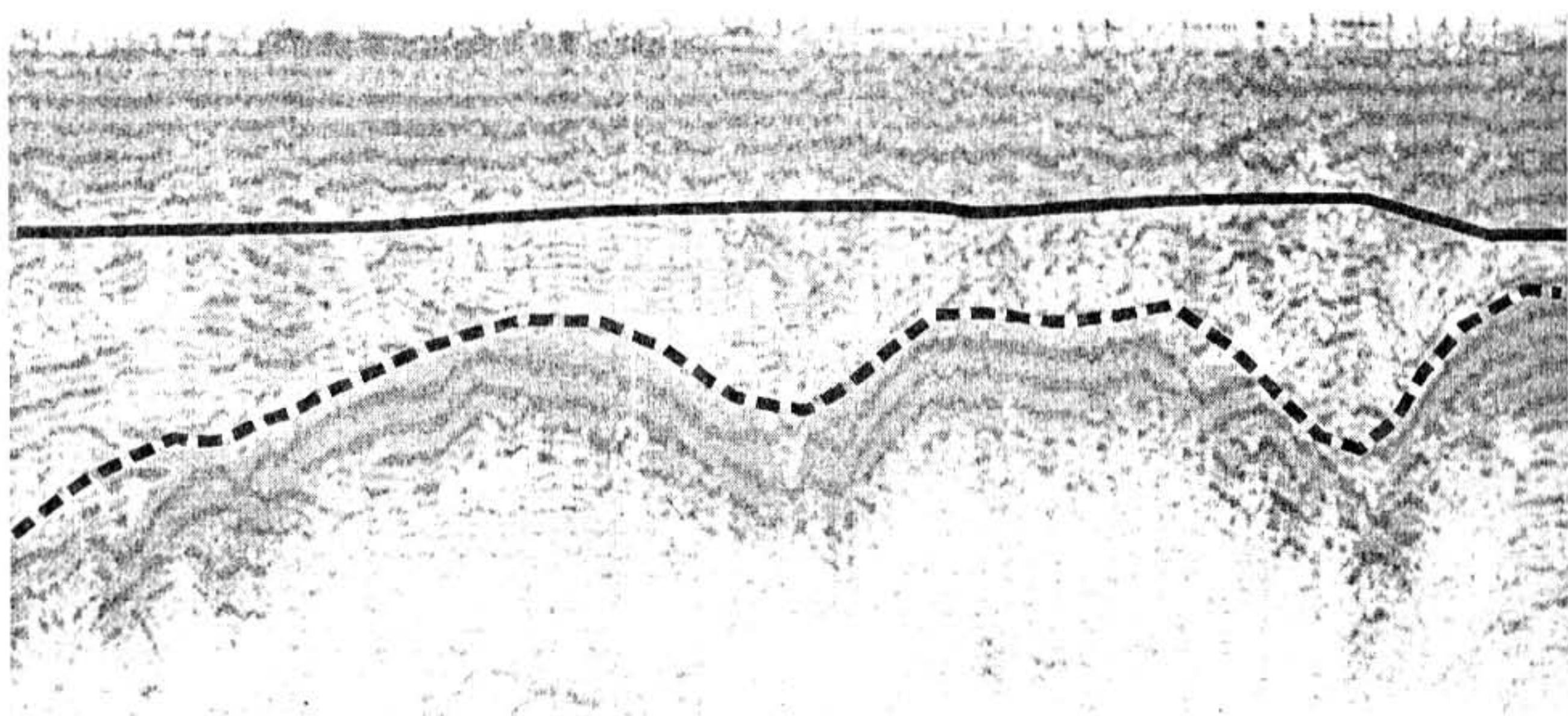
2.2 Badania sondą georadarową typu RAMAC/GPR

Georadar RAMAC/GPR produkcji szwedzkiej firmy Mala GeoScience jest radarem powierzchniowym współpracującym z kompletem anten o różnych częstotliwościach (od 10 do 1000 MHz). Georadar RAMAC/GPR sterowany jest podłączonym komputerem IBM PC (notebookiem) z odpowiednim pakietem oprogramowania. W trakcie trwania pomiaru anteny leżą tuż obok siebie i są przesuwane przez jednego z operatorów równocześnie wzdłuż profilu (rys. 3). Drugi operator ma na plecach zestaw nadawczo - odbiorczy oraz przed sobą przenośny komputer.

Profilowanie georadarowe wykonuje się głównie na obszarach w granicach administracyjnych miast, wsi i osiedli, gdzie spodziewane są kolizje trasy wału z urządzeniami infrastruktury technicznej. W wyniku przeprowadzonych badań lokalizuje się m. in. przejścia kablowe i rurowe, obce elementy w postaci płyt żelbetowych i elementów stalowych, jak również spągi warstw żużla i gruzu budowlanego budujących korpus wału. Określa się również strefy wypiętrzenia w podłożu żwirów (tzw. rynny filtracyjne przebiegające prostopadle do osi obwałowania) oraz gruntów słabonośnych (np. torfów - rys.3).



Rys. 4 Profilowanie georadarowe sondą RAMAC/GPR



Rys. 5 Fragment echogramu otrzymanego w wyniku profilowania georadarowego sondą RAMAC/GPR (linia przerywana oznacza spąg zaś linia ciągła strop zalegania torfów)

3. LITERATURA

- [1] RESZKA T.: *Badania, remonty i zabezpieczenia obwałowań przeciwpowodziowych przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii*. IMGW, Dobczyce (1994)
- [2] RESZKA T.: *Metodyka oceny stanu technicznego i bezpieczeństwa obwałowań przeciwpowodziowych przy wykorzystaniu nowoczesnych badań i obliczeń*. IMGW, Dobczyce (1994)
- [3] RESZKA T. z zespołem: *Ocena stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych na terenie województwa katowickiego. Lewe obwałowanie rzeki Wisły w miejscowości Nowy Bieruń*. IMGW, Dobczyce, 1(1998)
- [4] RESZKA T. z zespołem: *Ocena stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych na terenie województwa katowickiego. Obwałowania rzek : Wisły i Iłownicy w miejscowościach Goczalkowice, Ochodza i Zabrzeg*. IMGW, Dobczyce (1998)
- [5] RESZKA T. z zespołem: *Ocena stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych na terenie województwa katowickiego. Lewe obwałowania rzeki Wisły w miejscowości Góra, oraz prawe obwałowanie rzeki Wisły i lewe cofkowe obwałowanie rzeki Dankówki w miejscowości Jawiszowice*. IMGW, Dobczyce, (1998)
- [6] RESZKA T. z zespołem: *Ocena stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych na terenie województwa katowickiego. Obwałowania rzeki Suminy w miejscowości Turze oraz prawe obwałowanie rzeki Olza w miejscowości Olza*. IMGW, Dobczyce (1998)
- [7] RESZKA T. z zespołem: *Nieinwazyjne badania geologiczne i ocena stanu technicznego prawostronnego obwałowania rzeki Odry w km 573.00 - 614.200 w granicach województwa lubuskiego. Ekspertyza stanu technicznego*. IMGW, Dobczyce (1999)
- [8] KAMZELAK B., Pryciuk Z., Reszka T., Wzientek K.: *Nieinwazyjne badania geologiczne i ocena stanu technicznego prawostronnego obwałowania rzeki Odry w km 573.00 - 614.200 w granicach województwa lubuskiego. Dokumentacja geologiczna - badania budowy litologicznej korpusu wału i jego podłoża konduktometrem EM31-MK2*, IMGW, Dobczyce (1999)
- [9] GULIŃSKI M., Grabowski J., Reszka T.: *Nieinwazyjne badania geologiczne i ocena stanu technicznego prawostronnego obwałowania rzeki Odry w km 573.00 - 614.200 w granicach województwa lubuskiego. Dokumentacja geologiczna - Badania geoelektryczne struktury i nawodnienia gruntów konduktometrem EM34-3XL*. IMGW, Dobczyce (1999)
- [10] KARCZEWSKI J., Reszka T., Ziętek J.: *Nieinwazyjne badania geologiczne i ocena stanu technicznego prawostronnego obwałowania rzeki Odry w km 573.00 - 614.200 w granicach województwa lubuskiego. Dokumentacja geologiczna - Profilowanie sondą georadarową typu RAMAC/GPR*. IMGW, Dobczyce (1999)
- [11] RESZKA T., Korwin – Szymanowski A., Zawadzki M.: *Nieinwazyjne badania geologiczne i ocena stanu technicznego prawostronnego obwałowania rzeki Odry w km 573.00 - 614.200 w granicach województwa lubuskiego. Dokumentacja geologiczna - prace geologiczne dla potrzeb oceny stanu technicznego*. IMGW, Dobczyce (1999)

Tadeusz RESZKA

**WSPÓŁCZESNE MATERIAŁY I TECHNOLOGIE
W MODERNIZACJI I ZABEZPIECZENIU OBIEKTÓW
OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ**

**MODERN TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES IN
MODERNIZATION AND PROTECTION OF FLOOD-CONTROL
OBJECTS**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział Kraków
Institute of Meteorology and Water Management Cracow

Streszczenie

Po powodzi w lipcu 1997 w sporządzanych ocenach stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych i budowli wałowych w proponowanych rozwiązaniach, mających na celu ich modernizację i zabezpieczenie wskazywano na nowe materiały i technologie. W pracach projektowych zaczęto używać rozwiązań technicznie atrakcyjnych i ekonomicznie konkurencyjnych, proponując materiały zapewniające łatwe ich wbudowanie, bez konieczności użycia ciężkiego sprzętu, z minimalizacją kosztownych robót ziemnych. W projektach budowlano - wykonawczych zaczęły pojawiać się takie materiały jak: mata bentonitowa do zabezpieczeń filtracyjnych, geosiatki do wzmocnienia skarp i podwyższania korony obwałowań, preparaty stabilizujące grunt pod drogi przywałowe, grodzice winylowe do wykonywania cienkościennych przesłon przeciwfiltracyjnych, prefabrykowane elementy żelbetowe ścian oporowych. W referacie omówiono pokrótce materiały i technologie stosowane w modernizacji i zabezpieczeniu obwałowań przeciwpowodziowych.

Summary

Modern techniques and technologies in modernization and protection of flood-control objects summary. Following the 1997 flood, the estimates of the technical solution of flood-control embankments for the first time recommended the use of new solutions aimed at their modernization and protection. In designing, solutions which were attractive in both technological and financial terms, such as the use of easy to build-in

materials which do not demand heavy equipment thus reducing the cost of earthworks to a minimum, were taken into account. Materials such as bentonite mats for filtration protection, geonets to reinforce slopes and high embankment crests, soil stabilising preparations in the construction of adjacent roads, vinyl sheet piles as the antifiltration screens and prefabricated ferroconcrete elements in retaining walls were used both at the stages of designing and construction.

1. MATERIAŁY BENTONITOWE

Zabezpieczenie matą bentonitową (np. BENTOMAT®) skarpy obwałowania od strony międzywala skutecznie zapobiega filtracji wody przez korpus wału. Granulowany bentonit sodowy (VOLCLAY) wykorzystywany jest do uszczelniania przepuszczalnego gruntu zalegającego w podłożu w bezpośrednim sąsiedztwie obwałowania. Mata bentonitowa BENTOMAT®, produkowana w kraju składa się z trzech komponentów (tkanina polipropylenowa, naturalny bentonit sodowy *Volclay*, wzmocniona włóknina polipropylenowa), połączonych ze sobą mechanicznie przez igłowanie. Warstwa uwodnionego bentonitu znajdującego się w macie tworzy dla przepływu wody barierę, charakteryzującą się współczynnikiem przepuszczalności 10^{-11} m/s. Tkanina po stronie wierzchniej stabilizuje połączoną matę i przejmuje naprężenia rozciągające, zaś warstwa dolna jest igłowaną włókniną, przez którą do bentonitu może bez przeszkód przenikać wilgoć.

Sposób i kierunek rozwijania maty BENTOMAT® jest uzależniony m.in. od kąta nachylenia skarpy i jej długości. Na płaskich powierzchniach międzywala nie jest wymagana żadna szczególna orientacja - można ją rozwijać z rolki uniesionej przez stojący na koronie wału sprzęt lub odwijać z rolki rozwijanej przez cofający się sprzęt (np. ładowarkę)

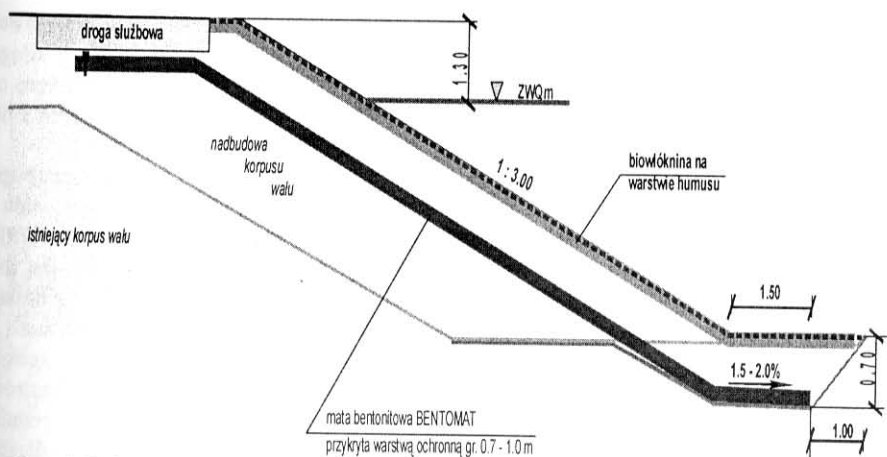
Sąsiednie pasma maty BENTOMAT® układa się na zakład, który powinien mieć szerokość od 15 do 30 cm (na każdej z rolek zaznaczona jest strefa zakładu). Powierzchnie zakładu powinny być czyste i wygładzone w celu zapewnienia bezpośredniego przylegania warstw. W pasie zakładu należy równomiernie rozprowadzić granulaty bentonitowy *VOLCLAY* w ilości około 0.5 kg na 1 mb zakładu. Strefy zakładów muszą być wykonane szczególnie dokładnie - należy unikać ich wykonywania podczas deszczu, pod wodą, podczas opadów śniegu, w błocie oraz podczas silnego wiatru. Po ułożeniu matę należy przykryć warstwą średniozagęszczonego gruntu rodzimego (z deponii) o miąższości min. 0.7 - 1.0 m (rys. 2). Na wierzchu warstwy przykrywającej ułożyć biowłókninę z nasionami odpowiedniego gatunku trawy.

Na rys.1 przedstawiono przekrój poprzeczny modernizowanego prawego obwałowania rzeki Odry w rejonie Wielkiej Wyspy Wrocławskiej, gdzie do zabezpieczenia skarpy odwodnej użyto maty bentonitowej BENTOMAT® produkowanej przez CETCO Poland w Szczytnie.

Matę bentonitową BENTOMAT® stosuje się coraz powszechniej jako barierę przeciwwodną w ochronie wód gruntowych oraz uszczelnianiu składowisk odpadów

i zbiorników. Z powodzeniem znajduje ona zastosowanie również przy zabezpieczeniu podłoża nadziemnych zbiorników magazynujących substancje ropopochodne.

Do uszczelnienia przepuszczalnego podłoża (w przypadku obwałowań przeciwpowodziowych w międzywalu w bezpośrednim sąsiedztwie stopy wału) można stosować również granulowany, naturalny bentonit sodowy *VOLCLAY* dla którego absorpcja wody wynosi 900%.



Rys. 1 Zabezpieczenie skarpy odwodnej wału przy pomocy maty bentonitowej



Rys. 2 Układanie warstwy ochronnej na rozłożonej macie bentonitowej

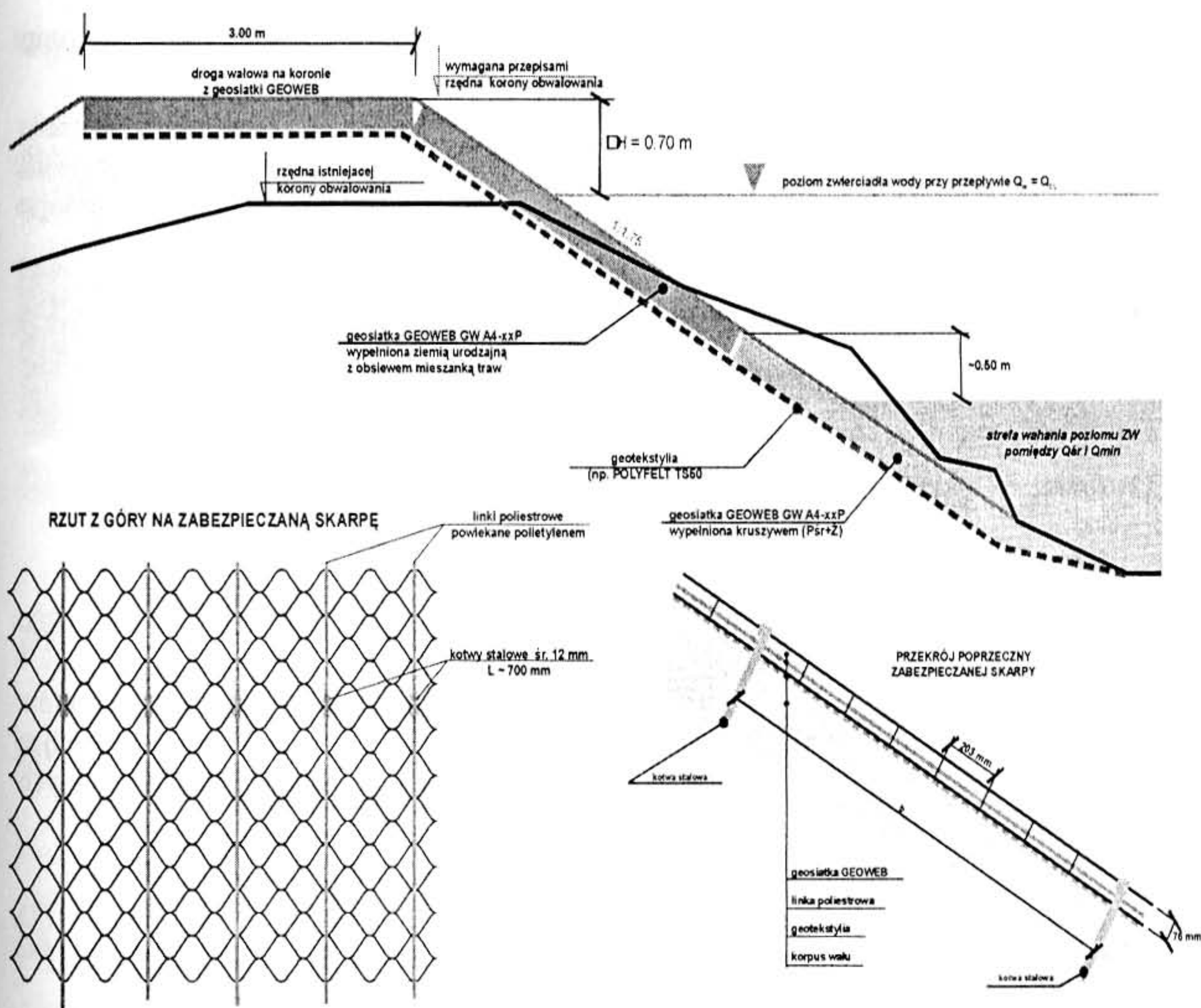
2. GEOSIATKA GEOWEB

Komórkowy System Ograniczający (geosiatka piaskowa) GEOWEB, wykonany z polietylenu o dużej gęstości (HDPE) używany jest coraz częściej do zabezpieczenia obwałowań przeciwpowodziowych mniejszych rzek oraz osuwisk. Wykonuje się z niego tzw. zielone drogi i parkingi. Używany jest w procesie renaturyzacji koryt rzecznych.

Dla lewobrzeżnego obwałowania rzeki Szprotawy zaproponowano zastosowanie geosiatek komórkowych GEOWEB o głębokości komórek 75 mm i długości pojedynczej komórki w stanie rozłożonym - 203 mm, wypełnionych kruszywem oraz gruntem urodzajnym (z obsiewem mieszanki traw). Dzięki zastosowaniu szpilek i linek kotwiących nachylenie skarpy odwodnej może być od 1:2.00 do 1:1.75.

Na rys. 3 przedstawiono schemat zabezpieczenia skarpy odwodnej przy wykorzystaniu systemu komórkowego GEOWEB. Po nadsypaniu korpusu wału do wymaganej rzędnej oraz po wyrównaniu skarpy odwodnej (nachylenie 1: 1.75) na skarpie ułożona zostanie geowłóknina POLIFELT TS 60 spełniająca podwójną rolę : stabilizacji podłoża i jako element powstrzymujący sufozję przy zachowaniu wodoprzepuszczalności.

Po ułożeniu i zakotwieniu geowłókniny rozłożone będą na niej segmenty geosiatki GEOWEB GW A4-xxP zakotwione przy pomocy stalowych kotew i linki poliestrowej. Oczka rozłożonej siatki wypełnione zostaną kruszywem (mieszanka piasków średnich i grubych lub żwiru) do wysokości ok. 0.50 m powyżej poziomu wody odpowiadającego przepływowi średniemu rocznemu. Pozostała część sekcji siatki wypełniona zostanie ziemią urodzajną i obsiana trawą. Na koronie wału poprowadzona będzie droga służbowa wykonana z segmentów geosiatki GEOWEB GW A4-xxP wypełnionych ziemią urodzajną i obsianych trawą.



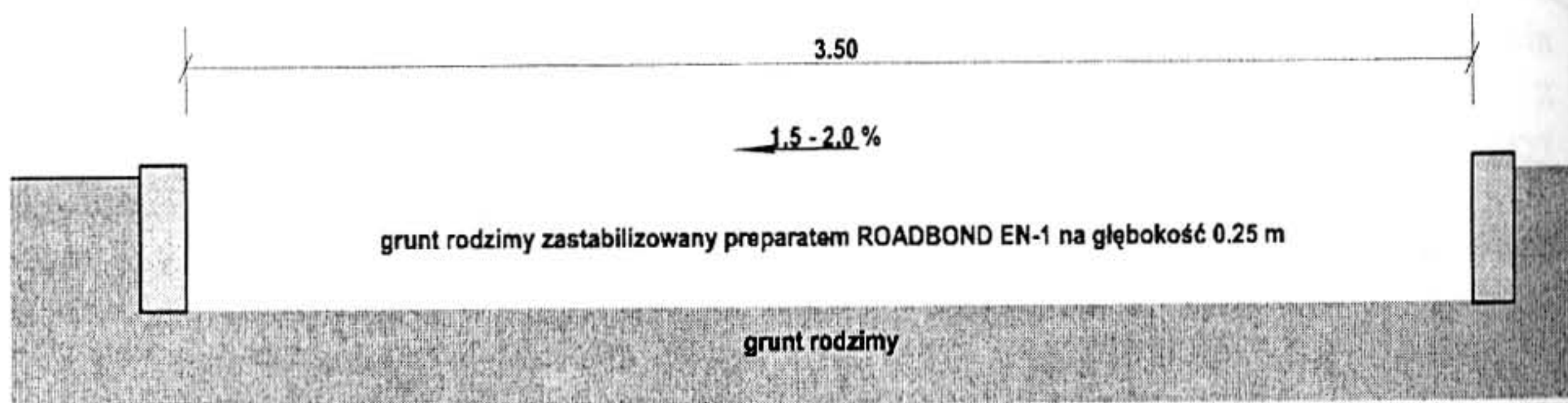
Rys. 3 Zabezpieczenie skarpy odwodnej wału za pomocą geosiatki GEOWEB

3. STABILIZACJA GRUNTU POD DROGI SŁUŻBOWE

Od trzech lat stosowany jest w Polsce preparat (spoiwo) o nazwie ROADBOND EN1, który umożliwia wykorzystanie gruntu rodzimego jako jedynej warstwy tworzącej podbudowę pod nawierzchnie drogowe, lub stanowić może samoistną gruntową nawierzchnię drogową. Preparat ten wzmacnia słabonośne grunty do wytrzymałości ponad 2.5 MPa, a gruntem wysadzinowym (spoiwym : ility, gliny) zmniejsza pęcznienie poniżej 0.5% i nadaje im cechy skały osadowej. W przypadku stabilizacji gruntu cementem zmniejsza jego zużycie do 3% wagowo, co zapobiega skurczom i powstawaniu spękań. Znacznie ogranicza kapilarne podciąganie wody zwiększając mrozoodporność zastabilizowanego gruntu. Zastosowanie tego preparatu do stabilizacji gruntu zapobiega powstawaniu kolein i pofałdowań, przez co koszty utrzymania dróg zmniejszają się o 60-80%. Jest środkiem ekologicznym, posiadającym atest Państwowego Zakładu Higieny i pozytywną opinię Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

W projekcie budowlano - wykonawczym na modernizację lewobrzeżnego wału Kanału Powodziowego w obrębie Wielkiej Wyspy Wrocławskiej drogę służbową na

koronie wału i wzdłuż skarpy odpowietrznej zaprojektowano z gruntu zastabilizowanego preparatem ROADBOND EN1 (rys. 4).

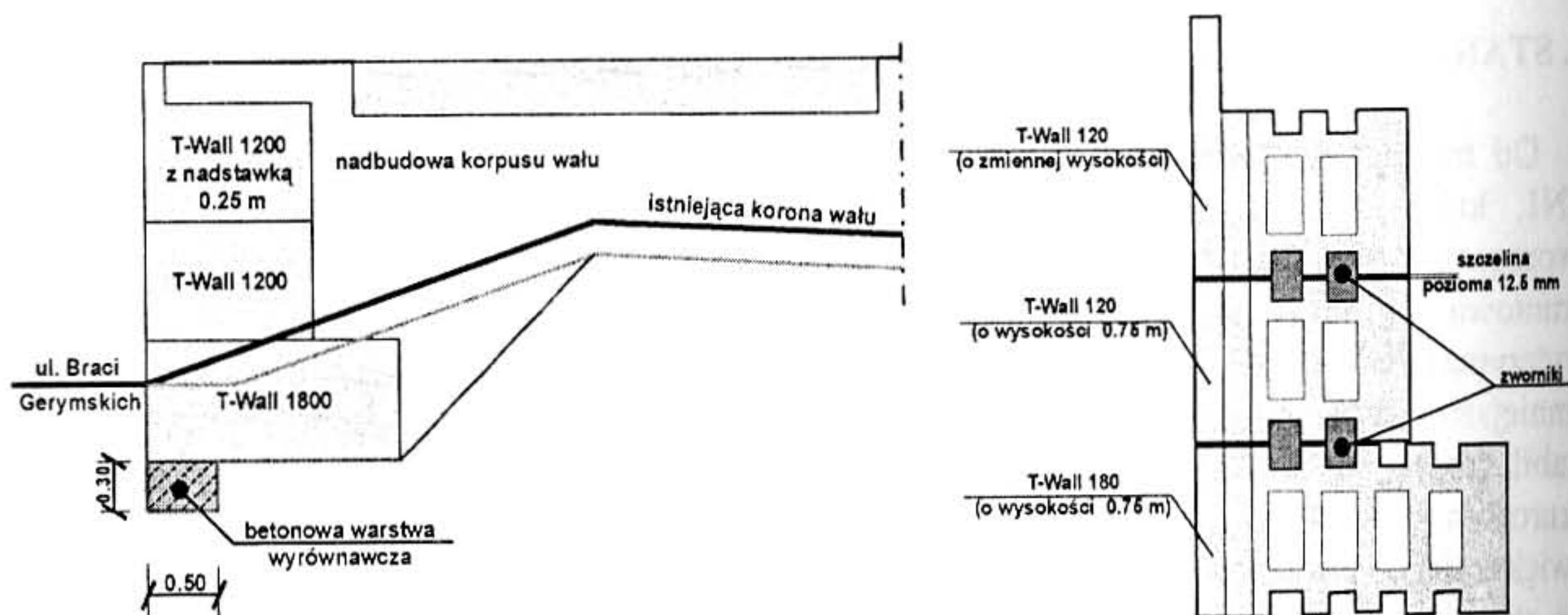


Rys. 4 Schemat wykonania drogi służbowej poprzez stabilizację gruntu preparatem ROADBOND EN1

Wykorzystując tę technologię można wykonać w ciągu jednego dnia od 100 do 200 m drogi o szerokości 6 m, a koszt 1 m² nie powinien przekroczyć 60 - 70 zł (materiały + sprzęt + robocizna). Preparat ROADBOND EN1 stosowany jest również do remontów nawierzchni drogowych z zastosowaniem głębokiego recyklingu (30-35 cm), eliminując transport destruktu starej nawierzchni, wymiany podbudowy i przywozu tradycyjnych mas drogowych.

4. ŚCIANY OPOROWE

W przypadku konieczności rozbudowy wału w terenach o gęstej infrastrukturze technicznej (głównie drogowej) zastosować można prefabrykowane elementy żelbetowe T-WALL w kształcie litery T (stosowane od 3 lat głównie do zabezpieczania skarpy).



Rys. 5 Elementy żelbetowe T-WALL jako ściana oporowa przy podwyższaniu wału

Lico elementów stanowi front wznoszonego muru oporowego, zaś trzon współpracuje z gruntem zasypowym spełniając rolę zakotwienia.

Specjalne zworniki betonowe umieszczane w zagłębieniach trzonu łączą ze sobą elementy niższego i wyższego rzędu, zapewniając całemu murowi stateczność. Elementy T-WALL zostały zastosowane przy podwyższaniu obwałowania rzeki Odry w rejonie Wielkiej Wsi Wrocławskiej.

5. LITERATURA

- [1] RESZKA T.: *Ekspertyza stanu technicznego lewobrzeżnego wału rzeki Szprotawy na odcinku od km 15+930 do km 20+465*, IMGW Dobczyce (2001)
- [2] RESZKA T.: *Studium Podyplomowe: Utrzymanie, remonty i modernizacja obiektów budowlanych gospodarki wodnej. Praca dyplomowa: Badania stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych oraz sposoby ich zabezpieczenia i modernizacji*, Politechnika Warszawska, Warszawa (1999)
- [3] RESZKA T., Wencewicz J.: *Dokumentacja projektowa zadania inwestycyjnego w ramach usuwania skutków szkód powodziowych - Biskupin II - Odbudowa wału. Projekt budowlano - wykonawczy*, IMGW Dobczyce (2000)
- [4] RESZKA T., Wencewicz J.: *Dokumentacja projektowa zadania inwestycyjnego w ramach usuwania skutków szkód powodziowych - Biskupin II - Odbudowa wału. Projekt budowlano - wykonawczy dla odcinka od Jazu Opatowice do Jazu Bartoszowice*, IMGW Dobczyce (2000)
- [5] *Bentomat - informacje techniczne*, WIBEX Ostrów Mazowiecka
- [6] *Zabezpieczenie i odbudowa zapór ziemnych i wałów przeciwpowodziowych systemem GEOWEB*", WODEKO Kraków
- [7] *Technologia budowy dróg oparta na spoiwie ROADBOND EN1*, ENVTECH Poland Katowice
- [8] *System ścian oporowych T-WALL*, Biuro Techniczno - Handlowe T-WALL Gdynia

Jan van RIJNSBERGEN, Johan van der MEULEN

**ROOM FOR THE RIVER
PRZESTRZEŃ DLA RZEKI**

Polderdistrict Tieler-en Culemborgerwaarden, Holland

1. INTRODUCTION

The waterboard of "Tieler- en Culemborgerwaarden" is a governmental organisation in the centre of the Netherlands, dealing with water management. Its area is situated in the lower delta of the river Rhine. To protect the polder from flooding, it is surrounded by river dykes. We just completed a major improvement programme of these dykes. Our inhabitants are now protected from flooding up to a safety standard of 1/1.250 (i.e. the possibility of a dyke breach is reduced to a theoretical average of once in every 1.250 years).

This can give one the impression we can lean back fearless. Human population, life stock, real estate and infra are well protected. High discharges of the river Rhine as they occurred in 1995 will no longer be a threat. But then we actually deny signals that this is all very deluding. Due to global climate changes, we will be faced with more severe rains that cause higher river discharges. In the Netherlands the clay and peat sediment of the subsoil is consolidating as a result of drainage works. These two counteracting factors are not to be trifled with in the near and faraway future.

As a result of a nationwide study a masterplan has been made to ensure sustainable protection against flooding by a number of measures to be taken. This plan, by the name of "Room for the River", is approved with by our national gouvernement last December. On a basis of further investigation, planning, engineering, discussion and decision-making it must lead to a mix of technical and spatial solutions. This will require a strong cooperation between involved governmental organisations, of which Tieler- en Culemborgerwaarden is one. We can supply specific know-how of local subsoil and engineering of ground structures, and bring along experience with project planning.

These qualifications were reason for Lubuski Zarzad Melioracji i Urzadzen Wodnych to seek cooperation with our waterboard to exchange knowledge and experience on water management. As a result of the signed "Letter of intent" we frequently contact to improve our mutual performance and products. It has also lead to the invitation to attend this Conference and prepare this paper. The intention is to inform participants on sustainable protection against flooding in the lower Rhine delta, regarding technical aspects as well as interests.

2. PROBLEM DEFINITION, POLICY OF CONTROL

The above mentioned developments regarding the river discharge are effected in two ways: one of them is meteorologic, the other one has human activities as an origin. The first one can not be altered within a short span of time, thus the latter has to be adapted. From the Middle-Ages on within the Netherlands we have reclaimed land from the river bed in order to build our society. Even the area we call winter-bed is exploited by agriculture and industries such as brick-factories and shipyards. The summer bed is regulated to benefit shipping and the safe discharge of water, ice and sediment.

Higher discharges will, at the same velocity, need more space. To deal with this, we will have to raise the level of our dykes once more, or increase the discharge capacity by widening the river bed. It may be obvious that both these technical and spatial measures are so-called "end-of-pipe" solutions. In other words, the problem is solved by reducing the local or national effect of the changing circumstances, but has no impact on the actual proces taking place.

More sustainable solutions are created by measures at the source. Surely this not only includes the Swiss Alps, it is pointing at all opportunities to decrease or slow down the run-off of water throughout the whole of the Rhine basin. Therefore watermanagement of the future is on the agenda of the European Commission. Results of this transnationally shared awareness are development programmes such as IRMA and INTERREG, supporting the development and construction of water control and flood relief works. Cooperation between nations is stimulated. At the same time, every member of EC has to take its own responsibility, including The Netherlands. Last year a national Advisory Committee on Watermanagement in the 21th Century formulated a number of recommandations for the nearby future. Crucial in the new approach is the sequence to hold back water first, then to stock it, and eventually dispose of it. The recommendations were approved by the national gouvernement and are to be taken into account by every gouvernemental organisation.

3. FOCUS ON THE RHINE DELTA

At the German-Dutch border, the Rhine changes from an erosion to a sedimentation river, meaning that the Rhine Delta lies almost entirely in the Netherlands. Just after entering the country, the river devides into three river branches: Waal, Nederrijn and Ijssel. The subsoil consists of sand with clay and pear on top of it. River dykes are made of clay. The land is very fertile, enabling agriculture to flourish. Over the last decades, urbanisation and industrialisation have taken over the importance of the rural areas.

In this densily populated delta, we now face the problem of higher discharges by the major rivers. Through a mix of technical and spatial solutions we will have to accomodate these high tides. This nationwide project is therefore called "Room for the River". Because the rate of uncertenty increases over the years, the planning and type of measures is devided in three categories, matched to three spans of time.

From this year on until 2015 plans will be made and carried out to widen the winter bed. This is mainly to be acheeved with lowering the winter bed by removing sediment. Aim is to raise the maximum design discharge form 15.000 m³/sec. to 16.000 mm³/sec.

Partially the sediment is heavily polluted, due to waste disposal into the river in earlier days. This both hazardous and useless material will be stocked in a controlled way in excavations in the winter bed. The remaining sand and clay can be sold to market companies, to reduce the costs of the projects. An alternative way is the reconstruction of stretches of river dyke. This is an option in the remaining rural areas, thus excluding the cities built along the river.

To complete this ambitious programme a solid cooperation of all involved governmental institutions is required. Participation of private investors related to building companies is foreseen. The total cost of "Room for the River" is estimated at 2.000.000.000,- Euro. Not only the financial means are important, dealing with interests and values such as land-owners and ecology is most necessary. Once more reaching the safety standard was and is paramount. The engineering of technical solutions therefore will have to take into account aspects such as soil mechanics, hydrology, hydraulics, morphology and nautics.

When all measures as mentioned above are completed, the design discharge may be tending towards 18.000 m³/sec. Widening of the winter bed is no longer cost-efficient. Study is being made of peak shaving reservoirs which can contain up to 50.000.000 m³ water each. These areas are existing polders, already fairly extensively populated or exploited. After preparing these polders, they will structurally be part of the flood control system. Main disadvantage of this type of measure is, that only regions and cities downstream benefit from the use of it. In the Netherlands this will be the lowest part along the North Sea, including cities as Rotterdam, the Hague and Amsterdam. In Germany, similar reservoirs are being constructed or planned along the river Rhine. Because our nation as a whole benefits from them, some of these projects are sponsored by our national government.

However physically impossible in the near future, the maximum discharge may in time exceed 18.000 m³/sec. The structural flood defence system is not equipped to accommodate this huge amount of water. Flooding of the cities of central Holland is disastrous. Suggestions have been published to appoint so-called "calamity-polders" upstream. These polders can after evacuation of people and life-stock deliberately be flooded when necessary. The polder of Tieler- en Culemborgerwaarden is one of the areas to be examined on suitability. Inhabitants as well as local politicians disapproved strongly, because this idea was neither supported by studies, nor was it communicated on beforehand.

With current perspectives of maximum river discharges, the idea of "calamity-polders" may sound irrational. Only, the option must not be thrown away totally. This is demonstrated by the recent installation of a national Independent Committee to investigate the technical, environmental and social feasibility of calamity polders. The Committee is to report within 1 year. To be prepared for discussion on this item, several governmental and non-governmental organisations within the region, including our waterboard, have asked a leading engineering company to perform a case-study on our polder being a calamity polder. After assuming a (theoretical) high tide accompanied with a dyke-breach, the filling of the low lying polder is simulated by computer. The total amount of damage is composed of economic losses and repair costs. At this moment the results of the case-study are not yet available, but with a real estate worth

4.500.000.000,- Euro and main hinterland connections running through the area, the damage should be severe.

A more sophisticated option is to prevent urban areas and main roads from flooding. Water is to be stocked in rural areas after they have been emptied. Likely local society and national economy is less in dispair or harmed. One must take into account the investments that are related to the preparation works, such as water inlet, water outlet, separation dykes and junctions with infrastructure. This option too is to be calculated within the case-study.

The case-study was started last February and is to be completed in June. The results will be handed over to the chairman of the national committee as mentioned before. The case-study is based on approved formulas and figures on the item of hydraulics, economy and econometry concerning the region. However calculations are specific, the used approach and methods can be performed on any other part of the Netherlands. Thus, when examined, upstream areas may turn out to be far more effective than Tieleren Culemborgerwaarden.

4. Planning of "Room for the River"

As explained before, accomodating the winter bed to the growth of the design discharge from 15.000 to 16.000 m³/s in the nearby future is part I of the project "Room for the River". At this moment some pilot projects are under construction or being planned. In a few years all along the branches of the river Rhine, various projects will be carried out to restore safety and to create nature. The impact on the local scenery can not be denied, under construction as well as after completion. The dairy cattle owned by farmers will be replaced by more primitive species of cattle owned by preservative funds. Flat meadows will be reformed into a varied landscape of water, river dunes and shrubs. Because of their environmental impact, these large-scale projects require special law, organisation, communication, finance and construction.

Legislation of the public works as a result of "Room for the River" is complex. Currently there is no law or act which is appropriate. Efforts are now being made to expand the existing legislation on flood relief works such as dykes, to enable the winter bed to be excavated for reasons of safety. An Environmental Impact Assessment may be obligated, as well as all kind of permits, p.e. to handle polluted soil or to tear down trees. Special attention has to be paid at the obtaining of land, eventually followed by the possibility of deprevation.

To realise the objected goals of restoring safety in time, a competent and powerfull organisation is required. In order to control the proces of planning and construction, the three river branches Waal, Nederrijn and Ijssel are seperately managed. The project teams concists of representatives of the province of Gelderland, the Ministry of Public Works, the Ministry of Forestry, waterboards and communities.

Communication on these large-scale projects in a county like ours, is not to be neglected. Variour interest groups and individuals will have to be informed, on different levels and at different mile-stones in decision-making. This calls for a communcation plan ahead and constant awareness during the proces. At a very global level one can

think of informing tourist interest groups on the changes ahead. At utmost detail level communicating right with a farmer who will have to move can be most critical.

Widening the winter bed as explained turns out to be expensive, but inevitable. Once again reinforcing the river dykes after we just completed our improvement programme will not be tolerated within our society. Parallel to dyke improvement, our region is not capable of financing this operation "Room for the River". As the whole nation takes interest in the project, most of the costs are paid for by the Ministry of Public Works and the Ministry of Forestry. When the excavation works are defined and approved of, private companies can become partner, in order to generate money from the merchandising of sand and clay. The contribution of Tiel- en Culemborgerwaarden will be the support by means of manpower. This is meant to guard our interests (to maintain the safety standard of our river dykes) and to share know-how on soil mechanics and project management.

When it comes to construction of projects in the winter bed, a close estimation of the amount of ground to be excavated is not sufficient. Investigations during the planning process must supply reliable information on the environmental and physical qualities of sand and clay. Thus different destinations are to be found for the various quantities of material. Clay may be fitted for ceramics industry (brick-factories) and sand is useful to road works or concrete. Merchandising the sand and clay must be operated carefully in order not to disturb the existing and future market. Overload will lead to lower prices, thus not only disturbing the finance of "Room for the River" but also harming other suppliers.

5. THREATS AND OPPORTUNITIES

At this moment governmental organisations in the Netherlands are mainly focusing on the planning process of "Room for the River" in advance of construction. Completion of the total mission may be an even bigger achievement than reinforcing the river dykes submitted to the Major River Plan, which was carried out between 1995 and 2000. At the end of 2015 several tenthousends acres of winter bed will have to be reshaped in order to provide sustainable flood defence and nature. Apart from these clear objectives and time-table there are uncertainties to deal with. More specific, we face possible variation on the item of technical input, social acceptance, financial development, spatial borders and maintenance. They can turn out to be threats, but they can also create opportunities. It is a wise man who responds to these, trying either to adapt the project or withstand the resistance.

When eventually lowering the winter bed and partially deviating the river dykes do not supply the extra discharge capacity objected, it will be made possible to take further dyke improvement into consideration. However this is not regarded a sustainable measure, it will not be excluded in spatial planning.

Finally, apart from the energy and investments put into the safety standard and protection level of our inhabitants, we should not over-react. Damage from flooding is just one of the community risks of living in a high developed and low-lying society as ours. We will have to find ways to redevelop a high-water awareness that has been lost over the last generations.

**Anna RYCHŁA¹, Ryszard GOŁDYN², Jürgen SPIEKER³,
Inga EYDELER³, Michael BECKER⁴, Ronny HÄMMERLING⁴,
Brigitte NIXDORF⁴**

**PROGRAM REWITALIZACJI ZLEWNI RZEKI CYBINY
ORAZ RUKULTYWACJI JEZIORA SWARZĘDZKIEGO**

**REVITALISATION PROGRAMME OF CYBINA RIVER
CATCHMENT AND SWARZĘDZKIE LAKE RECLAMATION**

¹ Politechnika Zielonogórska

¹ Technical University in Zielona Góra

² Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

² Adam Mickiewicz University in Poznań

³ KLS Planungsgesellschaft für Gewässerschutz, Hamburg

⁴ Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Streszczenie

Wyraźne zanieczyszczenie wód rzeki Cybiny jest jedną z przyczyn hipertrofii i degradacji Jeziora Swarzędzkiego. Położenie zbiornika na przepływie cieku w dolnym jej biegu powoduje, że akwen przejmuje znaczne ładunki biogenów oraz zawiesiny organicznej nie tylko ze zlewni bezpośredniej, ale także gromadzi związki przenoszone z całkowitej zlewni wraz z nurtem rzeki. Poprawa stanu jakości wód Cybiny, a w efekcie również Jeziora Swarzędzkiego są przedmiotem polsko-niemieckiego projektu, w którym opracowywane są szczegółowe działania eliminujące źródła zanieczyszczeń na terenie zlewni lub prowadzące do ich znacznego ograniczenia. Planowane jest również stworzenie modelu efektywnego zarządzania zasobami wodnymi i ich ochroną w oparciu o granice hydrologiczne regionu.

Summary

Marked contamination of the Cybina River is one of reasons of hypertrophy and degradation of the Swarzędzkie Lake. Situation of this lake in the lower course of the Cybina River resulted in high loading of nutrients and organic compounds. This pollution, originated from all over the catchment area is brought to the lake with water of main tributary. The main goal of the Polish-German Programme is the improving of water quality in the Cybina River and as a consequence also in the

Swarzędzkie Lake. Elimination or strong limitation of pollution both from point and non-point sources is planned. Also an effective water management and protection model is elaborated, which is based on hydrological borders of the region.

1. CHARAKTERYSTYKA TERENU ZLEWNI RZEKI CYBINY ORAZ JEZ. SWARZĘDZKIEGO

Cybina jest niewielką rzeką III-rzędu w całości znajdującą się na terenie województwa wielkopolskiego. Źródła cieków zlokalizowane są około 1 km na zachód od wsi Nekielka, na pograniczu gmin Kostrzyn i Nekla, natomiast jego ujście znajduje się na terenie miasta Poznań. Cybina zasila wody Warty w 240,5 km jej biegu, jako prawostronny dopływ. Według pomiarów przeprowadzonych przez Gołdyna i Grabiego [1998] całkowita długość cieków wynosi 41,0 km, a powierzchnia terenu zlewni Cybiny obejmuje powierzchnię 195,5 km², łącząc tereny znajdujące się w administracji 5 wielkopolskich gmin: Swarzędza, Kostrzyna, Łubowa, Pobiedzisk oraz Poznania.

Zlewnia rzeki obfituje w różnego rodzaju wody płynące, liczne jeziora przepływowe oraz kompleksy stawów hodowlanych. Z ważniejszych cieków zlokalizowanych na obszarze zlewni należy wymienić Cybinę oraz Strumień Kostrzyński odprowadzające wody do rzeki Cybiny w jej górnym biegu, Kanały Czachurski i Szkulniak uchodzące do rzeki w jej środkowym odcinku oraz Mielcuch, rów z Gortatowa i Piaśnicę, które wpadają do Cybiny przed jej ujściem do Warty. Ponadto rzeka przyjmuje wody z szeregu mniejszych dopływów zlokalizowanych głównie w jej środkowym biegu, które odwadniają tereny pobliskich pól uprawnych. Wśród zbiorników wód stojących ilościowo przeważają stawy hodowlane, z których większość znajduje się w dolinie górnego i środkowego biegu rzeki Cybiny. Na terenie zlewni znajdują się 2 duże i kilka mniejszych kompleksów stawów rybnych o łącznej powierzchni około 140 ha i maksymalnej objętości 1,7 mln m³, z których duża część powstała na przełomie lat 70-tych i 80-tych XX wieku. Niewiele więcej obszaru, bo niespełna 170 ha, zajmują naturalne zbiorniki przepływowe. Większość z nich znajduje się na dopływach Cybiny. W środkowym biegu Cybiny położonych jest 5 niewielkich śródlęśnych jezior, regularnie zarybianych przez Koło PZW „Noteć” w Poznaniu. Kolejne jeziora znajdują się na Kanale Czachurskim (Wójtostwo, Grzybionek i Kazanie). Tylko trzy naturalne zbiorniki zlokalizowane są bezpośrednio na rzece Cybinie: Jez. Góra, Jez. Uzarzewskie oraz Jez. Swarzędzkie. Ostatnie z nich - największe powierzchniowo jezioro w zlewni (79,4 ha) - znajduje się w dolnym odcinku rzeki, tuż przed granicami Poznania. Jest to płytki zbiornik o średniej głębokości 2,6 m i kształcie wydłużonym w kierunku przepływu Cybiny. Niekorzystne warunki morfometryczne akwenu, jak również wysoki stopień antropopresji powodują, że jest on obecnie zbiornikiem silnie zdegradowanym, wymagającym działań rekultywacyjnych.

2. STAN CZYSTOŚCI WÓD RZEKI CYBINY I JEZ. SWARZĘDZKIEGO

W oparciu o wyniki badań parametrów fizyczno-chemicznych oraz biologicznych wód rzeki Cybiny na przekroju w Poznaniu w latach 1996 i 1999 [WIOŚ 1997, 2000], a także na podstawie danych z całego przekroju rzeki z roku 1997 [Gołdyn i Grabia, 1998] stwierdzono już w górnym odcinku biegu rzeki znaczne zanieczyszczenie jej wód, spowodowane przede wszystkim wysokimi wartościami przewodnictwa elektrolitycznego i indeksu saprobowości sestonu oraz znacznymi stężeniami azotu ogólnego i manganu, które miały decydujący wpływ na sklasyfikowanie źródłowego odcinka Cybiny do III klasy czystości. W dalszym biegu stan jakości wód ciek ulegał stopniowemu pogorszeniu, przede wszystkim w zakresie takich parametrów jak: tlen rozpuszczony, fosfor ogólny i fosforany oraz miano coli, których wartości na wypływie z Jez. Swarzędzkiego wykaczały poza limity klas czystości. Na końcowym odcinku, przed ujściem do Warty, wody rzeki Cybiny wykazywały pozanormowy charakter w zakresie stężenia związków biogenych, substancji organicznych oraz stanu sanitarnego, natomiast zawiesina ogólna i saprobowość zostały zaklasyfikowane do III klasy czystości.

Ze względu na swą morfometrię oraz niekorzystne parametry zlewniowe Jez. Swarzędzkie pozostaje poza wszelkimi kategoriami podatności na degradację. Również stan jakości jego wód pod względem fizyczno-chemicznym nie spełniał w roku 1997 wymogów nawet dla III klasy czystości. Ponad 80% wszystkich badanych parametrów wykaczało poza normy, świadcząc o silnej degradacji zbiornika. Badania wykonane przez UAM w Poznaniu w roku 2000 potwierdziły zły stan wód Jez. Swarzędzkiego. Szczególnie wysokie wartości notowano dla stężeń związków biogenych oraz BZT₅ i ChZT. Wyczuwalny był również zapach siarkowodoru, świadczący o zupełnym wyczerpaniu się zapasów tlenu w metalimnionie. Dodatkowym źródłem zasilania akwenu w związki mineralne było i jest nadal wydzielanie ich z osadów dennych. Niewielka głębokość jeziora oraz stały dopływ związków azotu i fosforu znalazły swoje odzwierciedlenie w bardzo wysokiej produkcji pierwotnej, przy czym czynnikiem ograniczającym wzrost biomasy producentów nie był już fosfor lecz światło. Warunki panujące w zbiorniku z jednej strony sprzyjają corocznym zakwitom sinic oraz rozwojowi licznych bezbarwnych wiciowców, z drugiej strony są przyczyną zanikania roślinności podwodnej oraz zwierząt bentosowych.

3. ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA WÓD RZEKI CYBINY I JEZIORA SWARZĘDZKIEGO

Do głównych źródeł bezpośrednio lub pośrednio zanieczyszczających wody rzeki Cybiny należy rolnictwo oraz niewłaściwa gospodarka wodno-ściekowa. Ponad połowa wsi w obszarze zlewni nie posiada systemu kanalizacyjnego odprowadzającego ścieki. Część z nich dowożona jest beczkownikami do pobliskich oczyszczalni ścieków, natomiast część jest wylewana na pola w ramach „zagospodarowywania we własnym zakresie” lub bezpośrednio odprowadzana do wód powierzchniowych.

Drugim istotnym źródłem zasilania wód w związki biogenne są spływy powierzchniowe oraz procesy wymywania tych substancji z lądu. Najwięcej biogenów

przedostaje się do wód z terenów pól uprawnych, które w przypadku zlewni Cybiny stanowią ponad 70% zlewni. Szacunkowe obliczenia wykonane dla obszaru zlewni od źródeł rzeki Cybiny do jej ujścia do Jez. Swarzędzkiego [Gołdyn i Grabia, 1998] wykazały, że roczne ładunki azotu oraz fosforu wymywane ze zlewni wynoszą odpowiednio 140 ton oraz 5,5 tony, z czego ponad 100 ton azotu i ponad 4 tony fosforu przypadają na spływy z pól uprawnych.

Istotny wpływ na jakość wód rzeki Cybiny mają stawy hodowlane. Szczególnie duże oddziaływanie stawów zaznacza się w trakcie spuszczenia z nich wody i odłowu ryb, tj. w okresie jesiennym (zazwyczaj od września do listopada). Woda ze stawów zawiera wówczas duże ilości materii organicznej (nie rozłożone pasze wysokobiałkowe), bogatej w związki azotu i fosforu.

Jezioro Swarzędzkie oprócz rzeki Cybiny zasilane jest przez rów Mielcuch oraz wody spływające ze zlewni bezpośredniej poprzez całą linię brzegową. Mielcuch odprowadza nie oczyszczone ścieki deszczowe ze Swarzędza oraz część ścieków sanitarnych z nielegalnych podłączeń. Wraz z zanieczyszczeniami przestrzennymi z rolniczej części zlewni wody tego dopływu wnoszą 6,4 tony azotu i 600 kg fosforu rocznie. Ładunki związków biogennych wymywanych ze zlewni bezpośredniej Jez. Swarzędzkiego wynoszą 3,8 ton azotu oraz 200 kg fosforu w ciągu roku. Dodatkowe zanieczyszczenia, szacowane na ok. 1,2 tN/r oraz 220 kgP/r, wprowadzane są do wody wraz z zanętą stosowaną przez wędkarzy [Gołdyn i Grabia, 1998].

Największym problemem Jez. Swarzędzkiego jest jego przeciążenie związkami biogennymi, zarówno pochodzenia allochtonicznego, jak również autochtonicznego. Łącznie ze źródeł punktowych, przestrzennych i rozproszonych docierają do wód jeziora 162,2 tony azotu i 7,6 ton fosforu rocznie [Gołdyn i Grabia, 1998]. Wg wcześniejszych danych [Szyper i in., 1994] ze zlewni przedostawało się rocznie 101,3 ton azotu i 6,6 ton fosforu, co przekraczało krytyczne obciążenie jeziora wg kryteriów Vollenweidera dla azotu 29-krotnie, dla fosforu 7,8-krotnie [OECD, 1982]. Ze względu na bardzo duże zanieczyszczenie jezioro nie jest użytkowane rekreacyjnie.

4. DZIAŁANIA ZWIĄZANE Z POPRAWĄ STANU RZEKI CYBINY ORAZ J. SWARZĘDZKIEGO

Nadrzędnym celem opracowanego projektu jest poprawa jakości wód Jez. Swarzędzkiego jak również Cybiny, poprzez działania w zlewni rzeki, koncentrujące się w głównej mierze na odcięciu lub w znacznym stopniu ograniczeniu dopływu do wód materii organicznej oraz związków biogennych tak, by w efekcie stan trofii akwenu uległ poprawie z hypertroficznego na co najmniej eutroficzny I (wg klasyfikacji LAWA 1998). Do głównych zamierzeń projektowych należą następujące działania:

- uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej w miejscowościach znajdujących się na terenie zlewni oraz w miejscowościach położonych poza tym obszarem lecz pośrednio odprowadzających ścieki do wód Cybiny, obejmujące:
 - skanalizowanie miejscowości, które do tej pory nie posiadają instalacji i urządzeń do odprowadzania ścieków bytowo-gospodarczych (razem 17 wsi na terenie zlewni oraz część miast Swarzędz i Kostrzyn, łącznie ok. 50 km kanałów) wraz z włączeniem ich do oczyszczalni ścieków,

- budowa nowych oczyszczalni ścieków (łącznie 7) z systemem eliminacji biogenów oraz modernizacja i rozbudowa już istniejących (oczyszczalnia w Kostrzynie),
- przebudowa kanalizacji ogólnospławnej w rejonie starej części miasta Swarzędza oraz budowa osadników z kanalizacji deszczowej w Swarzędzu i Poznaniu przed ujściem kolektorów do wód powierzchniowych,
- regulacja rzeki Cybiny na odcinkach o łącznej długości 12,5 km w celu zabezpieczenia brzegów przez erozją i obsuwaniem się brzegów do nurtu cieków,
- coroczny remont oraz konserwacja obiektów hydrotechnicznych i komunikacyjnych zlokalizowanych na wszystkich ciekach znajdujących się w zlewni Cybiny (łączna długość 63 km, 118 sztuk budowli),
- zmiana sposobu gospodarowania gruntami na terenie zlewni, polegająca na stopniowym przekształcaniu gospodarstw z intensywnej gospodarki towarowej na rolnictwo ekologiczne poprzez m. in.: przeprowadzenie wśród rolników szkoleń i akcji uświadamiającej (praktyki w Polsce i za granicą) oraz stworzenie na terenach gmin placówek doradczo-kontrolnych,
- uporządkowanie gospodarki rybackiej (m. in. racjonalne dokarmianie ryb, doczyszczanie wód spuszcanych ze stawów na specjalnie do tego celu przygotowanym trzciniowisku),
- rekultywacja jezior: Góra, Uzarzewskiego oraz Swarzędzkiego poprzez stopniowe wydobywanie osadów dennych zalegających w zbiornikach, w celu poprawienia warunków tlenowych i wykluczenia efektu wtórnego zanieczyszczenia w tych akwenach, a następnie ich biologiczne zagospodarowanie.

Osobnym punktem projektu jest opracowanie koncepcji modelu zarządzania terenem zlewni, pozwalającego na utrzymanie stanu docelowego cieków oraz zbiorników wód stojących i przepływowych na terenie zlewni Cybiny w przyszłości, jak również samofinansowanie się działań inwestycyjnych i pielęgnacyjnych prowadzonych w celu ochrony zasobów wodnych. Funkcjonowanie takiego modelu w rzeczywistości mogłoby znaleźć przełożenie na terenach innych, podobnych zlewni, powinno również uwzględniać zalecenia nowych Wytycznych Unii Europejskiej, które są pierwszą próbą wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania zlewnią rzeki na płaszczyźnie europejskiej. Głównymi założeniami modelowymi są 3 aspekty:

- utworzenie struktury administracyjnej lub organizacyjnej koordynującej działania dotyczące zagospodarowania oraz ochrony wód powierzchniowych i podziemnych podejmowane na terenie zlewni; taka forma powinna działać jako forum, gdzie każdy, kto odczuwa skutki działań przedsięwziętych w gospodarce wodnej na terenie zlewni, ma szansę mieć wpływ na te działania; na forum powinny być równo traktowane rybactwo, rolnictwo, przemysł, rzemiosło, urzędy, miasta, gminy oraz społeczność; ważna jest również dobra wymiana informacji na tego rodzaju gremium.
- włączenie społeczności w planowanie, przez co przyszłe działania mogą być przez nią aktywnie wspomagane; szansę rozwoju mają rozwiązania alternatywne, „nienaukowe“ i korzystne finansowo oraz podwyższona zostaje świadomość ekologiczna społeczeństwa.
- wprowadzenie systemu opłat związanych z korzystaniem z wody, które w dużej mierze lub całkowicie pokrywałyby koszty inwestycji związanych

z zagospodarowaniem i ochroną wód na terenie zlewni. Jest to najbardziej ambitne założenie projektu, gdyż wymaga opracowania systemu funkcjonalnego dla obszaru zlewni oraz adekwatnego do działań inwestycyjnych podejmowanych na terenach różnych gmin. Woda nie powinna już być postrzegana tylko jako środek do życia, lecz także jako dobro gospodarcze, które niedługo może się wyczerpać. Jedną z możliwości realizacji tego założenia jest: np. „Fundusz na Rzecz Wody”, który funkcjonuje we Francji.

5. PODSUMOWANIE

Przeprowadzenie działań rewitalizacyjnych na terenie zlewni rzeki Cybiny jest konieczne ze względu na szybko postępujący proces degradacji Jez. Swarzędzkiego. Działania te przyczynią się nie tylko do poprawy jakości wód powierzchniowych lecz wpłyną również pozytywnie na poprawę walorów przyrodniczych, a także turystycznych regionu, m. in. poprzez ponowne stworzenie miejsc wypoczynku i rekreacji miejscowej ludności. Model zarządzania zlewnią uwzględniający wytyczne Unii Europejskiej ma szansę stać się w przyszłości podstawą programów opracowywanych na terenach zlewniowych innych rzek Polski.

6. LITERATURA

- [1] GOŁDYN R., Grabia J.: *Program ochrony wód rzeki Cybiny*. WOŚUMP. Poznań (1998)
- [2] *Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w 1999 roku*. Bibl. Monit. Środ. PIOŚ-WIOŚ. Poznań (2000)
- [3] *Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w latach 1997-1998*. Bibl. Monit. Środ. PIOŚ-WIOŚ. Poznań (1999)
- [4] LAWA: *Gewässerbewertung – Stehende Gewässer*. Entwurf (1998)
- [5] OECD: *Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Final Report*. OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control), Environment Directorate, OECD, Paris, 154 s. 1982
- [6] SZYPER H., Gołdyn R., Romanowicz W.: *Lake Swarzędzkie and its influence upon the water quality of the River Cybina*. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Pr. Kom Biol. 74: 7-31, (1994)

Małgorzata SIKORSKA-MAYKOWSKA, Ryszard STRZELECKI

**ŚRODOWISKOWE OPRACOWANIA KARTOGRAFICZNE PIG
– MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA W ZAGOSPODAROWA-
NIU DORZECZA ODRY**

**THE ENVIRONMENT MAPPING PUBLICATIONS OF POLISH
GEOLOGICAL INSTITUTE – AS APPLIED IN THE ENVIRON-
MENTAL MANAGEMENT IN THE ODRA RIVER BASIN**

Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa
State Geological Institute in Warsaw

Streszczenie

W artykule zaprezentowano seryjne mapy w skali 1: 50 000 wykonywane w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie. Aktualnie opracowywane są w systemie GIS następujące mapy: geośrodowiskowa (Intergraph), hydrogeologiczna (Intergraph) i geologiczna szczegółowa (Arc/Info). Zestaw informacji zawarty w bazach danych map pozwala na ich szerokie wykorzystanie w planach zagospodarowania dorzecza Odry.

Summary

Continuous edition of the maps at the scale 1: 50 000, using GIS system, compiled at Polish Geological Institute are presented in the paper. This includes: Geoenvironmental Map of Poland, Hydrogeological Map of Poland and Geological Map of Poland. Information stored in the map database allows their application in management plans of Odra River Basin.

Państwowy Instytut Geologiczny od kilkadziesiąt lat gromadzi informacje odnoszące się do wybranych elementów zasobów i antropopresji środowiska przyrodniczego. Dane te udostępniane były w dużej części w postaci kartograficznej, map szczegółowych i przeglądowych. Wprowadzenie technik kartografii cyfrowej spowodowało, że w połowie lat dziewięćdziesiątych rozpoczęto realizację kilku dużych programów cyfrowej, arkuszowej kartografii środowiskowej wykorzystujących systemy GIS. Dane środowiskowe udostępnione w formie cyfrowej są najlepszą formą uzyskania wszechstronnej informacji o walorach i zagrożeniach w interesującym nas obszarze geograficznym, pozwalającą na zestawianie i analizę danych dla konkretnych potrzeb.

Aktualnie na zamówienie Ministra Środowiska W Państwowym Instytucie Geologicznym realizowane są trzy cyfrowe mapy seryjne w skali 1:50 000, w układzie topograficznym „1942”:

- *Mapa geologiczno-gospodarcza Polski (MGGP)*,
- *Mapa hydrogeologiczna Polski (MHP)*,
- *Szczegółowa mapa geologiczna Polski (SMGP)*.

Wszystkie trzy mapy wykonywane są w formie cyfrowej w systemie GIS, a więc stanowią równocześnie bazę danych. Dwie pierwsze realizowane są w systemie Intergraph, trzecia w systemie ArcInfo. Aktualny stan zaawansowania tych prac przedstawiają skorowidze arkuszy dla poszczególnych map na trzech oddzielnych rycinach.

Mapa geologiczno-gospodarcza Polski (Rys. 1), na którą składa się kartograficzny obraz terenu, baza danych oraz tekst objaśniający wraz z figurami i tabelami, ma na celu przedstawienie w przystępny sposób następujących zagadnień:

- perspektyw i prognoz występowania kopalin;
- stanu zagospodarowania i klasyfikacji złóż kopalin;
- rzeczywistych i potencjalnych zagrożeń środowiska przyrodniczego związanych z występowaniem złóż oraz eksploatacją i przeróbką kopalin;
- wybranych elementów hydrogeologicznych dla ochrony wód powierzchniowych i podziemnych przed nieracjonalnym zagospodarowaniem przestrzennym;
- obiektów i obszarów chronionych stanowiących ograniczenia w gospodarce złożami kopalin i w innych działaniach gospodarczych;
- warunków podłoża budowlanego dla tworzenia optymalnych koncepcji urbanistycznych;
- uwarunkowań przyrodniczych dla planowania przestrzennego na szczeblu regionalnym i lokalnym.

MGGP obejmuje kilka grup tematycznych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo kopalin, wody powierzchniowe i podziemne, warunki podłoża budowlanego, ochrona przyrody i zabytków kultury, turystyka.

Kopaliny - podstawą informacji o surowcach mineralnych na arkuszu są, obok opracowywanych kart informacyjnych o złożach udokumentowanych i zarejestrowanych (tworzących bazę danych o złożach), karty informacyjne występowania kopalin, których lokalizacja znajduje się na mapie. Jedną z najistotniejszych informacji jakie zawiera Mapa geologiczno-gospodarcza Polski są wyznaczane przez autorów obszary perspektywiczne i prognostyczne dla dalszych poszukiwań geologicznych. Ustala się też ocenę klasy konfliktowości złóż z punktu widzenia ochrony środowiska. Autorzy dokonują także klasyfikacji złóż z punktu widzenia ich ochrony (klasy od 1 do 3). Są to wszystko szczególnie ważne informacje dla osób sporządzających projekty i plany zagospodarowania przestrzennego danych terenów.

Górnictwo i przetwórstwo kopalin: w tej grupie tematycznej przedstawia się: granice obszaru i terenu górniczego, kopalnie podziemne i odkrywkowe (z podaniem dodatkowych informacji: czynne, okresowo czynne, nieczynne), szyby eksploatacyjne, zakłady przeróbcze kopalin.

Wody powierzchniowe i podziemne - w ramach tych zagadnień przedstawia się: źródła i obszary źródliskowe, ujęcia wód zwykłych, leczniczych, mineralnych i termalnych i ich strefy ochronne, zbiorniki retencyjne, miejsca zrzutu wód kopalnianych,

klasy czystości wód, granice Głównych Zbiorników Wód Podziemnych, granice obszarów o zdegenerowanej jakości wód podziemnych, leje depresyjne, strefy ochrony uzdrowisk, granice obszaru górniczego wód leczniczych i mineralnych, obszary podtopione w czasie powodzi w roku 1997.

Dla obszarów nadmorskich przyjęto dodatkowe wydzielenia uwzględniające specyfikę strefy wybrzeża morskiego. Znajdują się tam informacje dotyczące: rodzaju brzegu, osadów plaż, stref redepozycji lub abrazji osadów dennych, głównych kierunków przemieszczania się osadów, zabudowy hydrotechnicznej, torów wodnych, izobat, pól refulacyjnych czy granic strefy występowania wód zasolonych w obrębie użytkowego poziomu wodonośnego.

Warunki podłoża budowlanego - na mapie przedstawia się uproszczoną klasyfikację warunków podłoża budowlanego wyróżniając warunki korzystne i niekorzystne, utrudniające budownictwo. Dodatkowo wyznacza się obszary zdewastowane na skutek występowania szkód górniczych, osuwiska w terenach górskich oraz przebieg projektowanych tras komunikacyjnych. Są to również informacje wielce istotne dla rozwiązywania zagadnień związanych z planowaniem przestrzennym. Uwaga ta dotyczy nie w mniejszym stopniu następnej z wymienianych grup tematycznych.

Ochrona przyrody - na mapie przedstawione są następujące wydzielenia: grunty orne klasy I-IVa, łąki, lasy ochronne i gospodarcze, zieleń urządzoną, granice parków narodowych i krajobrazowych i ich otulin - istniejących i projektowanych, granice obszarów chronionego krajobrazu i zespołów przyrodniczo – krajobrazowych, granice istniejących i projektowanych rezerwatów, pomniki przyrody, użytki ekologiczne, istniejące i projektowane stanowiska dokumentacyjne, głazy narzutowe, jaskinie. W tekstach objaśniających przedstawiane są mapki z lokalizacją systemów europejskich sieci ECONET i CORINE w rejonie danego arkusza MGGP.

Ochrona zabytków kultury - dla zabytków kultury przewidziany jest krótki opis w tekście objaśniającym oraz przedstawienie na mapie takich elementów jak: granic zabytkowych zespołów architektonicznych, zabytkowych obiektów chronionych, pomników lub historycznych miejsc pamięci, stanowisk archeologicznych (ważniejsze).

Z problematyki turystycznej przedstawione są tylko elementarne informacje: miejscowości letniskowe i główne szlaki turystyczne.

Przewiduje się, że począwszy od roku 2002 treść mapy prawdopodobnie ulegnie rozszerzeniu o warstwę nazwaną: „Zagrożenia powierzchni ziemi – geochemia środowiska”. Planuje się przedstawienie w niej wyników badań chemizmu powierzchni ziemi, zinterpretowanych pod kątem zagospodarowania przestrzennego terenu.

Ważną z wymienionych map: *Mapa hydrogeologiczna Polski* (Rys. 2) jest kartograficznym odwzorowaniem warunków hydrogeologicznych oraz tych elementów gospodarczych, które wiążą się z zagrożeniem i odnową wód podziemnych. Najważniejsze informacje dotyczą głównych pięter i poziomów wodonośnych oraz ich charakterystyki ilościowej i jakościowej oraz zagrożeń zasobów wód podziemnych.

Na treść MHP składają się następujące elementy:

- regionalizacja hydrogeologiczna: obok numeru jednostki podaje się zasięg i wiek użytkowego piętra wodonośnego, stopień jego izolacji (brak izolacji, słaba, dobra), przedział wielkości zasobów dyspozycyjnych jednostkowych – w $\text{m}^3/\text{d}/\text{km}^2$,

- wodonośność wydzielonych poziomów (wyrażona jako potencjalna wydajność studni wierconej - w m³/h),
- hydrodynamika wód podziemnych: hydroizohipsy głównego użytkowego piętra / poziomu wodonośnego i główne kierunki przepływu wód podziemnych, leje depresji wywołane eksploatacją wód podziemnych lub wywołane odwodnieniem górniczym,
- jakość wód podziemnych: klasa Ia – jakość dobra i trwała, Ib – jakość dobra, ale może być nietrwała ze względu na brak izolacji, II – jakość średnia, III – jakość zła. Ponadto przedstawia się: zasięg obszarów, na których wskaźniki jakości wody przekraczają wymagania dla wód pitnych, ogniska zanieczyszczeń, klasy czystości wody w rzekach,
- stopień zagrożenia użytkowych poziomów wodonośnych: *bardzo wysoki* – brak izolacji, obecność ognisk zanieczyszczeń, *wysoki* – brak izolacji, bez stwierdzonych ognisk zanieczyszczeń, *średni* – izolacja słaba, obecność ognisk zanieczyszczeń, *niski* – izolacja słaba, bez stwierdzonych ognisk zanieczyszczeń, *bardzo niski* – izolacja dobra.

W obszernym tekście objaśniającym opracowywanym dla każdego arkusza znajdują się dodatkowo dwa lub trzy przekroje hydrogeologiczne oraz mapy uzupełniające (głębokość występowania głównego piętra / poziomu wodonośnego, jego miąższość i przewodność). Ponadto w formie tabelarycznej zestawione są informacje dotyczące:

- reprezentatywnych otworów studziennych i źródeł
- głównych parametrów hydrogeologicznych wydzielonych jednostek hydrogeologicznych
- wyników analiz chemicznych wód podziemnych wykonanych dla mapy
- obiektów uciążliwych dla wód podziemnych

Wersja cyfrowa mapy wykonywana jest również w systemie Intergraph, co pozwala na bezpośrednie łączenie i wspólne wykorzystywanie informacji zawartych w Mapie geologiczno-gospodarczej Polski i Mapie hydrogeologicznej Polski.

Trzecia z wymienionych map: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski* (Rys. 3), również wykonywana jest w wersji cyfrowej (w systemie ArcInfo). Ze względu na specjalistyczne informacje w niej zawarte ma ona dużo mniejszy zasięg potencjalnych użytkowników niż dwie poprzednie mapy. Przedstawia ona bowiem budowę geologiczną i genezę utworów powierzchniowych pokrywających obszar Polski.

Wśród nieseryjnych opracowań kartograficznych, które powinny być wykorzystywane w opracowaniach geośrodowiskowych związanych z planowaniem i zagospodarowaniem przestrzennym są *atlasy i mapy geochemiczne*. Dane o chemizmie gleb (gruntów), wód powierzchniowych i podziemnych oraz osadów wodnych znajdujących się na dnie rzek, jezior, stawów i wszelkich cieków wodnych, dostarczają informacji o ich skażeniu, spowodowanym działalnością ludzką. Mogą też być podstawą do podjęcia prawnych roszczeń w stosunku do trucicieli środowiska, decyzji o kierunkach zagospodarowania terenu z podjęciem prac rekultywacyjnych *włącznie*. Państwowy Instytut Geologiczny od kilkunastu lat, na zlecenie Ministerstwa Środowiska, oraz Głównego Inspektora Ochrony Środowiska, prowadzi systematyczne badania wymienionych środowisk, badając w nich zawartości ponad 20 pierwiastków i związków nieorganicznych, pierwiastków promieniotwórczych oraz niektórych toksycznych związków organicznych.

W najnowszych opracowaniach przedstawiana jest syntetyczna ocena stanu chemizmu gleb i gruntów nawiązująca do istniejących norm dotyczących możliwości ich użytkowania. W Polsce istnieją zalecenia Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach odnoszące się do dopuszczalnych koncentracji niektórych pierwiastków w glebach użytkowanych rolniczo, brak jest natomiast zaleceń odnośnie gruntów w obszarach zurbanizowanych. W tym przypadku korzystamy z zaleceń niemieckiego Instytutu Higieny lub kanadyjskiego Ministerstwa Ochrony Środowiska Kanady, który na obszarach zurbanizowanych wyznacza, w zależności od koncentracji pierwiastków, możliwości użytkowania terenu.

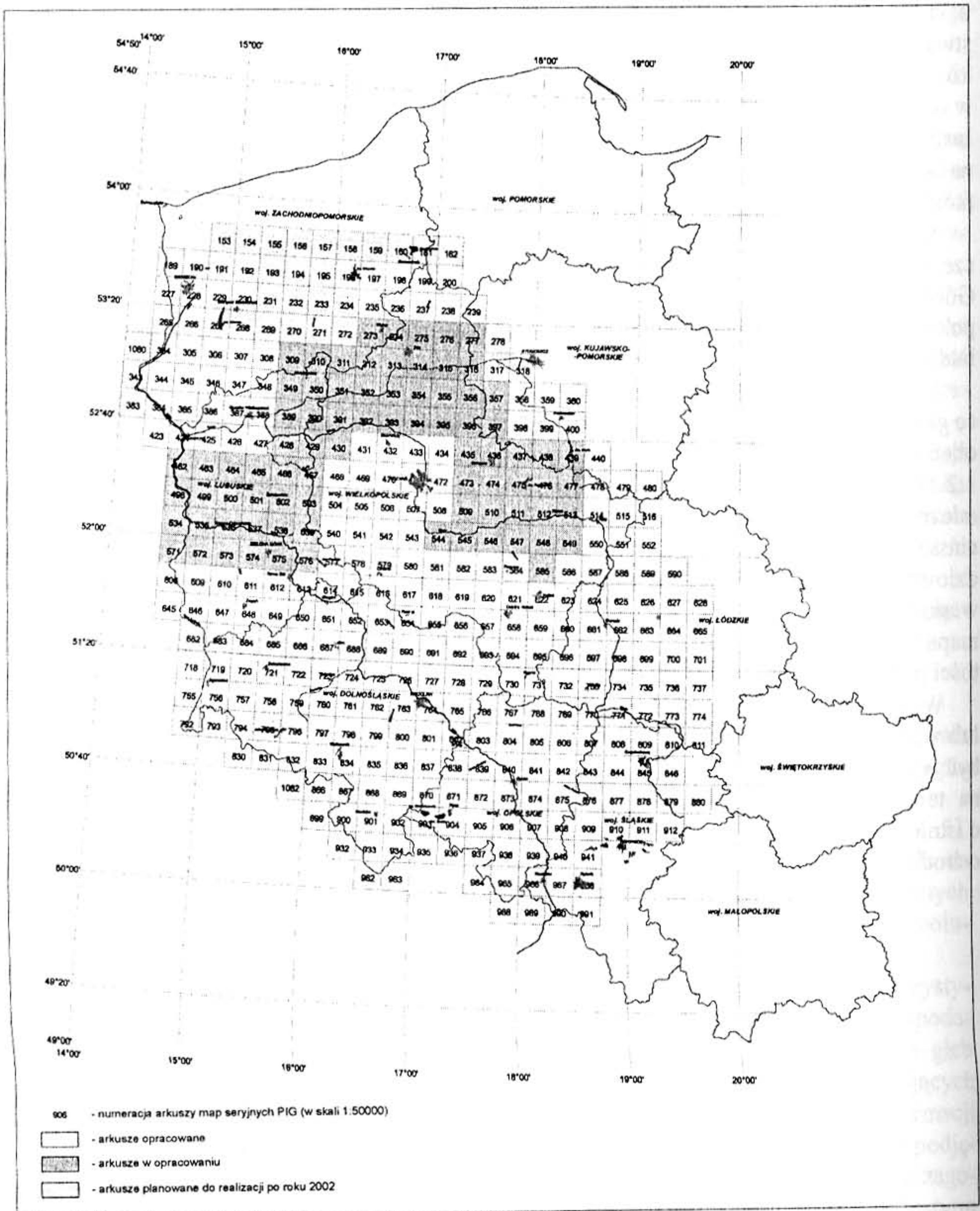
W Państwowym Instytucie Geologicznym znajdują się także, nie udostępnione jeszcze w formie drukowanej mapy dotyczące potencjału radonowego Polski. Dla obszaru Górnego Śląska oraz Sudetów można uzyskać szczegółowe dane w skali 1: 50 000 pokazujące obszary zagrożenia emanacjami radioaktywnego gazu, jakim jest radon, do budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej.

W latach 1993 - 2000 r. Państwowy Instytut Geologiczny wydał drukiem następujące *geochemiczne opracowania kartograficzne* dotyczące omówionych wyżej zagadnień obejmujące dorzecze Odry: Atlas geochemiczny Polski, w skali 1:500 000 (wizualizacja 1:2 500 000); Atlas geochemiczny Górnego Śląska, w skali 1:200 000; Atlas geochemiczny Wrocławia i okolic, w skali 1:100 000; Atlas geochemiczny aglomeracji szczecińskiej, w skali 1:100 000; Atlas geochemiczny legnicko-głogowskiego zagłębia miedziowego, w skali 1:100 000 (wizualizacja 1:250 000); Mapy radioekologiczne Polski, w skali 1:750 000. Część I. Mapa mocy dawki całkowitej promieniowania gamma, mapa stężeń cezu. Część II. Mapa zawartości uranu, mapa zawartości toru, mapa zawartości potasu.

Wszystkie wymienione w tym artykule opracowania kartograficzne, w mniejszym lub większym stopniu, w zależności od ich formy i skali oraz zawartych treści, powinny być wykorzystywane w pracach nad zagospodarowaniem i zarządzaniem środowiskiem na terenach dorzecza Odry. Z pewnością niezbędna jest przynajmniej świadomość o istnieniu takich opracowań i zebranych do ich wykonania ogromnych baz danych o środowisku przyrodniczym.



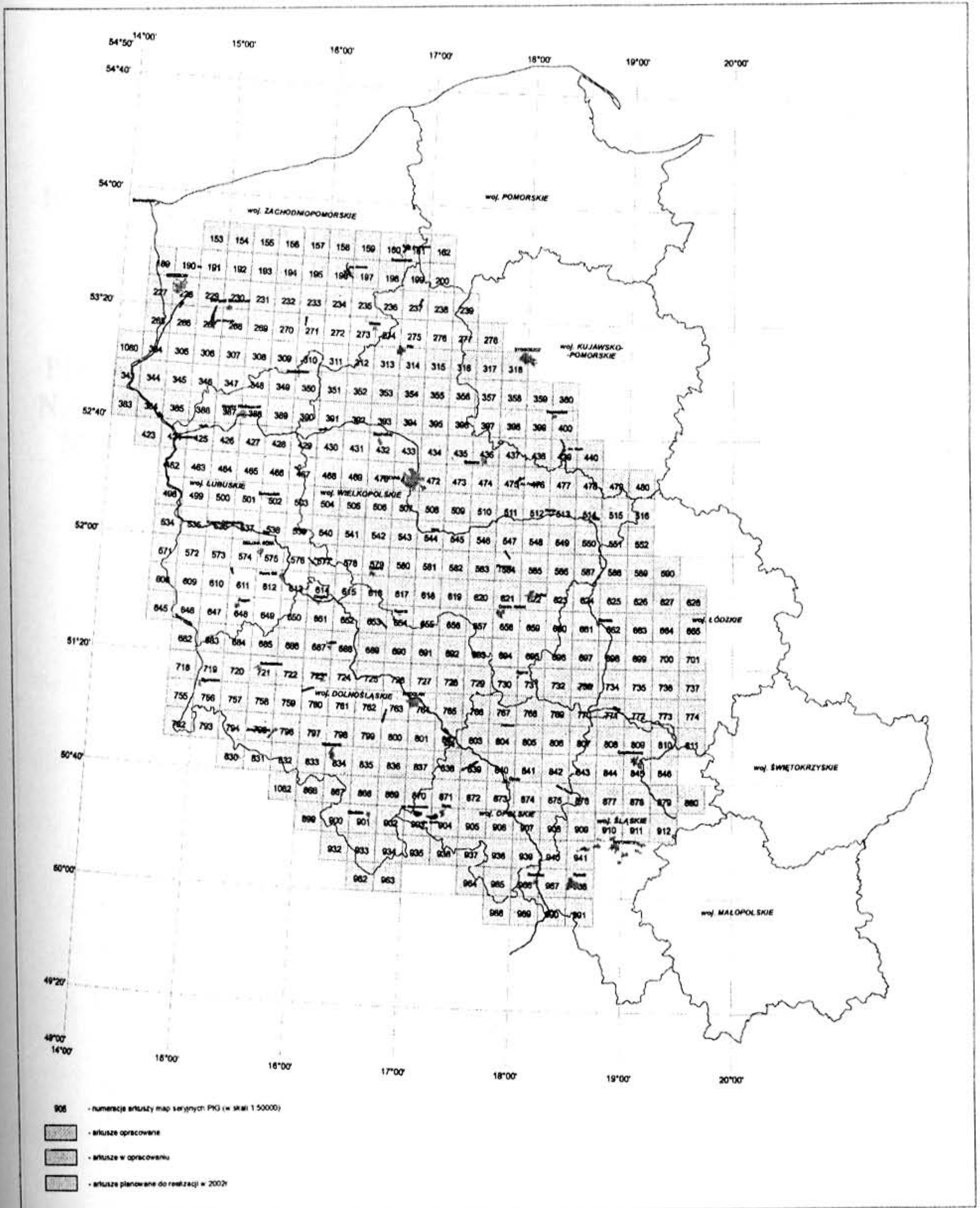
SKOROWIDZ ARKUSZY
MAPY GEOLOGICZNO - GOSPODARCZEJ POLSKI W SKALI 1:50000
W DORZECZU ODRY



Rys. 1.



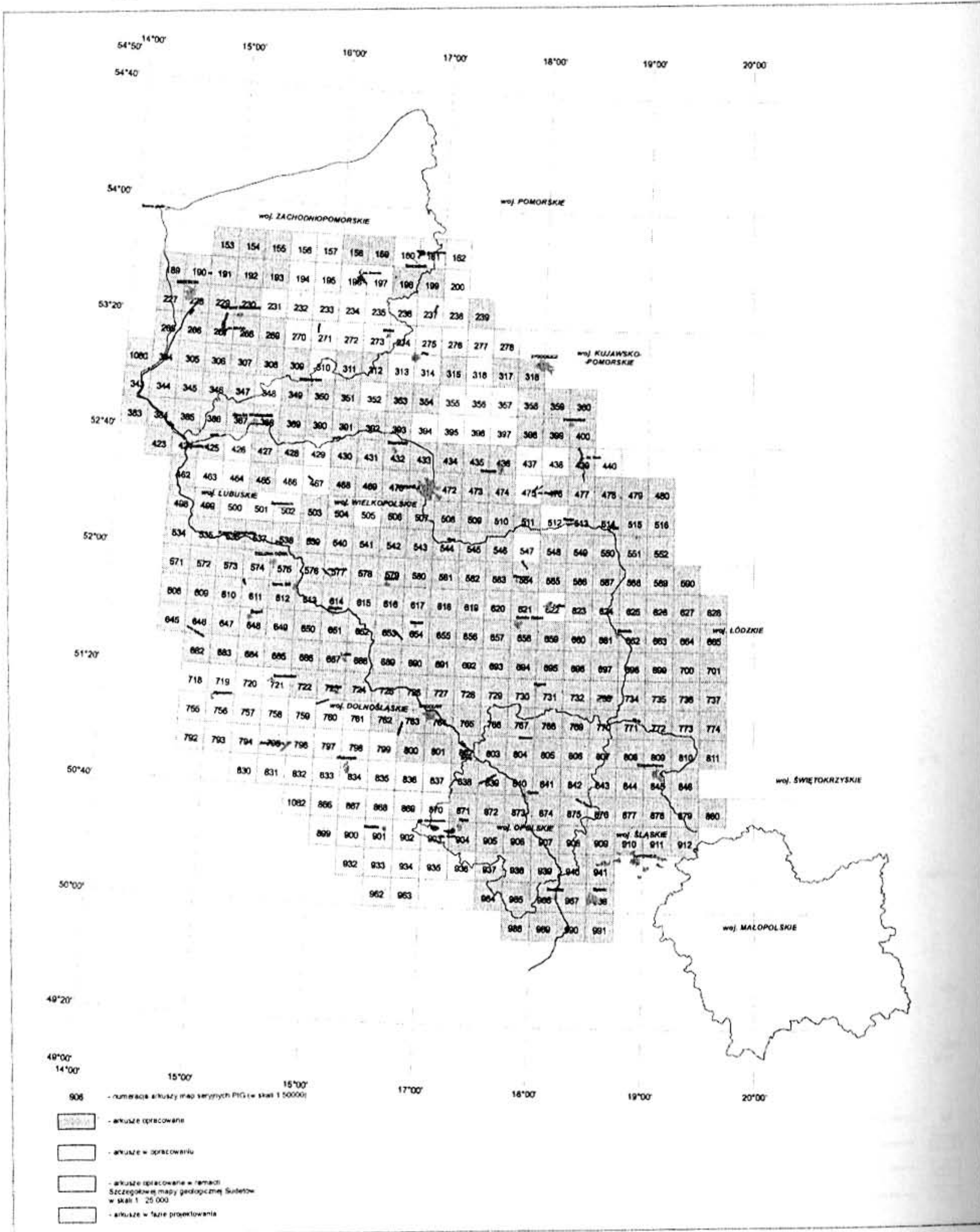
SKOROWIDZ ARKUSZY
MAPY HYDROGEOLOGICZNEJ POLSKI W SKALI 1:50000
W DORZECZU ODRY



Rys. 2.



SKOROWIDZ ARKUSZY
SZCZEGÓLWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ POLSKI W SKALI 1:50000
W DORZECZU ODRY



Rys. 3.

Jan TATARYNOWICZ

**ROZWIĄZANIA PROEKOLOGICZNE PRZY EKSPLOATACJI
ROPY NAFTOWEJ I GAZU ZIEMNEGO NA ZŁOŻU
BARNÓWKO - MOSTNO - BUSZEWO W POLSKIM
GÓRNICTWIE NAFTOWYM I GAZOWNICTWIE S.A.**

**PROEKOLOGICAL SOLUTIONS IN PETROLEUM (OIL) AND
NATURAL GAS MINING IN THE DEPOSITS OF BARNÓWKO-
MOSTNO-BUSZEWO IN THE POLISH OIL AND NATURAL
GAS MINING**

Zielonogórski Zakład Górnictwa Nafty i Gazu W Zielonej Górze
Joint Stock Company of Warsaw the Zielona Góra Branch

Streszczenie

Referat na temat "Rozwiązania proekologiczne przy eksploatacji ropy naftowej i gazu ziemnego na złożu Barnówko - Mostno - Buszewo" poświęcony został jednemu z najważniejszych przedsięwzięć Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa na przełomie 1999 / 2000 r. Zadanie to zasługuje na podkreślenie nie tylko z uwagi na wielkość eksploatacji rodzimych złóż ropy naftowej, lecz także na rozwiązania proekologiczne będące osiągnięciami technologii światowej. Złoże gazu ziemnego oraz gaz towarzyszący ropie naftowej zawierają znaczną ilość siarkowodoru, sięgającą do 40 g/Nm^3 , przy dopuszczalnej normie stężenia $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ w ciągu 30 min. Przy tradycyjnej metodzie eksploatacji emisja zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego przekroczyłyby dopuszczalne normy stężeń powodując nie tylko uciążliwości dla środowiska, lecz także zagrożenia dla zdrowia miejscowej ludności. W referacie wskazano na zasadnicze rozwiązania w zakresie ochrony poszczególnych elementów środowiska naturalnego, uwypuklając te elementy, które w wyniku działalności eksploatacyjnej w największym stopniu narażone są na oddziaływanie. W szczególności dla ochrony powietrza atmosferycznego zastosowano system ciągłej detekcji siarkowodoru, gazu i ognia. Sygnały z czujników przesyłane są na bieżąco i rejestrowane na twardym dysku. Stężenie ponadnormatywne siarkowodoru powoduje alarm poprzez włączenie systemów ostrzegawczych w zagrożonej strefie zakładu. W konsekwencji następuje odcięcie rurociągów zasilających i odpływowych, wyłączenie urządzeń

elektrycznych, zrzućenie i spalanie na świeczce znajdujacego się w instalacji gazu. Zapobiegzenie emisji zanieczyszczeń siarkowodorem uzyskanego dzięki zaprojektowaniu i wybudowaniu instalacji aminowej o przepustowości do 65000 Nm³/godz. przy zawartości siarkowodoru w gazie do 6,1 % objętości. Celem tego przedsięwzięcia jest absorbcja siarkowodoru, kierowanie go do instalacji Clausa dla uzyskania siarki elemnetarnej (o zawartości 99,5 % czystej siarki). Wyposażenie zbiorników magazynowych ropy naftowej, kondensatu i wody złożowej w system odzysku oparów węglowodorowych, eliminuje emisje tych substancji.

Pozostale źródła emisji nie stanowią zagrożeń dotyczących przekroczeń dopuszczalnych stężeń substancji zanieczyszczających powietrze. Natomiast w zakresie ochrony wód podziemnych i powierzchni ziemi zastosowano szereg rozwiązań mających na celu zabezpieczenie przed niekontrolowanym wyciekiem substancji ropopochodnych i innych do gruntu i wód podziemnych ze zbiorników znajdujących się na ośrodku centralnym kopalń w szczególności poprzez uszczelnienie obwałowań geomembraną HDPE o grubości 2mm, wyposażenie w wanny betonowe oraz podwójne ściany zbiorników metalowych. Ścieki deszczowe zbierane są poprzez sieć rowów melioracyjnych i odprowadzane poprzez separatory oleju i studni chłonnych do rowu melioracyjnego. Wyklucza to możliwość przedostania się do odprowadzanych wód deszczowych produktów ropopochodnych. Ponadto wykonany monitoring wód podziemnych wokół instalacji technologicznych wyposażony dodatkowo w automatyczne czujniki oparów ropopochodnych przekazujących dane do centrali komputerowej zlokalizowanej w centralnej dyspozytorni kopalni gwarantuje natychmiastową reakcję załogi na awarie i wszelkie nieprawidłowości. W działalności kopalń ropy naftowej i gazu ziemnego mimo zastosowania najnowszych rozwiązań nie da się uniknąć powstawania odpadów zarówno niebezpiecznych, jak i innych niż niebezpieczne. W celu wypełnienia wymogów wynikających z przepisów ustawowych o odpadach, jak i wydanych na jej podstawie przepisów wykonawczych dla ośrodka kopalń opracowano program gospodarki odpadowej mający na celu zapobieganie i minimalizację odpadów, w tym w szczególności ponownego ich wykorzystania. Dla omawianej kopalni uzyskano niezbędne zezwolenia na wytwarzanie odpadów niebezpiecznych oraz uzgodnienia w zakresie postępowania z odpadami innymi niż niebezpieczne - decyzje, postanowienia wydane przez organy ochrony środowiska szczebla powiatowego i gminnego. Na uwagę zasługuje także fakt zastosowania szeregu innowacyjnych rozwiązań tak w zakresie ochrony powietrza, wód jak i powierzchni ziemi w strefach poszczególnych otworów eksploatacyjnych ropy naftowej i gazu ziemnego. Zastosowano między innymi:

- 1) zasuwy bezpieczeństwa wyposażone w czujniki wysokiego i niskiego ciśnienia powodujący natychmiastowe zamknięcie wypływu gazu z odwiertu i alarm w dyspozytorni w przypadku spadku ciśnienia,

- 2) wyposażenie stref przyodwiertowych w jeden czujnik siarkowodoru, dwa czujniki gazu oraz detektor ognia. Poziom stężenia wartości mierzonych jest na bieżąco monitorowany oraz zapisywany na dysku twardym komputera i drukowany.

Konkludując stwierdzić należy, że Centralny Ośrodek Kopalń Barnówko stanowi novum w Polsce - zrealizowany został wg projektu firmy "PROPAK" z Kanady i dostosowany do miejscowych warunków. Rozwiązania technologiczne są tradycyjnie stosowane na świecie przy eksploatacji złóż gazu ziemnego i ropy naftowej podobnych typów jak złoża Barnówko - Mostno - Buszewo.

Summary

The Paper entitled "Pro-ecological solutions in oil and gas production from Barnówko-Mostno-Buszewo fields" deals with one of the major projects undertaken by Polish Oil & Gas Company at the turn of the year 1999. This venture is worth giving special consideration not only because of significant oil and gas production from the home field but also for the reason that environmentally friendly, state-of-the-art engineering solutions have been introduced into the exploitation process in these fields. The gas cap gas as well as the gas accompanying the crude oil layer contain considerable amounts of hydrogen sulphide, reaching the value of 40 g/scm, while the standard allowable level of H_2S concentration in the air is 20 μ g/scm for 30-minute time of emission. With traditional oil and gas exploitation method the H_2S emissions in the atmosphere would exceed the allowable concentration level affecting the environment and posing a threat to the health of local population. In the Paper fundamental solutions aimed at the protection of natural environment have been mentioned, with the emphasis placed on those environmental elements which are especially endangered as a result of oil and gas production activities. In particular, the system for continuous detection of H_2S , gas and fire has been applied in order to protect the atmospheric air. The signals from the system sensors are sent to and registered on the hard disc in real time. The H_2S concentration above the allowable level causes immediate alarm through the activation of warning systems in plant zones endangered with pollution. Consequently, all the inlet and outlet pipelines are shut off, the electrical equipment is shut down, and all the process gas is vented to be flared. Prevention of air pollution with H_2S generated during the process of oil and gas production has been accomplished through the designing and constructing of an amine plant with the capacity of 65 000 scm/h for natural gas containing up to 6,1% of H_2S . The sour gas stream containing mainly H_2S is sent to the Claus Unit for conversion to elemental sulphur of 99,5 % purity. Furnishing of oil, condensate and brine surge tanks with hydrocarbon flash gas recovery systems eliminates the possibility of their emission. Other emission sources are not hazardous in terms of the allowable concentrations of pollutants in the

atmosphere. As far as the protection of underground waters and soil is concerned, some solutions have been introduced to prevent leakages of hydrocarbon liquid wastes and other toxic substances from the gas processing center tanks into the ground and the underground waters. In particular, the tank embankments have been insulated with 2 mm thick HDPE geo-membrane and in the metal tanks double walls with concrete isolation have been applied. Rain water is collected by drainage system and drained away through oil separators and sink basins to the main ditch. Such protection prevents the penetration of hydrocarbon wastes into the drained rain water. Apart from that, the underground water monitoring system, equipped with hydrocarbon vapor wastes sensors sending data to central computer station, has been installed, which ensures that immediate emergency action will be taken in case of any breakdown or failure. Despite the application of modern engineering solutions the production of toxins and other wastes during oil and gas exploitation cannot be avoided. To comply with the statutory requirements concerning wastes management and with the plant regulations based on them, the wastes control program aiming at the prevention and minimization of hydrocarbon wastes production, in particular through recycling, has been determined (and adopted). For the plant in question all necessary permissions for the production of toxic wastes have been obtained, as well as all necessary approvals relating to the management of wastes other than toxins, which include the decisions of environmental protection offices of the local administrative authorities. It is also worth noticing that a number of innovative solutions meant to protect air, and waters and soil have been introduced in all well-sites. Such innovations include:

- 1) emergency shut down valves equipped with the high and low pressure sensors, which automatically shut down the gas outflow and activate alarm in the control room in case of pressure drop;
- 2) one H_2S sensor, two gas sensors and a fire detector in each well-site; the concentration of particular pollutants is monitored, registered on hard disc and printed out.

In conclusion, it should be stated that the Barnówko plant is a novelty in Poland. It has been built in accordance with the design of "PROPAK", a Canadian company, and adapted to the local conditions. The engineering concepts of the plant are traditionally applied all over the world in the exploitation of oil and gas fields similar to Barnówko-Mostno-Buszewo ones.

Eksploracja złóż ropy naftowej i gazu ziemnego, jak każda działalność przemysłowa powoduje zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego, wpływając na zmiany jego cech fizycznych, chemicznych, jak i przemian całych elementów przyrodniczych.

Poza nadzwyczajnymi zagrożeniami środowiska, które mogą wystąpić w wyniku gwałtownych zdarzeń, awarii, lub katastrof powodując wzmożoną degradację

środowiska i znaczne straty gospodarcze, problemy stwarza także eksploatacja złóż ropy zawierającej znaczną zawartość siarkowodoru. Kopalnie eksploatujące taką ropę powodują przekroczenia dopuszczalnych norm zanieczyszczenia środowiska, a ściślej powietrza atmosferycznego. Sytuacja taka pojawia się w zasadzie w kopalniach ropy naftowej starszego typu, w których zastosowanie nowych metod odsiarczania jest z przyczyn technologicznych bądź ekonomicznych niemożliwa.

Jednym z największych przedsięwzięć Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa jest zrealizowane na przełomie 1999/2000 r. zadanie inwestycyjne mające na celu eksploatację ropy naftowej i gazu ziemnego na złożu Barnówko - Mostno - Buszewo. Rozwiązania z zakresu ochrony środowiska naturalnego obejmują dostępne technologie światowe w kierunku likwidacji bądź minimalizacji uciążliwości dla środowiska. Znalazły one poparcie organów ochrony środowiska szczebla wojewódzkiego, a poprzedzone zostały wnikliwymi ocenami oddziaływania poszczególnych obiektów na środowisko sporządzonych przez biegłych z listy MOŚZNiL.

W celu ochrony środowiska zostały przedsięwzięte rozwiązania techniczne mające zastosowanie w krajach zachodnioeuropejskich i nie tylko. W poszczególnych obiektach górniczych mających na celu eksploatację złóż ropy naftowej i gazu ziemnego zainstalowano urządzenia techniczne eliminujące ujemne oddziaływanie na środowisko.

W Centralnym Ośrodku Kopalń Ropy Naftowej i Gazu Ziemnego w Barnówku przeprowadzono następujące prace:

1. *W zakresie ochrony wód podziemnych i powierzchni ziemi* wykonany został monitoring wód podziemnych składający się z 9-ciu piezometrów odwierconych wokół instalacji technologicznych. Piezometry wyposażone są w automatyczne czujniki oparów ropopochodnych. Dane z czujników przekazywane są do centrali komputerowej, która zlokalizowana jest w centralnej dyspozytorni kopalni. Jeden raz w kwartale pobierane są próbki wód i przekazywane do analizy fizyko - chemicznej w laboratorium Stacji Sanitarно - Epidemiologicznej, a wyniki analiz przekazywane są do Starosty Powiatowego w Myśliborzu, jak również do UMiG Dębno.

2. *Zabezpieczenie przed niekontrolowanym wyciekami substancji ropopochodnych i innych do gruntu i wód podziemnych ze zbiorników znajdujących się na Ośrodku Centralnym, zrealizowano trzema różnymi sposobami:*

- obwałowania uszczelnione geomembraną HDPE o grubości 2 mm,
- wanny betonowe,
- podwójne ściany zbiorników,

generalnie przyjęto zasadę, że zbiorniki naziemne (ropa naftowa, kondensat, woda złożowa) zostały zabezpieczone odpowiednią pojemnością, obwałowania uszczelnione geomembraną, a w przypadku zbiorników podziemnych (głównie bezodpływowe) zastosowano zbiorniki z podwójną ścianką.

3. *Ścieki deszczowe* (opadowe z dachów budynków, terenów dróg wewnętrznych, terenów nieutwardzonych) z terenu Ośrodka Centralnego Barnówko zbierane są poprzez sieć rowów melioracyjnych i odprowadzane do środowiska za pomocą studni chłonnych. Wody deszczowe z terenów obwałowanych są odprowadzane do rowu poprzez separatory oleju, co wyklucza możliwość dostania się do odprowadzonych wód

deszczowych produktów ropopochodnych. Nagromadzone osady w studzienkach wód opadowych są wywożone na składowisko komunalne.

4. *W zakresie gospodarki odpadowej* - w trakcie funkcjonowania Centralnego Ośrodka Kopalń Barnówko powstają zarówno odpady niebezpieczne, jak i inne niż niebezpieczne.

W zakresie odpadów innych niż niebezpieczne takich jak:

- a) zawartość zbiornika bezodpływowego służącego do gromadzenia nieczystości (szambo),
- b) uwodniony osad z odżelaziacza ze stacji uzdatniania wody,
- c) nie segregowane odpady komunalne,
- d) osad wód opadowych ze studzienek

uzgodniono sposób postępowania z Burmistrzem Miasta i Gminy w Dębnie. Ogólnie rzecz biorąc odpady (nieczystości z szamba) gromadzone są w wydzielonym szczelnym zbiorniku bezodpływowym o poj. 15 m³ i osady ze studzienek wód opadowych wywożone są na oczyszczalnię ścieków PGKiM Sp. z o.o. w Dębnie.

Uwodniony osad z odżelaziacza ze stacji uzdatniania wody gromadzony jest w studziencie kontrolnej o zawartości 99,5 % wody i wywożony jest na oczyszczalnię jw. Odpady komunalne gromadzone są w kontenerze metalowym o poj. 5,5 m³ i wywożone są na składowisko komunalne w Dębnie. Na wytwarzanie odpadów niebezpiecznych uzyskano zezwolenie Starosty Powiatowego w Myśliborzu. Na terenie Ośrodka Kopalni w Barnówku wytwarza się następujące rodzaje odpadów niebezpiecznych:

- a) osady z konserwacji instalacji urządzeń (około 50,0 t),
- b) zużyte materiały filtracyjne (3 t),
- c) zużyte sorbenty i osady po filtracyjne (0,5 t),
- d) oleje smarowe (0,5 t),
- e) odpady w postaci szlamów (2,0 t),
- f) baterie i akumulatory ołowiowe (0,2 t),
- g) lampy fluorescencyjne i inne odpady zawierające rtęć (0,01 t),
- h) odpady z czyszczenia zbiorników magazynowych po ropie naftowej lub jej produktach (300,0 t).

W/w odpady są gromadzone tymczasowo na Ośrodku Kopalń w zbiornikach szczelnych, przystosowanych do składowania w/w odpadów (zbiorniki metalowe, beczki metalowe, pojemniki z blachy kwasoodpornej itp.).

Zakład posiada odbiorcę odpadów, z którym zawarł stosowną umowę na odbiór odpadów tj. z firmą Towarzystwo Handlowe " VERTEX " z/s w Dębnie, która to firma poprzez umowę o współpracy z PUM " SHIP - SERVICE " w Szczecinie dostarcza do dalszych odbiorców odpady w celu unieszkodliwienia, utylizacji bądź dalszego przetwarzania zgodnie z posiadanymi zezwoleniami.

5. *W zakresie ochrony powietrza* - Ośrodek Centralny Kopalń wyposażony został w system ciągłej detekcji siarkowodoru, gazu i ognia. Na całej instalacji zamontowanych zostało 13 detektorów H₂S i 12 detektorów gazu. Sygnały z czujników są na bieżąco przesyłane do dyspozytorni, rejestrowane na twardym dysku komputera i drukowane. Już 10 ppm H₂S powoduje alarm w dyspozytorni oraz włączenie systemów ostrzegawczych w zagrożonej strefie zakładu (odcięcie rurociągów

zasilających i odpływowych, wyłącznie wszystkich urządzeń elektrycznych, zrzucenie i spalenie na świeczce znajdującego się w instalacji gazu).

Należy zwrócić uwagę na fakt, że złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Barnówko - Mostno - Buszewo zanieczyszczone są H_2S . Z analiz gazu wynika, że w gazie surowym (zanieczyszczonym) zawartość siarkowodoru sięga 40 g/Nm^3 , przy dopuszczalnej normie stężenia $20 \mu\text{g/m}^3$ (w ciągu 30 min.) i odpowiednio $7 \mu\text{g/m}^3$ (w ciągu 24 godz.) oraz $5 \mu\text{g/m}^3$ stężenie w skali roku.

Powszechnie wiadomo, że H_2S jest substancją silnie trującą w stężeniach przekraczających wielkości dopuszczalne. Próg wyczuwalności H_2S jest przy bardzo niskim stężeniu tj. 0,01 - 0,15 ppm, natomiast zapach nieprzyjemny występuje od 7 ppm.

Realizując zatem obowiązki wynikające z ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska, a w szczególności obowiązek zapobiegania powstawania i ograniczania wprowadzonych do powietrza substancji zanieczyszczających do wartości dopuszczalnych stężeń w powietrzu, zaprojektowano i wybudowano instalację aminową o przepustowości do $65000 \text{ Nm}^3 / \text{godz.}$ przy zawartości H_2S w gazie do 6,1 % objętości, w celu absorpcji siarkowodoru, a następnie kierowanie go do instalacji Clausa w celu uzyskania siarki elementarnej.

Na stan powietrza atmosferycznego wpłynąć mogą niżej wymienione obiekty na OC Barnówko:

- a) pochodnia do spalania gazu w czasie awarii emitora o wysokości 45 m i średnicy wylotu 0,508 m. Podczas normalnej pracy Ośrodka spalany będzie gaz oczyszczony jako płomień pilota świeczki,
- b) dopalacz strumienia gazów kwaśnych - z uwagi na występowanie siarkowodoru konieczne było zastosowanie technologii redukcyjnej do minimum poprzez dopalanie (utlenianie) resztek H_2S z procesu oczyszczania gazu ziemnego i przekształcenie go w mniej toksyczną formę - SO_2 ,
- c) dwa silniki pomp ppoż. włączane tylko awaryjnie, opalane olejem napędowym, silnik generatora prądu opalany olejem napędowym w przypadku braku zasilania prądem,
- d) regenerator glikolu opalany gazem opałowym oczyszczonym, oraz rury odpowietrzające podziemny zbiornik siarki płynnej, zbiornik oleju napędowego, zbiornik kondensatu, zbiornik wody kwaśnej i ropy naftowej.

Emitowanie zanieczyszczeń z ww. omawianych źródeł emisji nie spowodują przekroczeń stężeń dopuszczalnych. Przy zachowaniu założonego reżimu technologicznego OC Barnówko nie stanowi zagrożenia dla środowiska naturalnego w aspekcie ochrony powietrza atmosferycznego.

Podkreślić należy również, że zakład posiada decyzje organu ochrony środowiska, o dopuszczalnej emisji zanieczyszczeń wydane na podstawie operatów ochrony powietrza określających wpływ źródeł emisji na stan powietrza.

Również Ośrodek Centralny Barnówko wyposażony został w systemy świeczki, do którego podłączone zostały wszystkie punkty mogące powodować emisję gazu (wydmuchy zaworów bezpieczeństwa, odpowietrzanie układu spustowego, służą do odbioru tłoka, separatory, kolumny itp.).

Ponadto zbiorniki magazynowe ropy naftowej, kondensatu i wody złożowej wyposażone zostały w systemy odzysku oparów węglowodorowych, który zwraca do procesu technologicznego odzyskane opary węglowodorowe.

6. *W zakresie oddziaływania hałasu na środowisko:* centralny Ośrodek Kopalń Barnówko nie stwarza zagrożenia hałasem na terenach najbliższej zlokalizowanych działek zagrodowych zarówno dla normalnych jak i awaryjnych warunków eksploatacji, a strefa dokuczliwości hałasu przebiega w znacznej odległości (co najmniej 600 m) od tych terenów. Strefa dokuczliwości hałasu dla normalnych warunków eksploatacji w porze dziennej również nie stanowi istotnego zagrożenia dla terenów sąsiadujących bezpośrednio z terenami Ośrodka Kopalń Barnówko. Strefa dokuczliwości hałasu dla normalnych warunków eksploatacji w porze nocnej oraz dla warunków eksploatacji awaryjnej wykracza poza teren działki Ośrodka (do około 650 - 700 m), przebiega jednak w terenach nieużytków, upraw rolnych oraz lasów, czyli terenów które w przeszłości traktowano jako nie podlegające ochronie akustycznej, a aktualnie nie zostały wyszczególnione w zał. do rozporządzenia MOŚZNiL z 13.05.1998 r.

Na podstawie rzeczywistej emisji hałasu do środowiska będzie możliwe opracowanie technicznych rozwiązań do ewentualnego jego ograniczenia.

W strefach przyodwiertowych w zakresie ochrony środowiska wykonano następujące prace:

1. Dla *ochrony gruntów i wód podziemnych* na każdej strefie przyodwiertowej zamontowana została zasowa bezpieczeństwa wyposażona w czujnik wysokiego i niskiego ciśnienia. Każdy spadek ciśnienia wywołany np. uszkodzeniem rurociągu powoduje natychmiastowe zamknięcie wypływu gazu z odwiertu i alarm w dyspozytorni. Zastosowanie powyższych zabezpieczeń uzgodniono na etapie projektowania i budowy z Wydziałem Ochrony Środowiska b. UW w Gorzowie Wlkp. Rozwiązania powyższe są zgodne również z życzeniami Starostwa Powiatowego w Myśliborzu i Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska w Szczecinie. Stały monitoring nie został zastosowany z uwagi na bardzo duży koszt instalacji.

Z zagospodarowanych 22 odwiertów, 17 zlokalizowanych jest na terenach leśnych, natomiast 5 odwiertów na gruntach rolnych. Pod zagospodarowanie jednego odwiertu zajęto około 30 - 40 arów powierzchni. Grunty rolne kl. III zostały wyłączone z produkcji rolnej (B-2, C-6, B-5), oraz grunty leśne pod pozostałe odwierty.

W trakcie budowy gazociągów i ropociągów nastąpiło czasowe wyłączenie gruntów rolnych z produkcji rolnej, a w przypadku gruntów leśnych na okres trwały, pod strefę ochronną gazociągów i na okres czasowy teren niezbędny podczas budowy.

Po zakończonych pracach grunty rolne i leśne przejęte na okres czasowy zostały zrehabilitowane i zwrócone właścicielom do rolniczego bądź leśnego zagospodarowania zgodnie z decyzją Starosty Powiatowego w Myśliborzu ustalającą osobę, kierunek i termin wykonania rekultywacji, na podstawie uprzednio opracowanego projektu rekultywacji.

Naprawione zostały również zniszczone w trakcie wykopów urządzenia melioracyjne.

2. *W zakresie ochrony powietrza* każda z 22 stref przyodwiertowych wyposażona została w jeden czujnik siarkowodoru, dwa czujniki gazu oraz detektor ognia. Poziom stężenia wartości mierzonych jest na bieżąco monitorowany, przesyłany do dyspozytorni na Ośrodku Centralnym Barnówko oraz zapisywany na dysku twardym

komputera i drukowany. Reakcje są identyczne jak w instalacjach Centralnego Ośrodka Kopalń. Przy stężeniu 10 ppm H_2S na danym odwiercie włącza się lampa ostrzegawcza i przerywany sygnał syreny alarmowej i w konsekwencji zostaje zaalarmowana dyspozytornia. Przy stężeniu 50 ppm H_2S odwiert zostaje zamknięty (systemy ostrzegawcze działają do momentu spadku stężenia poniżej wartości niebezpiecznych). Każda strefa przyodwiertowa wyposażona została w system świecek, gdzie dopalane będą ewentualne zrzuty gazu np.: otwarcie zaworu bezpieczeństwa, czynności konserwacyjne.

Na emisję substancji zanieczyszczających do powietrza atmosferycznego zostały określone wielkości w decyzji o dopuszczalnej emisji wydanej przez Urząd Wojewódzki w Gorzowie Wlkp.

Konkludując należy stwierdzić, że Ośrodek Centralny Kopalń Barnówko stanowi novum w Polsce, zrealizowany został wg projektu firmy "PROPAK" z Kanady i dostosowany do miejscowych warunków. Rozwiązania technologiczne są tradycyjnie stosowane na świecie przy eksploatacji złóż gazu ziemnego i ropy naftowej podobnych typów złoża Barnówko - Mostno - Buszewo.

Wykonane obliczenia przez rzeczoznawców z listy MOŚZNiL wykazały, że przy zachowaniu założonego reżimu technologicznego nie będzie ona stanowić zagrożenia dla środowiska naturalnego w aspekcie:

- a) ochrony powietrza,
- b) ochrony przed hałasem dla otaczającego środowiska,
- c) ochrony zasobów wodnych, zarówno wód powierzchniowych i głębinowych w aspekcie uwarunkowań na obszarze chronionego krajobrazu i wód podziemnych objętych ochroną w strefie tzw. Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 134,
- d) zabezpieczenia bezpośrednie przed niekontrolowanym wyciekami produktów niebezpiecznych do wód i gruntu obejmują uszczelnienia podłoża gruntowego geomembraną HDPE o grubości 2 mm w rejonie lokalizacji zbiorników stalowych o pojemności 3500 m³ dla magazynowania ropy naftowej, zbiornika stalowego kondensatu o pojemności 3050 m³ i zbiornika wody kwaśnej o pojemności 3050 m³. Wykonane obwałowania terenu wokół w/w zbiorników, zainstalowanie czterech dwuciennych zbiorników do zbierania ścieków gospodarczych i technologicznych.

Wykonano zabezpieczenia ekologiczne dla pompowni ropy naftowej, kondensatu i wody kwaśnej (złożowej), zabezpieczenie pośrednie polegające na zorganizowaniu lokalnego monitoringu wód podziemnych. Monitoring wyposażony jest w elektroniczne czujniki oparów ropopochodnych. Wyniki pomiarów gromadzone będą w bloku pamięci czujnika i przekazywane do centrali komputerowej.

The first part of the book is devoted to a general
 introduction to the subject of the history of
 the world. It is divided into three main
 parts: the first part deals with the
 prehistoric period, the second with
 the ancient world, and the third with
 the modern world. The author's aim is
 to provide a comprehensive and
 accessible account of the human
 past, from the earliest times to the
 present day. The book is written in a
 clear and concise style, and is
 suitable for both students and
 general readers. It is a valuable
 resource for anyone interested in
 the history of the world.

Jerzy TONDER

**„PRZESTRZEŃ DLA RZEKI” NA PRZYKŁADZIE
ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH WĘŻYSKA – CHLEBOWO
W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM**

**ROOM FOR THE RIVER ON EXAMPLE OF PROJECT SOLUTION
WĘŻYSKO-CHLEBOWO IN LUBUSKIE PROVINCE**

Urząd Marszałkowski Województwa Lubuskiego
Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Zielonej Górze
Marshall Board of Lubuskie Province
Pedagogical Academy in Zielona Góra

Streszczenie

W niniejszym artykule podjęto próbę pokazania dwóch odmiennych koncepcji dotyczących celu nadrzędnego jakim jest ochrona przed powodzią doliny Odry leżącej pomiędzy ujściem Bobru a ujściem Nysy Łużyckiej. Jedna z koncepcji zakłada budowę nowego odcinka wału przeciwpowodziowego – odsuwając go od rzeki, druga proponuje modernizację wału bez zmiany lokalizacji. W dotychczasowych opracowaniach i dokumentacjach projektowych skupiono się jedynie na problemach techniczno-ekonomicznych proponowanych wariantów. Dla podjęcia ostatecznej decyzji przez odpowiedni urząd powinna zostać przeprowadzona poszerzona analiza kosztów i korzyści zarówno w odniesieniu do samego chronionego obszaru jak i terenów położonych poniżej. Inaczej bowiem hasło, które zawarte jest m. innymi w programie dla Odry 2006 – „Wodzie należy zrobić miejsce-wodom należy stworzyć przestrzeń umożliwiającą opóźniony, nie stanowiący zagrożenia odpływ” pozostanie tylko w sferze postulatywnej.

Summary

This article has attempted to display the two different conceptions concerning the aim of flood protection of the Odra valley which is situated between the Bóbr outlet and the Nysa Łużycka outlet. The first idea suggests building a new section of the flood bank and moving it further from the river whereas the second idea proposes a modernization of the existing flood bank, without any change to its location. Studies and documentation, relevant until now, focus only upon the technical and economic problems of the proposed ideas. Before the relevant

departments come to a final decision a broadened analysis should be made. This analysis should focus upon the costs and benefits of the schemes concerning the protected lands and grounds situated around the area. Otherwise, the watchword of Program for the Odra 2006. 'There is a need to make a place for the water – there is a need to create a space which will allow its low tide to come both late and safely'...will be only as a postulation.

1. WSTĘP

Wodzie należy zrobić miejsce - wodom należy stworzyć przestrzeń umożliwiającą opóźniony, nie stanowiący zagrożenia odpływ. Stwierdzenie to zawarto w Programie dla Odry 2006 w punkcie Zagospodarowania przestrzenne i prewencyjna ochrona przeciwpowodziowa - ład przestrzenny.

W tą podstawową zasadę profilaktyki ochrony przed powodzią wpisane są zarówno zadania techniczne i nietechniczne, z drugiej zaś strony zadania krótko, średnio i długoterminowe.

Według obecnych tendencji techniczne rozwiązania krótko i średnioterminowe mają być zakwalifikowane jako zadania gospodarki wodnej, nietechniczne, długoterminowe zadania powinny być domeną zagospodarowania przestrzennego.

Zarówno jedne jak i drugie zadania muszą przede wszystkim rozwiązać konflikt między przyrodą, a gospodarką wodną w aspekcie ochrony życia ludzkiego i ekonomicznym.

Odnosząc się do najnowszych wydarzeń, które dowiodły w wyraźny sposób, że techniczna ochrona przeciwpowodziowa nie oznacza ochrony absolutnej należy wspomnieć o konieczności prewencyjnego zabezpieczania, wykorzystania i ukształtowania powierzchni, jak też zmniejszania potencjałów szkód na obszarach objętych ryzykiem zagrożenia powodziowego przy zwiększającym się obszarze działań z zakresu ochrony przeciwpowodziowej.

Takim przedsięwzięciem wpisującym się w obszary działań związanych z zadaniami prewencyjnej ochrony przeciwpowodziowej - tworzenie i powiększanie obszarów retencyjnych jest projektowana budowa odcinka (5,5 km) nowego lewobrzeżnego wału Odry w rejonie Wężyska - Chlebowo w województwie lubuskim. Przyjęte koncepcje rozwiązań projektowych wywołały dyskusję co do wyboru rozwiązania - czy odbudować wał po starej trasie, czy budować nowy odcinek wału odsuwając go od rzeki tworząc dodatkową przestrzeń dla rzeki.

Celem niniejszego artykułu jest próba pokazania na podstawie istniejących opracowań i dokumentacji istoty sporu dotyczącego nie tylko aspektów technicznych, ekonomicznych ale rysującego się w tle przede wszystkim aspektu społecznego.

2. OCENA STANU ISTNIEJĄCEGO I PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ

Ocenę stanu istniejącego wraz z analizą dotyczących opracowań i dokumentacji zawarto w ekspertyzie [3], która jest ostatnia pod względem chronologicznym. We wprowadzeniu do ww. ekspertyzy stwierdzono:

Lewostronna część doliny Odry pomiędzy ujściem Bobru a ujściem Nysy Łużyckiej posiada obwałowanie chroniące użytki rolne, tereny leśne i 8 miejscowości. Długość chronionej doliny wynosi około 21 km, jej szerokość 1-3 km, powierzchnia chroniona około 32 km² [5], a wg [1] około 41 km². Miejscowości, które narażone są na zalanie w wyniku przzerwania lewostronnego wału to: Strumiennie, Retno, Sarbia, Czarnowo, Wężyska, Chlebowo, Łomy i Kosarzyn. Według ustaleń przedstawionych w dokumentacjach [1, 5] rozpatrywany odcinek wału zaliczono do II klasy ważności budowli hydrotechnicznych.

W trakcie powodzi w lipcu 1997 r. - hydrogram stanów wody na Odrze w przekroju Połęcko osiągnął stan alarmowy przekraczający o 0,3 m poziom terenu i przewyższał go przez 33 dni. Do poziomu ławeczki (ok. 3.0 m nad poziom terenu zawala) woda w Odrze zbliżyła się 17 lipca i na tym poziomie wał piętrzył się przez 9 dni.

Według opisu uszkodzeń zamieszczonego w [1], gdy poziom wody w Odrze osiągnął poziom ławeczki, pracownicy Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych – Oddział Rejonowy w Krośnie Odrzańskim biorący udział w akcji powodziowej zarejestrowali w kilku miejscach (km 13 + 240 do 13 + 350, 13 + 910 do 13 + 960, 14 + 630 do 14 + 740) silne przesiąki i towarzyszące im deformacje skarpy odpowietrznej - upłynnienie gruntów skarpy, wynoszenie gruntu u podnóża skarpy, osiadania części skarpy z ławeczką.

Liczne wysięki ze skarpy odpowietrznej i u jej podnóża, a także odcinki deformującej się skarpy zabezpieczano obniżając ją workami z piaskiem. Mimo licznych punktów zagrożeń filtracyjnych, mimo dużych utrudnień w dowozie worków z piaskiem, dzięki determinacji ludzi, wał udało się utrzymać.

Po opadnięciu wód powodziowych ciśnienie spływające wody wypełniającej pory gruntu budującego korpus wału spowodowało kolejne deformacje tak skarpy odwodnej jak i odpowietrznej.

Na podstawie umowy Nr 10/11/98 z dnia 10.02.1998 r. zawartej pomiędzy WZMiUW w Zielonej Górze, a BRISiM "Ekoprojekt" Sp. z o.o. w Zielonej Górze, to ostatnie w marcu 1998r. wykonało ekspertyzę techniczną lewostronnego obwałowania rz. Odry w km 528.6 - 532.0, w której na podstawie wizji terenowej uszkodzonych miejsc, materiałów archiwalnych i kilku sond geotechnicznych, stan istniejący tego odcinka wału oceniano jako bardzo zły, uznając, że następne tak duże wezbranie może doprowadzić do awarii, której nie da się zabezpieczyć działaniami doraźnymi. Skuteczną poprawę sytuacji ekspertyza rozpatruje w dwóch wariantach rozwiązań projektowych.

Wariant I - budowa nowego, odsuniętego od brzegu rzeki odcinka o długości 5,5 km, gdzie poprzez odpowiednie wbudowanie gruntu w korpus wału i zabezpieczenie antyfiltracyjne uzyska się wymaganą stateczność wału i poprawi warunki przepływu wód międzywałem.

Wariant II - modernizacja istniejącego wału. Drzewom rosnącym u podnóża skarpy odwodnej przypisuje się dużą rolę ochronną wału w czasie pochodu lodów, a one

z kolei są główną przeszkodą w wykonaniu odpowiedniego uszczelnienia skarpy odwodnej. Dlatego też wzmocnienie wału przewidziano poprzez ujęcie wód filtracyjnych i dociążenie tak skarpy odpowietrznej jak i terenu na zawalu. Przewidziano także dogęszczenie gruntów korpusu wału, a na odcinku gdzie wał przylega do rzeki umocnienie skarpy odwodnej i jej stopy brzegosłonem faszynowym oraz z uwagi na nierealne zabezpieczenie wału przed ruchem pojazdów, wykonanie trwałej nawierzchni na koronie. Wariant ten uwzględnia sugestie "Generalnej Strategii ..." [2], w której na odcinku rzeki pomiędzy km 527.5 a 532.5, z uwagi na przewężenie międzywał, przewidziano możliwości odsunięcia wału przeciwpowodziowego ku brzegowi doliny.

W maju 1999 r. na zlecenie WZMiUW w Zielonej Górze OTKZ Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie wykonał projekt budowlany, a w czerwcu 1999 r. projekt wykonawczy nowego odcinka wału wg wariantu I uwzględniający sugestie zawarte w [1, 2].

Nowy wał o długości 5.580 m, dostosowany rzędnymi korony do istniejącego obwałowania o wysokości około 4.5 m, szerokości korony 4,0 m, skarpa odwodna uszczelniona matą bentonitową o nachyleniu 1:2,5, skarpa odpowietrzna z ławeczką szerokości 5,0 m z drogą o nawierzchni żwirowej, na wysokości 2,0 m od góry z nachyleniem 1:2, poniżej ławeczki 1:2,5 oraz drenaż płaski w stopie skarpy odpowietrznej.

Dla potrzeb zatwierdzenia projektu w grudniu 1999 r. wykonano "Opinię specjalistyczną..." [4], w której podjęto próbę porównania ilości robót w dwóch wariantach modernizacji przedmiotowego odcinka wału, zakładając podobną technologię robót w obu przypadkach.

Założono, że II wariant modernizacji będzie polegał na:

- usunięciu drzew z pasa wzdłuż skarpy odwodnej i 30 m pasa wzdłuż skarpy odpowietrznej,
- rozebraniu starego korpusu wału z przełożeniem gruntu na 30 m pas roboczy, a następnie ponowne wbudowanie gruntu z zachowaniem wymogów WTWORZ [6],
- budowa przesłony ze ścianki szczelnej długości 1500 m,
- uszczelnienie skarpy odwodnej matą bentonitową,
- dowóz brakujących w bilansie robót ziemnych 130 tys. m³ gruntu na korpus nowo wznoszonego wału.

W konkluzji porównania obu wariantów, obok korzyści ekologicznych stwierdzono, że "ilość podstawowych robót po starej i nowej trasie jest zbliżona", a wnioski uzasadniające budowę przedmiotowego wału po nowej trasie są mało istotne i dyskusyjne. Założony w rozwiązaniu odcinek ścianki szczelnej, bez podania głębokości jej zabcicia i analizy wpływu na warunki filtracji pod wałem jest tylko rozwiązaniem hasłowym.

We wrześniu 1999 r. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu wstrzymał uzgodnienie z Lubuskim Zarządem Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze "Projektu budowlanego lewego wału przeciwpowodziowego rzeki Odry w rejonie miejscowości Wężyska-Chlebowo" z uwagi na brak możliwości porównania zaprojektowanego rozwiązania z rozwiązaniem polegającym na modernizacji istniejącego wału - wariant II przedstawiony w [1], a oba warianty przebudowy nie

gwarantują pełnego zabezpieczenia przeciwpowodziowego w okresie przebudowy, podczas ewentualnego przejścia fali powodziowej.

Zgodnie z ustaleniami spotkania roboczego w dniu 20.06.2000 r. Instytut Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu po zapoznaniu się z dostępną dokumentacją geologiczną oraz po wykonaniu niezbędnych obliczeń filtracji i stateczności, przedstawi propozycję modernizacji wału wraz z jej kosztami.

Natomiast w podsumowaniu ekspertyzy zawarto następujące konkluzje:

Podniesienie poziomu bezpieczeństwa przeciwpowodziowego lewostronnej doliny Odry w rejonie Wężyska-Chlebowo jest możliwe poprzez modernizację najbardziej zagrożonego odcinka wału lub poprzez budowę nowego odcinka odsuniętego ku brzegom doliny. Modernizacja istniejącego wału wg wariantów B i C z uwagi na konieczność ponownego wbudowania kubatury mas ziemnych, podobnej do kubatury wału po nowej trasie, w kosztach są porównywalne.

W 1999 r. OTKZ Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie wykonał projekt wykonawczy nowego odcinka wału. Wartość kosztorysowa tej inwestycji w cenach na poziomie III - go kwartału 2000 r., wg SEKOCENBUDu wynosi 30.754.338,58 zł. Suma ta nie obejmuje kosztów koniecznej wycinki i karczowania drzew.

Z przedstawionych w niniejszym opracowaniu 4 wariantów modernizacji istniejącego odcinka wału, najbardziej racjonalnym technicznie jest rozwiązanie wg wariantu D. Zastosowane w tym wariacie elementy przeciwfiltracyjne, poza szczegółami konstrukcyjnymi, nie różnią się od przyjętych w projekcie wykonawczym wału po nowej trasie. Wartość kosztorysowa prac modernizacyjnych wariantu D, wyliczona dla tego samego poziomu cen, uwzględnia droższe rozwiązanie z nowym 940 m rowem wypełnionym tłuczniem, zgodnie z załączonym kosztorysem wynosi 13.386.358,87 zł. czyli jest około dwukrotnie niższa od kosztów budowy nowego wału.

3. ANALIZA PROBLEMU

Wg danych zawartych w pkt. 2 niniejszego opracowania, wynika że problem sprowadził się tylko w zasadzie do udowodnienia, która koncepcja czy wariant są bardziej poprawne z punktu widzenia problematyki techniczno-ekonomicznej danego przedsięwzięcia.

Zabrakło poszerzonej analizy potencjalnego zagrożenia powodzią tego obszaru. Ocena zagrożenia powodziowego bez solidnych podstaw hydrologicznych i hydraulicznych może być oceną uniemożliwiającą wystarczająco dokładnie zdefiniowanie zagrożeń i to jest oczywiste. Natomiast niezbędnym powinno być również wykonanie analiz:

- analizy potencjału odnośnie zmiany przedsięwzięć ochrony przeciwpowodziowej dla tego obszaru cząstkowego,
- analizy skuteczności przedsięwzięć dla tego obszaru,
- analizy skuteczności przedsięwzięć dla obszarów leżących poniżej.

Odnosi się to zarówno do kryteriów ekonomicznych w układzie koszty - zyski, kryteriów ekologicznych i społecznych a ponadto do kryteriów niezawodności w systemie:

niezawodność - elastyczność - wrażliwość

Trzeba zdać sobie sprawę z różnorodności konsekwencji realizacji pewnych typowych przedsięwzięć z tego zakresu zarówno pozytywnych jak i negatywnych. W tym przypadku mamy do czynienia z koniecznością umocnienia starego wału lub budową nowego odcinka odsuwając go od rzeki. Z jednej strony modernizacja - umocnienie wału to zwiększenie potencjalnego bezpieczeństwa i pozytywny wpływ na przyszłość obszaru chronionego, z drugiej zaś nie przyjęcie wariantu odsuwającego wał od rzeki to zwiększenie potencjalnego niebezpieczeństwa obszarów położonych niżej (dotyczy to zarówno części obszaru strony polskiej jak i niemieckiej).

Każdy problem decyzyjny wymaga indywidualnego podejścia i wnikliwej identyfikacji możliwych skutków jednoznacznych (pewnych, deterministycznych) jak również skutków domniemanych (niepewnych lub przewidywalnych) które, choć trudne do określenia, nie mogą być przy podejmowaniu decyzji pominięte.

3. LITERATURA

- [1] *Ekspertyza techniczna obwałowania lewobrzeżnego rz. Odry km. 528,6 – 532,0 wraz z wytycznymi do projektowania* - Biuro Projektów Inżynierii Środowiska i Melioracji „Ekoprojekt” Sp. z o.o. Zielona Góra (10.03.1998)
- [2] *Generalna strategia ochrony przed powodzią dorzecza górnej i środkowej Odry po wielkiej powodzi lipcowej 1997 r.* – Hydroprojekt. Wrocław (1998)
- [3] *Koncepcja projektowa modernizacji lewostronnego wału rzeki Odry km 528,6-532,0 (odcinek Wężyska-Chlebowo).* Ocena rozwiązań projektowych - Instytut Inżynierii Środowiska. AR Wrocław (2000)
- [4] *Opinia specjalistyczna do dokumentacji technicznej na budowę nowego odcinka lewostronnego wału przeciwpowodziowego Odry w km 528, 6 do 532,0 (Wężyska – Chlebowo)* - Terenowy Zespół Usług Projektowych w Zielonej Górze. Zielona Góra (grudzień 1999)
- [5] *Projekt budowlany lewego wału przeciwpowodziowego rzeki Odry w rejonie miejscowości Wężyska – Chlebowo* - IMGW Warszawa (maj 1999)
- [6] *Warunki techniczne wykonania i odbioru. Roboty ziemne* - Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa (1994)

Ivan UZBEK, Valeriy KALANTAEVSKIY

**ECOLOGICAL ROLE OF LIVING ORGANISMS FOR FORMING
OF TECHNOGENIC SOILS**

**EKOLOGICZNA ROLA ORGANIZMÓW ŻYWYCH W
FORMOWANIU GLEB TECHNOGENNYCH**

Dniepropetrovsk State Agrarian University, Ukraine

Nikopol manganese basin is one of the biggest in Europe. It is situated in the South of Ukraine. Most of the mines in this basin are open-cast mines. Manganese ore mining here was accompanied by bringing out loam, red-brown and gray-green clay and various mixtures of various different minerals to the surface. That is why mining areas should be considered as shattered into small particles system, whose elementary soil particles are presented in various, unequal ratio. This conditions are conducive to development of complicated heterogeneous environment on terraces of open-cast mines.

Edaphotops of technogenic landscapes are characterized by very unfavorable physical, chemical and mechanical conditions. One of the most important characteristics, that distinguish them from zone soils is insignificant amount of nutrients for plants. Analysis of mineral samples indicates that ratio of accessible nitrogen in it is 0,50 - 1,24 mg/100g; ratio of mobile phosphorus is 0,31-1,80 mg and ratio of active potassium 24 - 64 mg/100g of mineral. Ratio of humus fluctuated between 0,05 - 0,95%. Nevertheless these areas are being used in agricultural production and are included into rotation of crops. In that case mining minerals themselves or mining minerals artificially covered with layer of fertile soil can be considered as insufficiently studied objects of man's agricultural activity . This explains the necessity to study them in details.

In Ukraine the research of biological reclamation of land, disturb by open-cast mining, was carried out by scientists of Chair of Soil Science and Ecology of Dniepropetrovsk State Agrarian University. The experiments were conducted in Dniepropetrovsk Region on the terraces of opencast mines of Alexandrovsk and Zaporozhye Basins. At first they were aimed on revealing the crops, best suited for cultivation on such edaphotops.

Reclamation of lands, disturbed by mining industry turned out to be a very difficult process.

The main reason for it is shortage of nitrogen in such lands. It is indicated by slow

germination of crops of Poaceae, Polygonaceae, Chemopodiaceae and Cucurbitaceae families without proper nitrogen nutrition in ecotope. The duration of their growth and development depends on plants, biological peculiarities and their adaptability to severe soil and climatic conditions. As a rule they perish soon. The shortage of nitrogen in such lands can be compensated for only by legume crops, especially perennial legumes. The ability to assimilate atmospheric nitrogen enables these crops to produce almost the same yield on disturbed lands as on undisturbed arable lands (table 1).

TABLE 1

Productivity of some crops, cultivated on different edaphotops, quintals per hectare (q/h)

| Variant | Crops | | | | |
|---|--------------------------------|-------------|--------------|-----------------|--------------------|
| | oat | peas | winter wheat | Medicago savita | Onobryhys arenaria |
| | total weight (weight of grain) | | | hay | |
| 1. Undisturbed southern chernozem (zone soil) | 35,4 (18,4) | 30,2 (14,9) | (38,6) | 31,5 | 28,0 |
| 2. Unfertilized layer of chernozem (thickness 40 centimeters) | 33,0 (11,2) | 24,7 (9,3) | (27,4) | 25,5 | 26,9 |
| 3. Mixture of loam and sand: | | | | | |
| Without fertilizer | 5,3 (1,2) | 14,6 (7,5) | (2,1) | 34,5 | 25,3 |
| N ₈₀ | 32,7 (9,3) | 24,6 (9,3) | (10,5) | 35,6 | 26,9 |
| P ₈₀ K ₈₀ | 9,3 (1,7) | 24,8 (9,8) | (3,3) | 41,5 | 33,2 |
| N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ | 45,4 (15,8) | 33,9 (14,2) | (15,3) | 43,6 | 36,7 |
| 4. Loam: | | | | | |
| Without fertilizer | 11,4 (5,1) | 16,4 (8,4) | (4,3) | 33,0 | 29,9 |
| N ₈₀ | 43,5 (14,9) | 30,0 (15,2) | (11,6) | 34,1 | 31,0 |
| P ₈₀ K ₈₀ | 20,0 (7,2) | 27,5 (11,0) | (5,0) | 33,9 | 32,9 |
| N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ | 66,6 (21,3) | 38,8 (19,8) | (18,2) | 36,1 | 34,6 |
| 5. Red-brown clay | | | | | |
| Without fertilizer | - | - | - | 31,3 | 21,0 |
| P ₈₀ K ₈₀ | - | - | - | 37,0 | 23,9 |
| N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ | - | - | - | 37,2 | 24,5 |
| 6. Gray-green clay: | | | | | |
| Without fertilizer | - | - | - | 42,8 | 21,8 |
| P ₈₀ K ₈₀ | - | - | - | 46,3 | 23,5 |
| N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ | - | - | - | 48,2 | 23,1 |

Nevertheless, the main objective of land reclamation is not obtaining the maximum yields of cultivated crops but making soil creation process more intense and creating normal

ecological conditions for surrounding territory. This long, grandiose and very complicated job can be done only by biological factor of soil creation process, first of all by plants' root systems and by microorganisms living on them; especially by roots of perennial legume grasses (*Medicago sativa* and *Onobrychis arenaria*). These crops were the pioneers of the terraces of open-cast mines in

Steppe Zone of Ukraine. Even under unfavorable weather condition they can form thick herbaceous covering on soil. They keep growing from early spring till late fall and provide upper arable layer of soil (40 cm) with a lot of nutrients after disintegration. No wonder that roots form 50-65% of total biological yield of these crops, while stems form only 15-36%, leaves and flowers - 12-26%.

Under the same ecological conditions *Onobrychis arenaria* forms less roots than *Medicago sativa* (table 2). But root system of *Onobrychis arenaria* always works more efficiently than the one of *Medicago sativa*. This statement is proved by root productivity coefficient. For example in experiments on unfertilized mixture of soils root productivity coefficient was 0,58 and 0,28 respectively, that means that one weight unit of roots provided with nutrients 0,58 weight unit of overground parts of *Onobrychis arenaria* and only 0,28 - of *Medicago sativa*. Fertilizers enhanced root productivity coefficient to 0,62 and 0,31 respectively.

The same tendency was observed on other unfertilized edaphotops, where coefficient of root productivity was always lower than the one on fertilized edaphotops.

Root productivity coefficient of *Medicago sativa* and *Onobrychis arenaria*, cultivated on loam and artificially spread layer of chernozem, is always higher than the one of these crops, cultivated on clay. So, the poorer is edaphotop with nutrient and the worse are its physical and chemical conditions the more apparent becomes inverse proportion between weight of roots and root productivity coefficient.

In other words, the higher is ratio of roots in total biological yield, the lower is their productivity coefficient.

The positive role of legume crops is determined by peculiarities of their root systems, first of all by atmospheric nitrogen fixation. Besides, reaction of *Medicago sativa* and *Onobrychis arenaria* for ecological conditions of particular layers of open-cast mine terraces reveals itself also in high flexibility of their root systems. This flexibility implies creation of such quantity of roots of certain structure and allocation in soil that can supply plants with nutrients and produce the maximum possible yield under present ecological conditions. This, perhaps, is another unique biological peculiarity of *Medicago sativa* and *Onobrychis arenaria* that clearly reveals itself when these crops are cultivated on reclaimed lands and explains surprisingly high yields of hay that they produce.

As table 3 indicates, *Medicago sativa* and *Onobrychis arenaria* develop powerful root systems with huge length and surface on disturbed lands. More than that, they reply for scarcity of nutrients in edaphotop with augmentation of length and surface of roots. That means they create a lot of small roots searching for nourishment. And this fact is of significant importance. Root hair enlarges absorbing surface of root and allows it to

intensify the process of absorbing nutrients.

For example, total length of *Onobryhys arenaria* roots on the area of one hector in upper 40-centimeter layer of unfertilized red-brown clay exceeded length of equator of our planet 2,5 times.

TABLE 2

The weight proportion of hay to roots of Medicago sativa and Onobryhys arenaria (air-dry mass), gram/m³

| Variant | Total biological mass | Including: | | Percentage of roots in total biological yield | Coefficient of productivity |
|--|-----------------------|------------------|-------------------|---|-----------------------------|
| | | over-ground mass | under-ground mass | | |
| 1. Unfertilized layer of chernozem | <u>906,4</u> | <u>510,6</u> | <u>395,8</u> | <u>43,7</u> | <u>1,29</u> |
| | 1582,9 | 851,6 | 731,3 | 46,2 | 1,16 |
| 2. Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ layer of chernozem | <u>1628,8</u> | <u>985,0</u> | <u>643,8</u> | <u>39,5</u> | <u>1,53</u> |
| | 2163,1 | 1261,8 | 901,3 | 41,7 | 1,40 |
| 3. Unfertilized mixture of loam and sand | <u>783,0</u> | <u>287,0</u> | <u>496,0</u> | <u>63,3</u> | <u>0,58</u> |
| | 1595,0 | 345,0 | 1250,0 | 78,4 | 0,28 |
| 4. Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ mixture of loam and sand | <u>1059,0</u> | <u>404,0</u> | <u>655,0</u> | <u>61,9</u> | <u>0,62</u> |
| | 1829,0 | 436,0 | 1393,0 | 76,2 | 0,31 |
| 5. Unfertilized loam | <u>868,6</u> | <u>402,9</u> | <u>465,7</u> | <u>53,6</u> | <u>0,86</u> |
| | 1749,5 | 761,5 | 988,0 | 56,5 | 0,77 |
| 6. Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ loam | <u>1400,8</u> | <u>689,6</u> | <u>711,2</u> | <u>50,8</u> | <u>0,97</u> |
| | 1921,8 | 897,2 | 1024,6 | 53,3 | 0,88 |
| 7. Unfertilized red-brown clay | <u>1121,9</u> | <u>387,2</u> | <u>734,7</u> | <u>65,5</u> | <u>0,53</u> |
| | 1620,6 | 566,2 | 1054,4 | 65,1 | 0,54 |
| 8 Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ red brown clay | <u>1225,6</u> | <u>586,2</u> | <u>639,4</u> | <u>52,2</u> | <u>0,92</u> |
| | 1735,9 | 710,4 | 1025,5 | 59,1 | 0,69 |
| 9. Unfertilized gray-green clay | <u>1407,4</u> | <u>623,6</u> | <u>783,8</u> | <u>55,7</u> | <u>0,79</u> |
| | 1363,6 | 548,7 | 814,9 | 59,8 | 0,67 |
| 10 Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ gray-green clay | <u>1528,6</u> | <u>893,4</u> | <u>635,2</u> | <u>41,6</u> | <u>1,41</u> |
| | 1465,4 | 727,1 | 738,2 | 50,4 | 0,98 |

Note: Here and in table 3 numerator- *Onobryhys arenaria*, denominator - *Medicago Sativa*.

Flexibility can be seen in shape (silhouette, crown) of root system as well. It is particularly obvious when growing roots come across certain factor that limits their development. Roots immediately cease any interaction with it which is reflected in morphology of the entire root system. This is the reason why root system of plants, cultivated on reclaimed lands, grows in several tiers, usually starting from the depth of 50-60 centimeters. It means that lower layers of open-cast mine terraces contain more roots than upper layers. One can come across such phenomenon on the plots of land formed by minerals composed of particles of different sizes. For example, mixture of loam and sand. In this case, ecological conditions of environment are reflected not only in shape of underground but also overground parts of plant.

TABLE 3

Length and surface of root systems of three-year-old Medicago sativa and Onobrychis arenaria in 0-100 cm layer of soil, converting into 1 g of air-dry weight.

| Variant | Mass of roots g/m ² | Surface of roots, cm ² | Length of roots, m |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 1. Undisturbed southern chernozem | <u>309,0</u> 677,8 | <u>101,3</u> 70,6 | <u>11,9</u> 7,6 |
| 2. Unfertilized artificially spread layer of chernozem | <u>395,8</u> 731,3 | <u>104,5</u> 70,8 | <u>12,3</u> 7,7 |
| 3. Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ artificially spread layer of chernozem | <u>643,8</u> 901,3 | <u>84,9</u> 64,4 | <u>9,7</u> 7,0 |
| 4. Unfertilized loam | <u>465,7</u> 988,0 | <u>122,8</u> 68,3 | <u>14,8</u> 7,2 |
| 5. Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ loam | <u>711,2</u> 1024,6 | <u>89,8</u> 67,6 | <u>10,4</u> 7,3 |
| 6. Unfertilized red-brown clay | <u>734,4</u> 1024,6 | <u>147,2</u> 119,3 | <u>18,7</u> 11,6 |
| 7 Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ red brown clay | <u>639,4</u> 1025,4 | <u>128,5</u> 94,5 | <u>15,5</u> 10,7 |
| 8. Unfertilized gray-green clay | <u>783,8</u> 814,9 | <u>135,9</u> 92,4 | <u>16,6</u> 10,4 |
| 9. Fertilized N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ gray-green clay | <u>635,2</u> 738,3 | <u>129,8</u> 79,3 | <u>15,7</u> 8,7 |

Root system of plants always develops more intensively in layer 0-10 cm. That is why it tends to gravitate to land surface and its shape reminds of letter "T". This tendency inevitably occurred not only in variant with artificially spread layer of soil, but also in all

other studied edaphotops: loam, mixture of loam and sand, red-brown and gray-green clay.

It is noteworthy, that 74-87% of roots is concentrated in upper 40-centimeters layer of any edaphotop. So, plants of *Onobrychis arenaria* develop 30-60 quintals of roots (air-dry weight) in arable layer on each hectare; plants of *Medicago sativa*- 62-84 quintals.

By interaction with solid phase of soil, roots convert these minerals into sites of biological activity . By all means, disintegration of such significant amount of organic material of legume crops is very conducive to intensification of new soil creation process. The reason for it is very simple: root system of, for example, *Medicago sativa*, cultivated on unfertilized loam, contains 115 kg/hectare of nitrogen, 19 kg of phosphorus, 34 kg of potassium and 85 kg/hectare of calcium. The content of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in roots of plants, growing on clay, is even greater.

Again, in 0-40 centimeter layer one plant of *Medicago sativa*, depending on nutrition, produces up to 43 nitrogen-fixing tubers; one plant of *Onobrychis arenaria*- up to 97 tubers. It is 1,5-4 times greater then in the same layer of undisturbed zone soil. Tubers contain extra 15-37 kg/hectare of nitrogen, 4- 7 kg of phosphorus, 6-8 kg of potassium and 15-37 kg/hectare of calcium.

According to the results of experiments, under conditions of techno gene landscapes of Steppe Zone of Ukraine root systems of, for example, *Medicago Sativa*, together with tuber bacteria and free-living nitrogen fixers, accumulate about 350 kg/hectare of nitrogen in 0-20 centimeter layer of soil every year . It is very high index that reflects ecological role of root systems of *Medicago sativa* and *Onobrychis arenaria*, cultivated on reclaimed soils.

Microorganisms also tend to concentrate in arable layer of soil (0-40 cm). They play a very important role in forming of fertile layers of soil. Even in unfertilized edaphotops, deprived of vegetable covering (table 4), the number of microorganisms was quite significant. However, their number in soil fluctuates a lot and depends on combined impact of environment components. Soil microorganisms are compelled to live in severe nourishment conditions. Microorganisms communities build their own complexes of particular physiological groups of organisms, that can find nutrients for stable development even under extreme conditions of open-cast mine terraces. Formed under impact of contrast ecological conditions the structure of microorganism community is fairly conservative and that is why numbers of particular groups of microorganism reflects biological activity of edaphotop. Anyway the maximum number of microorganisms occurs in spring, minimum number - in summer. The disintegration rate of vegetable remains depends on this number .

According to the results of experiments (table 5), roots of *Medicago sativa*, rich with easily accessible for microorganisms proteins, disintegrate faster than, for example, roots of wheat. Besides, maximum rate of root disintegration occurred in southern chernozem, minimum - in graygreen clay. Different rate of root disintegration of legume and cereal crops indicates the necessity to employ special rotations replete with *Medicago sativa* and *Onobrychis arenaria* in order to make technogene landscape biological. Only these crops can create diverse and active micro flora in arable layer of land, which is conducive to accumulation of soil fertility elements.

TABLE 4

Number of microorganisms in unfertilized edaphotops without vegetable covering.

| Edaphotop | Depth of sample selection, cm | Number of microorganisms (millions per one gram of absolutely dry sample) |
|---|-------------------------------|---|
| 1. Undisturbed southern chernozem | 0-20 | <u>104.2-12.6</u> 56,3 |
| | 20-40 | <u>55.8-6.0</u> 29,8 |
| 2. Artificially spread layer of chernozem | 0-20 | <u>82.7-10.1</u> 44,9 |
| | 20-40 | <u>21.8-6.4</u> 12,7 |
| 3. Loam | 0-20 | <u>18.2-3.8</u> 10,3 |
| | 20-40 | <u>5.4-1.7</u> 3,3 |
| 4. Red-brown clay | 0-20 | <u>19.8-7.2</u> 12,3 |
| | 20-40 | <u>6.8-1.7</u> 4,0 |
| 5. Gray-green clay | 0-20 | <u>38.6-7.3</u> 21,7 |
| | 20-40 | <u>9.1-2.6</u> 5,7 |
| | | |

Note: numerator - maximum and minimum possible values, denominator - average value.

Root disintegration rate is the highest during first three month, when there are a lot of microorganisms in soil and they can find easily accessible elements in vegetable remains. Afterwards disintegration process becomes slower.

TABLE 5

Root disintegration rate of Medicago sativa and Onobryhys arenaria.

| Name of edaphotop | Percentage of distengrated rates after | | |
|--------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|
| | 3 month | 10 month | 12 month |
| Undisturbed southern chernozem | <u>58.7 (49.2-64.2)</u> | <u>71.3 (69.4-71.8)</u> | <u>80.4 (75.7-84.5)</u> |
| | 57,9 (45,1-62,9) | 62,5 (53,4-64,0) | 65,8 (58,1-67,8) |
| Loam | <u>55.6 (45.6-61.2)</u> | <u>62.6 (52.1-66.7)</u> | <u>67.2 (60.0-73.8)</u> |
| | 54,4 (44,2-60,1) | 59,6 (52,4-66,6) | 63,6 (55,2-69,9) |
| Gray-green clay | <u>55.8 (38.8-65.0)</u> | <u>61.1 (41.0-74.7)</u> | <u>66.6 (46.4-79.2)</u> |
| | 40,4 (38,8-44,5) | 50,7 (41,0-57,6) | 61,9 (49,4-63,9) |

Note: numerator- Medicago sativa, denominator- winter wheat, in parentheses - minimum and maximum possible values.

The results of long-established experiments allowed us to determine the most important factors that stipulate microorganism development in the ground. These factors are:

1. Edaphotop, as raw material for soil creation process. This factor to large extent determines physical and chemical properties of young soils. And they impact the number of microorganisms living in it. For example, undisturbed chernozem or artificially spread layer of chernozem contains 3 - 7 times as many microorganisms as loam or clay. So, biological activity level of edaphotops directly depends on their quantitative properties.
2. Size of soil particles. It stipulates air, water and nourishment conditions of soil. Soils, composed of small particles, are able to absorb a lot of water and usually contain more nutrients. These factors play the most important role in creation of microorganisms community structure on reclaimed lands.
3. Water regime of edaphotop. The water content of edaphotop depends on season and on size of particles it is composed of. If there is no enough water during long period of time microorganisms' development is suppressed. Layer of southern chernozem has the most extensive supply of moisture among all studied edaphotops, green-gray clay is in second place, after it come loam and red-brown clay. Last two edaphotops have approximately the same supplies of productive moisture.
4. The organic matter content of edaphotop. Biological peculiarities of perennial legume grasses (ability to assimilate atmospheric nitrogen, high flexibility of root system) allow them to be the pioneers of techno gene landscapes. Root systems of these crops excrete a lot of biologically active matters that stimulate microorganisms development. Besides, they live a lot of organic material, rich with nitrogen, carbon and other nutrients, in upper layer of edaphotops. Even during vegetation period of plants the disintegration of thinnest roots takes place.

The number of microorganisms in soil also depends on other factors, such as reaction of soil solution, temperature of edaphotop, air regime, composition and proportion of chemical elements, etc.

Taking into account all said above we can propose the strategy of making edaphotops more biological. It consists of three stages.

First, preliminary stage aims on careful leveling of surface of open-cast mine terrace and raising standard of arable layer by employing meliorations. The indicators of the completion of this stage are: the reclaimed field surface plane enough for using farm machines; neutral reaction of soil solution in arable layer of soil, increased number of microorganisms, germination of different plants.

Second, microbiological stage is supposed to optimize the properties of edaphotop as environment for plants. This can be achieved by using organic and mineral fertilizes. The fertilizes increase the content of easily accessible for microorganism nutrients in soil, which intensifies their development and conduces to creating more complicated structure of microbe community . The indicators of completion of this stage are: the number of microorganisms in edaphotop should be at least 50% of their number in typical zone soil; the plants should be able not only to germinate on edaphotop but also to produce significant vegetable mass.

Third stage implies improvement of soil by living organisms. It is supposed to create optimal for living organisms conditions of edaphotop in accordance with its physical and chemical properties. This stage includes the effects of all previously taken measures aimed on augmentation of soil fertility. A very important role is played by special crop rotations. It's necessary to design the most suitable crop rotation for each particular edaphotop. Proportion and sequence of crops in it should be targeted not on achieving the best possible yield but on maintaining appropriate ecological conditions, which ensure the optimum development of microbe community. The duration of this stage is interminable.

Summing it up I would like to point out that when we talk about ecological role of living organisms we should consider edaphotop as united and indissoluble system with all roots and populations of different organisms that live in it. They, in their turn, get involved into very close and very complicated interactions that result not only in formation of fertile layers in open-cast mine terraces, but also in general improvement of ecological conditions of the area.



Barbara WALCZAK

JAKOŚĆ WÓD ZRZUTOWYCH OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ŚWIEBODZINIE I METODY ZMNIEJSZENIA ZAWARTOŚCI FOSFORU

THE QUALITY OF THE WASTE DUMP OF THE WASTE-WATER TREATMENT PLANT IN ŚWIEBODZIN AND THE METHODS OF REDUCING CONTENTS PHOSPHORUS

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki analiz jakości ścieków dopływających do oczyszczalni, a także wód odprowadzanych z oczyszczalni ścieków w Świebodzinie. Stwierdzono, że ścieki po oczyszczalni nie spełniają wymagań dotyczących fosforu, dlatego w dalszej części zajęto się metodą usuwania fosforu poprzez strącanie solami żelaza oraz ustaleniem optymalnej dawki koagulantów. Wody zrzutowe z oczyszczalni trafiają do rzeki Lubieniecka Struga i dalej do Obry i Obrzyca. Tym samym wpływają na jakość wód pitnych pobieranych z rzeki Obrzyca przez Ujęcie Wody Pitnej dla miasta Zielona Góra. Nie pozostają również bez wpływu na stan środowiska w dorzeczu Odry.

Summary

The results of the quality analysis of the sewage flowing to the waste-water treatment plant as well as the water after the waste-water treatment plant in Świebodzin have been presented in the article. It has been found that the waste-water after cleaning does not meet the requirements concerning phosphorus, that is why in the next part the method of eliminating phosphorus by means of fractional precipitation of iron salts and establishing the optimum dose of coagulants has been dealt with. The water from the waste-water treatment plant in Świebodzin flow into the Lubieniecka Struga River and to the Obra and Obrzyca Rivers. The water from the Obrzyca River influences the quality of the drinking water intake for Zielona Góra. Moreover, it influences the conditions of the environment in the Odra River basin.

1. WSTĘP

Gospodarowanie według zasad zrównoważonego rozwoju nakłada na osoby prawne w naszym kraju szereg obowiązków związanych z aktywną ochroną środowiska przyrodniczego. Jednym z ważniejszych elementów prowadzonej w związku z tym polityki państwa jest budowa nowych, efektywnych oczyszczalni ścieków dla osiedli ludzkich oraz modyfikowanie dotychczas istniejących.

Ilości substancji odprowadzanych do odbiorników normują systematycznie zaostrzane przepisy prawne, co powoduje, że istniejące oczyszczalnie, które były projektowane i budowane kilkanaście lat temu muszą być modernizowane dla wypełnienia nowych warunków.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ŚWIEBODZINIE

Oczyszczalnia ścieków zlokalizowana jest w obrębie Pagórków Świebodzińsko-Sulęcińskich, w otwartym terenie, położonym na północny-wschód od miasta Świebodzin, niedaleko wsi Grodziszczce. Obszar zajmowany przez oczyszczalnię wynosi 9,4 ha. Do oczyszczalni doprowadzone są ścieki z dwóch źródeł: z miasta Świebodzin i z Lubuskich Zakładów Drobiarskich w Świebodzinie. Ścieki z kanalizacji sanitarnej miasta po wstępnym oczyszczeniu na kracie, tłoczone są z centralnej przepompowni do komory zbiorczej, usytuowanej na terenie oczyszczalni. Niezależnie, do tej samej komory wprowadzane są ścieki przemysłowe i bytowo-gospodarcze z Lubuskich Zakładów Drobiarskich. Z komory zbiorczej ścieki przepływają przez piaskownik oraz osadnik wstępny, skąd następnie dopływają do komór osadu czynnego i dalej do osadnika wtórnego. Ścieki oczyszczone płyną kanałem otwartym zaopatrzonym w przepływomierz w postaci koryta Venttouri'ego. Osad wstępny odprowadzany jest do zagęszczacza osadu za pomocą pompy zainstalowanej w pompowni ścieków i osadów. Zagęszczacz gromadzi również nadmierny osad czynny doprowadzony z pompowni osadu recyrkulowanego. Zagęszczone osady odprowadzone są do laguny osadowej.

3. CHARAKTERYSTYKA DOPROWADZANYCH ŚCIEKÓW

3.1. Skład ścieków surowych dopływających do oczyszczalni

Skład chemiczny ścieków wprowadzanych na oczyszczalnię jest podobny do ścieków z innych ośrodków miejskich, mimo obecności w nich ścieków poprodukcyjnych z Lubuskich Zakładów Drobiarskich. Głównym problemem, dotyczącym ścieków wprowadzanych na oczyszczalnię jest bez wątpienia stosunkowo duża zawartość fosforu i azotu amonowego (tab. 1).

TABELA 1

Wskaźniki zanieczyszczeń ścieków surowych z oczyszczalni w Świebodzinie (01.04. – 30.11.1993).

| Wskaźniki | Jednostki | Przeciętny skład ścieków z niektórych miast [1] | Skład chemiczny ścieków z oczyszczalni w Świebodzinie |
|----------------|--------------------|---|---|
| Azot amonowy | mg/dm ³ | 1 – 59 | 23,2 – 50,0 |
| Azot azotanowy | mg/dm ³ | n.w.* – 2 | n.w. – 0,0125 |
| Azot azotanowy | mg/dm ³ | n.w. – 5 | 0,12 – 0,36 |
| Azot ogólny | mg/dm ³ | 41 – 112 | 59,9 – 64,4 |
| Fosfor ogólny | mg/dm ³ | 3 – 15 | 4,37 – 9,57 |

* n.w. - nie wykryto

** w.g. analiz autora

3.2. Normy dotyczące ścieków oczyszczonych

Uregulowania zawarte w Rozporządzeniu Ministra OŚZNiL z dnia 5.11.1991r. zobowiązują do prowadzenia oczyszczania ścieków wysokoefektywnymi metodami, w rezultacie, których obok zanieczyszczeń węglowych usuwane są związki azotu i fosforu. Wynikiem końcowym tak prowadzonego oczyszczania winny być wody ściekowe o niższej podanych parametrach (tab. 2).

TABELA 2

Dopuszczalne wartości wskaźników biogennych w ściekach wprowadzanych do wód [6].

| Wskaźniki | Jednostki | Odbiorniki ścieków | |
|----------------|--------------------|--|---|
| | | Śródlądowe wody płynące i morskie - wymagania obowiązujące od 01.01.2000r. dla ścieków powyżej 2000m ³ /d | Śródlądowe wody stojące i wody w ich zlewniach. |
| Azot amonowy | mg/dm ³ | 6 | 6 |
| Azot azotanowy | mg/dm ³ | 30 | 30 |
| Azot ogólny | mg/dm ³ | 30 | 30 |
| Fosfor ogólny | mg/dm ³ | 1,5 | 1,0 |

3.3. Skład ścieków oczyszczonych z oczyszczalni w Świebodzinie

W analizowanym okresie oczyszczalnia ścieków w Świebodzinie odznaczała się niską efektywnością oczyszczania ścieków zarówno w zakresie azotu ogólnego jak fosforu ogólnego – głównych sprawców eutrofizacji wód (tab. 3.).

Na podstawie analiz stwierdzić należy, że ścieki oczyszczone nie odpowiadają wymogom określanym przez Rozporządzenie Ministra OŚZNiL z dnia 5.11.1991r. ze względu na przekroczenie ilości fosforu. Zawartość azotu ogólnego choć uległa 3-krotnemu obniżeniu i mieści się w granicach wyznaczonych normą, to jednak także nie może zadowalać z punktu widzenia potrzeb ochrony środowiska. Liczne przykłady innych oczyszczalni wskazują na możliwość uzyskania lepszego wskaźnika oczyszczenia ścieków także w tym zakresie.

TABELA 3

Wskaźniki zanieczyszczeń ścieków oczyszczonych z oczyszczalni w Świebodzinie.

| Wskaźniki | Jednostki | Analizy wykonane 30.11.1993r* |
|----------------|--------------------|-------------------------------|
| Azot amonowy | mg/dm ³ | 5,36 |
| Azot azotynowy | mg/dm ³ | 0,09 |
| Azot azotanowy | mg/dm ³ | 0,4 |
| Azot ogólny | mg/dm ³ | 16,8 |
| Fosfor ogólny | mg/dm ³ | 3,68 |

* w.g. analiz autora

4. MOŻLIWOŚCI POPRAWIENIA JAKOŚCI ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH

4.1. Metodyka badań

Dla poprawy sytuacji opisanej w punkcie 3. przeanalizowano różne warianty doczyszczenia wód ściekowych wypływających z oczyszczalni ścieków w Świebodzinie. Sprawdzono skuteczność zastosowania soli żelaza jako związków wytrącających fosfor. Użyto następujących soli: FeCl₃, FeSO₄*7H₂O oraz Pix (koagulant znajdujący się na polskim rynku handlowym). Dawki poszczególnych koagulantów wynosiły: FeCl₃-80, 120, 160, 200, 240 g/m³; Pixu-90, 120, 150, 180, 210 g/m³; FeSO₄*7H₂O- 50, 75, 100, 125, 150 g/m³.

Koagulację przeprowadzono metodą laboratoryjną z użyciem pięciostanowiskowego koagulatora. W każdej próbie zwiększano dawki koagulanta. Stosowano niżej wymienione procesy w podanej kolejności:

- 1) Dawkowanie koagulanta.
- 2) Szybkie mieszanie w ciągu 5 min.
- 3) Wolne mieszanie w ciągu 25 min.
- 4) Jednogodzinna sedymentacja ścieków.
- 5) Zdekandowanie ścieków.

W ściekach przed koagulacją i po koagulacji oznaczono fosforany, ChZT, utlenialność, żelazo, barwę, azot amonowy i azotynowy. Oznaczenia wykonano zgodnie z obowiązującą w Polsce metodyką [2].

4.2 Wyniki

Po przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono, że najlepsze efekty oczyszczania uzyskuje się przy zastosowaniu FeCl₃ w dawce 240 mg/dm³ (spadek zawartości fosforu ogólnego – 98,6 %). W przypadku pozostałych koagulantów najlepsze wyniki względem usuwania fosforu odnotowano przy 210 mg/dm³ – Pix (spadek zawartości fosforu ogólnego – 97,3 %) oraz 150 mg/dm³ – FeSO₄*7H₂O (spadek zawartości fosforu ogólnego – 95,0 %).

Spadek zawartości fosforu w wodach oczyszczanych nie jest jedynym kryterium oceny koagulanta należy także minimalizować wprowadzane do środowiska ilości żelaza, nie

powodować wzrostu barwy i zakwaszenia wód, dlatego optymalnymi dawkami dla poszczególnych koagulantów powinny być:

FeCl_3 – 80 mg/dm^3 (co powoduje spadek zawartości fosforu ogólnego – 87,2 %),

Pix – 120 mg/dm^3 (co powoduje spadek zawartości fosforu ogólnego – 94,3 %),

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 75 mg/dm^3 (co powoduje spadek zawartości fosforu ogólnego – 90,2 %).

Należy podkreślić stosunkowo dobre działanie wszystkich soli żelaza w procesie usuwania fosforu z wód. Równocześnie z wytrącaniem fosforu zaobserwowano obniżenie się zawartości azotu amonowego pod wpływem procesu koagulacji, jednak znaczący stopień redukcji azotu amonowego o 42 % odnotowano tylko w przypadku dodania FeCl_3 . Jednocześnie koagulant ten powodował najmniejszy przyrost zawartości żelaza w wodach oczyszczonych.

Wyniki badań przedstawiono w tabelach 4, 5 i 6.

TABELA 4

Wyniki badań koagulacji ścieków Pixem.

| Wskaźnik | Ścieki oczyszczone bez koagulacji | Dawki Pixu g/m^3 | | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| Barwa $\text{mg Pt}/\text{dm}^3$ | 8,5 | 10 | 10,5 | 11,7 | 12,5 | 14 |
| Barwa po sączeniu $\text{mg Pt}/\text{dm}^3$ | 2 | 6 | 6,5 | 7 | 9 | 11 |
| pH | 7,35 | 6,53 | 6,30 | 5,68 | 3,58 | 3,15 |
| ChZT mg/dm^3 | 68 | 63 | 36 | 32 | 30 | 26 |
| Utlenialność mg/dm^3 | 15,0 | 14,0 | 8,0 | 7,5 | 7,0 | 6,0 |
| Fosforany mg/dm^3 | 16,36 | 4,03 | 0,93 | 0,72 | 0,60 | 0,44 |
| Fosfor mg/dm^3 | 5,53 | 1,31 | 0,30 | 0,23 | 0,19 | 0,14 |
| Żelazo mg/dm^3 | 0,48 | 2,00 | 2,40 | 3,04 | 3,52 | 4,64 |
| Azot amonowy mg/dm^3 | 1,00 | 0,95 | 0,94 | 0,87 | 0,80 | 0,79 |
| Azot azotynowy mg/dm^3 | 0,465 | 0,550 | 0,565 | 0,570 | 0,580 | 0,600 |

TABELA 5

Wyniki badań ścieków po koagulacji FeCl_3

| Wskaźnik | Ścieki oczyszczone bez koagulacji | Dawka FeCl_3 g/m^3 | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---|------|------|------|-------|
| | | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 |
| Fosforany mg/l | 20,97 | 2,68 | 1,48 | 0,84 | 0,72 | 0,28 |
| Fosfor ogólny mg/l | 6,85 | 0,87 | 0,48 | 0,27 | 0,23 | 0,09 |
| Żelazo mg/l | 0,48 | 0,55 | 0,68 | 1,60 | 2,82 | 11,37 |
| pH | 7,25 | 6,40 | 6,18 | 5,90 | 5,58 | 5,10 |
| Barwa $\text{mg Pt}/\text{l}$ | 1,00 | 1,50 | 1,75 | 2,50 | 3,25 | 10,00 |
| ChZT mg/l | 50,4 | 37,0 | 32,0 | 31,0 | 29,0 | 28,0 |
| Utlenialność mg/l | 15,0 | 8,7 | 8,0 | 7,9 | 7,5 | 7,5 |
| Azot amonowy mg/l | 0,50 | 0,29 | 0,27 | 0,25 | 0,20 | 0,16 |
| Azot azotynowy mg/l | 0,67 | 0,71 | 0,75 | 0,77 | 0,79 | 0,85 |

TABELA 6

Wyniki badania ścieków po koagulacji $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$

| Wskaźnik | Ścieki oczyszczone bez koagulacji | Dawka $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ g/m ³ | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| | | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| Fosforany mg/l | 16,64 | 4,77 | 1,64 | 1,20 | 0,88 | 0,84 |
| Fosfor ogólny mg/l | 5,44 | 1,55 | 0,53 | 0,39 | 0,29 | 0,27 |
| Żelazo mg/l | 0,48 | 2,50 | 5,00 | 8,00 | 9,00 | 9,50 |
| pH | 7,24 | 7,50 | 7,08 | 7,00 | 6,90 | 6,75 |
| ChZT mg/l | 42,4 | 40,0 | 38,4 | 36,0 | 34,0 | 30,0 |
| Utlenialność mg/l | 9,4 | 8,9 | 8,5 | 8,0 | 7,5 | 7,0 |
| Azot amonowy mg/l | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 |
| Azot azotynowy mg/l | 0,465 | 0,512 | 0,530 | 0,542 | 0,561 | 0,570 |

6. LITERATURA

- [1] CYWIŃSKI B., Gdula S., Kempa E., Kurbiel J., Płoszański H.: *Oczyszczanie ścieków*. Arkady, t. I. Warszawa (1983)
- [2] HERMANOWICZ W. i inni: *Fizyko-chemiczne badania wody i ścieków*. Arkady Warszawa.
- [3] KOWAL A. L.: *Technologia Wody* Arkady. Warszawa. (1977).
- [4] MAĆKIEWICZ J.: *Filtracja w procesach koagulacji i filtracji wód*. PWN.
- [5] *Operat wodno –prawy Biologicznej Oczyszczalni w Świebodzinie*.
- [6] *Rozporządzenie Ministra OSZNiL Z Dnia 05.11.1991r. (Dz.U.z 16.12.91r. Nr 116 poz.503)*

Piotr WARCHOLAK, Izabela JEZERSKA

POTENCJAŁ TRANSPORTOWY I TURYSTYCZNY RZEKI ODRY

TRANSPORT AND TOURIST POTENTIALS OF THE RIVER ODER

Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze
Melioration and Water Facilities Board of Lubuskie Province in Zielona Góra

Streszczenie

Wody Odry mają charakter wielozadaniowy: użytkowane są przez przemysł, rolnictwo, leśnictwo, energetykę, gospodarkę komunalną, służą do uprawiania żeglugi, i turystyki sportowo-rekreacyjnej, itd. Skromne zasoby wodne Odry, nierównomierne przepływy i zimowe zlodzenia rzeki powodują, że długość okresu nawigacyjnego jest zmienna. W latach 1951 – 1993 wynosiła od 55 do 220 dni w roku. Niemniej rzeka jest uregulowana, posiada infrastrukturę pozwalającą na przywrócenie jej znaczenia w europejskim systemie dróg wodnych. Łączna długość Odrzańskiej Drogi Wodnej na terenie Polski wynosi 742 km. Tworzą ją:

- *kanal Gliwicki – 41 km*
- *Kanał Kędzierzyński – 504 km*
- *Odcinek skanalizowany Odry od Koźła do Brzegu Dolnego – 187 km*
- *Odra swobodnie płynąca od Brzegu Dolnego do Szczecina łącznie z Odrą Zachodnią 459 km.*

Summary

The waters of the river Oder serve several purposes: they are used by industry, agriculture, forestry, power engineering, municipal management, navigation as well as sports and recreation tourism. Little water resources of the river, its irregular flows and winter overicing cause that the length of the navigation period is variable. In the years 1951-1993 the navigation period was from 55 to 220 days a year. Nevertheless, the river is regulated and possesses the infrastructure which allows restoring its importance in the European system of waterways. The total length of the Odra River Water-Way in the territory of Poland is 742 km including:

- *- the Gliwice Canal - 41 km,*

- - *the Kędzierzyński Canal - 504 km,*
- - *the engineered section of the river Oder from Koźle to Brzeg Dolny - 187 km*
- - *the river flowing freely from Brzeg Dolny to Szczecin including the Western Oder - 459 km.*

1. WSTĘP

Odra jest drugą co do wielkości rzeką w Polsce. Jej długość wynosi 845 km, w tym 742 km na terenie Polski. Na długości 179 km jest rzeką graniczną z Republiką Federalną Niemiec a na długości 8 km z Republiką Czeską. Powierzchnia Dorzecza Odry wynosi blisko 120 tys. km², z czego 106 km² czyli ponad 88% leży w Polsce i zajmuje 1/3 powierzchni kraju.

Strategia modernizacji Odrzańskiego Systemu Wodnego pod nazwą „Program dla Odry – 2006” obejmuje zadania dotyczące:

- 1) usunięcia szkód powodziowych,
- 2) zbudowanie systemu biernego i czynnego zabezpieczenia przeciwpowodziowego,
- 3) ochrony czystości wód i środowiska przyrodniczego,
- 4) precyzyjnego zagospodarowania przestrzennego,
- 5) zwiększenia lesistości,
- 6) energetycznego wykorzystania rzeki,
- 7) dostosowania Odrzańskiej Drogi Wodnej do parametrów III klasy wodnej.

Zasoby wodne Odry są skromne, a przepływy bardzo nierównomierne.

2. MOŻLIWOŚCI TRANSPORTOWE

Odra wiąże się z systemem dróg wodnych polskich (poprzez Wartę - Noteć - Kanał Bydgoski - Wisłę) i europejskich (poprzez kanały Odra-Szprewa i Odra-Hawela) oraz ich portami i nabrzeżami przeładunkowymi. Istotnym jest połączenie rzeki z zespołem rzeczno -morskich portów: Szczecin - Świnoujście.

Aktualnie Odra składa się z kilku odcinków o różnych klasach żeglowności:

- Kanał Gliwicki (41,2 km), wyposażony w 6 stopni żeglugowych wraz z Kanałem Kędzierzyńskim (4,5 km), zaliczany jest do II klasy żeglowności,
- Odra skanalizowana (187 km) na odcinku od Koźla do Brzegu Dolnego, wyposażona w 24 stopnie żeglugowe, o całkowitym spadzie 64 m zapewnia największą głębokość tranzytową koryta rzeki 1,8 m; podzielona na trzy charakterystyczne fragmenty: Koźle - ujście Nysy Kłodzkiej, ujście Nysy Kłodzkiej - Wrocław, Wrocław - Brzeg Dolny .Odcinek ten wg przepisów polskich zalicza się do dróg wodnych II klasy,

- Odra swobodnie płynąca, na odcinku od Brzegu Dolnego do jeziora Dąbie (459 km), podzielona na dwa odcinki: do ujścia Warty (II klasa) i od ujścia Warty (III klasa),
- odcinek od jeziora Dąbie do Świnoujścia zakwalifikowano do dróg wodnych III i IV klasy.

Barierą utrudniającą transport jest duża zmienność warunków żeglowności, spowodowanych częstymi:

- zlodzeniami,
- niskimi lub wysokimi stanami wód,
- zamgleniami.

W związku z małą ilością opadów występujących w zlewni Odry, przeciętna długość okresu nawigacyjnego w latach 1951 – 1984 wynosiła 220 dni, zaś w suchych latach 1990 – 1993 nie przekroczyła 55 dni. Wielkość przepływów średnich przez Odrę stanowi 25% w porównaniu z Renem i 10% w porównaniu z Dunajem. Dostosowanie odrzańskiej drogi wodnej do parametrów co najmniej III klasy w górnym i środkowym biegu oraz do klasy Vb w dolnym biegu umożliwi integrację Odry z europejskim systemem dróg wodnych. Przystosowanie koryta Odry do parametrów drogi wodnej III-V klasy usprawni również ochronę przeciwpowodziową. Osiągnięcie głębokości tranzytowych 1,7 - 2,0 m pozwoliłoby na użycie w okresie zimowym lodołamaczy i zmniejszenia zagrożenia tworzenia się zatorów lodowych. Podstawowe zaplecze żeglugi odrzańskiej stanowią porty i przeładownie. Wzdłuż tego szlaku występuje 5 rejonów koncentracji portów, przeładowni i nabrzeży:

- zespół portów Kanału Gliwickiego i Odry opolskiej, który tworzą porty w Gliwicach, Koźlu, Opolu i Brzegu (nieczynny) wraz z 4 przeładowniami i 4 nabrzeżami w rejonie katowickim i opolskim,
- zespół portów wrocławskich: Port Miejski, Wrocław-Popowice i Wrocław-Zacisze, wraz z 5 przeładowniami i 6 nabrzeżami (w tym rejonie występują ponadto nieczynne 4 porty i 3 nabrzeża),
- zespół portów lubuskich: Cigacice, Nowa Sól, Kostrzyn, Urad, Głogów, Krosno Odrzańskie, Słubice.
- zespół portów dolnej Odry (Pogolewo-Gryfino), obejmujący 9 portów, 4 przeładownie i 1 nabrzeże (ponadto nieczynne 3 przeładownie i 20 nabrzeży),
- zespół portowy ujścia Odry (Szczecin-Świnoujście) - 1 port, 14 przeładowni i 8 nabrzeży czynnych oraz 9 nieczynnych.

Aktualnie poziom wykorzystania dróg wodnych jest dość niski. Po kryzysie końca lat osiemdziesiątych, od 1990 roku obserwuje się lekkie oznaki ożywienia a ładunki wzrosły z 6,1 do prawie 7,0 mln ton.

Województwo zachodniopomorskie jest obszarem szczególnej koncentracji przewozów transportem wodnym śródlądowym. Szacuje się, że w rejonie tym przewozi się około 70% ogółu przewozów ładunków żegluga śródlądową w Polsce, tj. ponad 6 mln ton ładunków, w tym większości ładunków kierowanych w relacjach zagranicznych.

Do największych armatorów polskich wodnych śródlądowych działających na tym obszarze należą: Odratrans S.A., Żegluga Bydgoska S.A., Żegluga Szczecińska. Struktura ładunków jest różna i zależy od działalności produkcyjnej każdego regionu.

Do głównych punktów koncentracji popytu na terenie województwa zachodniopomorskiego należą: port Szczecin – Świnoujście (ładunki różne), przeładowania Huty Szczecin (ładunki różne), przeładownia Elektrociepłowni Szczecin (węgiel), przeładownia Elektrociepłowni „Pomorzany” (węgiel), nabrzeże przeładunkowe Szczecińskich Zakładów Nawozów Fosforowych „Superfosfat” (ładunki różne), Bielinek (kruszywa), Chlewice (kruszywa), Ognica (kruszywa),

Z portów na Górnym Śląsku transportowane towary obejmują węgiel, koks, stal i wyroby walcowane. Województwo opolskie wysyła nawozy azotowe, cement, wapno i zboże. Z Dolnego Śląska i Środkowej Odry (Wrocław, Legnica i Zielona Góra) najczęstszymi towarami bywa drewno, materiały budowlane (kruszywa), cukier, zboże i ostatnio sól. W rejonie środkowej Odry we współpracy z niemieckimi partnerami, transportuje się materiały budowlane, węgiel i wyroby metalowe. Szczecin transportuje nawozy sztuczne, rudy żelaza, zboże i chemikalia. Lista asortymentów ładunków transportowych drogą wodną jest więc bardzo bogata.

Jest kilka argumentów przemawiających za transportowym wykorzystaniem rzeki Odry:

- układ geograficzny Odry pokrywa się z kierunkiem potrzeb największego nasilenia przewozów ładunków,
- istnieje bogata infrastruktura, która może być wykorzystywana przez żeglugę śródlądową,
- lokalizacja w dolinach rzek wielu dużych odbiorców węgla i innych surowców. Znakomitym przykładem jest elektrociepłownia Wrocław,
- wzrastające zapotrzebowanie na materiały budowlane, w przewozie których transport wodny ma wyraźną przewagę nad innymi środkami przewozowymi,
- bogata i rozległa sieć hydrograficzna województwa zachodniopomorskiego, czyni go regionem uprzywilejowanym pod względem wielkości zasobów wodnych oraz naturalnego układu dróg eksploatowanych przez żeglugę,
- jest strategiczną drogą wodną, która łączy systemy transportowe Polski i Niemiec oraz Europy Zachodniej z morsko – rzecznyimi portami ujścia Odry,
- jako element Odrzańskiego Systemu Transportowego, poprzez połączenia wodne wiąże aglomeracją szczecińską i morsko – rzeczne porty ujścia Odry z konurbacją górnośląską i aglomeracją wrocławską, za pośrednictwem drogi wodnej Wisła - Odra z wielkopolskim obszarem gospodarczym, a poprzez kanały Odra - Havela i Odra – Szprewa, z aglomeracją berlińską oraz portami krajów Europy Zachodniej,
- posiada kompleksowy, wielozadaniowy charakter, co zwiększa efektywność nakładów inwestycyjnych, ponoszonych na jej budowę i utrzymanie.

Niestety jest także kilka słabych stron drogi wodnej:

- naturalny układ drogi wodnej ogranicza możliwości jej rozwoju w sensie układu przestrzennego,
- w trakcie zagospodarowania Odry (na przełomie XIX i XX w.) popełniono wiele błędów, a całości prac nigdy nie dokończono, czego efektem jest niedostosowanie istniejącej zabudowy do obecnych potrzeb transportowych oraz wymogów technicznych,
- porty i przeładownie wymagają remontów, a urządzenia przeładunkowe są przestarzałe i mało wydajne,
- brak odpowiednich nakładów na utrzymanie doprowadził do dekapitalizacji zabudowy hydrotechnicznej, która na poszczególnych odcinkach charakteryzuje się różnym stopniem fizycznego zużycia obiektów oraz różnymi parametrami eksploatacyjnymi,
- obok złego stanu budowli wodnych oraz współzależności warunków nawigacyjnych od warunków klimatycznych i hydrologicznych (złodzenia, stany wysokiej i niskiej wody, zamglenia – skracające okres nawigacji średnio o 60 – 70 dni w roku) istotne ograniczenie przepustowości drogi wodnej stanowią mosty, których prześwity pionowe nie odpowiadają nawet III klasie drogi wodnej wg EKG ONZ

3. WALORY TURYSTYCZNE

Od dawna szlaki wodne są wykorzystywane w świecie do celów turystycznych, sportowych i wypoczynkowych. Niestety nasza turystyka wodna ogranicza się jedynie do jezior i zbiorników wodnych, podczas gdy wykorzystywanie rzek i kanałów jest minimalne i jedynymi wyjątkami są kanały: Augustowski i Elbląski.

Nadodrze jest terenem o dużych możliwościach rozwoju turystyki. Jego atrakcyjność podnosi położenie geograficzne: fakt, że Odra łączy terytoria trzech sąsiadujących krajów.

Turystyczne wykorzystanie dorzecza Odry jest nierozdzielnie związane z istnieniem naturalnych obszarów, których piękno i spokój zapewniają odpowiednie warunki odpoczynku. Takie regiony turystyczne można spotkać w Sudetach, na Pojezierzu Lubuskim i w rejonie Szczecina. Mniejsze obszary obejmują Opole i Gorzów Wlk. Każdego roku, rejony te odwiedza ponad 3 mln turystów z kraju i z zagranicy. Obsługa ruchu turystycznego stanowi poważne źródło dochodów ludności lokalnej.

Pojezierze Lubuskie leży na pograniczu Śląska i Pomorza i jest słynne ze swych wzgórz polodowcowych, jezior, lasów i zamków.

Największe jeziora: Ciecz, Długie, Sławskie i Lubienickie oferują sporty wodne i odpoczynek.

Stare lasy sosnowe i bukowe słyną z dzikich zwierząt, grzybów i runa leśnego. Obszar pokryty lasami jest największy w Polsce i wynosi 48,6% całkowitej powierzchni regionu.

Na wielu jeziorach w okolicy Szczecina popularne są sporty wodne. Specjalnym rejonem turystycznym jest wyspa Wolin i Zalew Szczeciński. Oferują one dobrze

przygotowany wypoczynek nad brzegami jezior i mórz, tak jak żeglownanie, wędkarstwo i inne sporty wodne.

W rejonie Opoła, najważniejszymi rejonami rekreacyjnymi są obszary leśne i zbiorniki wodne w Turawie, Głębinowie i Nysie. W rejonie Wrocławia występuje bogata w stawy Dolina Baryczy, która oferuje możliwości wędkowania i wypoczynku. Pasażerski transport wodny śródlądowy na terenie województwa Zachodniopomorskiego ma relatywnie marginesowe znaczenie. Zauważyć jednak należy wzrost ruchu granicznego niemieckich statków pasażerskich uprawiających na tzw. turystykę zakupową (około 1600 wjazdów w 1998 roku) oraz jachtów (ponad 1100 wjazdów w 1998 roku). Polscy armatorzy eksploatują kilka statków pasażerskich w komunikacji regularnej i czarterowej.

Na Odrze za słabo rozwinięte należy uznać wszystkie formy turystyki wodnej oraz sportów wodnych. Brakuje infrastruktury, statków turystycznych, odpowiadających współczesnym wymaganiom. W miastach brak ścieżek spacerowych nie kolidujących z ruchem kołowym szczególnie nasilonym przy mostach, brakuje odpowiednio zagospodarowanych miejsc widokowych oraz organizatorów masowych imprez, które by włączyły rzekę w nurt życia społecznego.

Jest rzeczą niezwykle ważną, aby wszelkie inwestycje planowane w najbliższym czasie nad Odrą, nawet te o charakterze technicznym, uwzględniły problem harmonijnego wpisania się w krajobraz oraz możliwość ich zwiedzania przez ludzi poruszających się po szlakach turystycznych, zarówno wodnych, jak nabrzeżnych.

4. LITERATURA

- [1] MAŁKOWSKI A.: *O konieczności i uwarunkowaniach gospodarczego wykorzystania Odry*. Biuletyn MADDO nr 6 (1991)
- [2] JANKOWSKI W., Świerkosz K.: *Korytarz Ekologiczny doliny Odry. Stan-Funkcjonowanie-Zagrożenia*. Fundacja IUCN Poland Warszawa (1995)
- [3] KŁODZIŃSKI M., Rosner A.: *Przeobrażenie społeczno-ekonomiczne obszarów wiejskich pogranicza zachodniego*. PANIRWiR centrum Naukowo – Wdrożeniowe SGGW. Warszawa (1996)
- [4] STAŚKO S., Szymanska H., Łyszczak M.: *System wodny Odry i instytucje jej dorzecza*. Szczecin (1999)
- [5] MIŁKOWSKI M.: *Odra i żegluga cz. II*. Gospodarka Wodna nr 3 (2000)
- [6] TUREK M., Winter J.: *Transport wodny na odrze dzisiaj i jutro*. Strategia rozwoju odrzańskiego systemu wodnego. Wrocław (1999)

Jerzy WIRA, Henryk KWIECIŃSKI*

REGULACJA ŚRODKOWEGO ODCINKA CIEKU ZIELONKA W PARKU LEŚNYM ARKOŃSKIM W SZCZECINIE

REGULATION OF DE MIDDLE SECTION OF THE STREAM ZIELONKA IN PARK LEŚNY ARKOŃSKI IN SZCZECIN

*Politechnika Szczecińska
Technical University in Szczecin*

** Urząd Miejski w Szczecinie*

** City Board in Szczecin*

Streszczenie

W referacie przedstawiono problem zagrożenia i ochrony lokalnego środowiska przyrodniczego Parku. Przedstawione zagrożenia mają charakter zarówno naturogeniczny jak i antropogeniczny. Zaistniałe, nieodwracalne zmiany w środowisku doliny miejscowego strumienia spowodowane zostały nawałnicą w czerwcu a następnie gwałtowną ulewą w lipcu 1997 roku a ich rozmiar został spotęgowany tzw. „uszczelnieniem” przez zabudowę mieszkaniową wyżej położonych partii terenów zlewni. Zastosowanie lokalnego, suchego zbiornika retencyjnego z zespołem spustowo-przelewowym sytuowanego na obrzeżu Parku umożliwi bardzo wysokie zdławienie przepływów ekstremalnych poniżej ww. budowli a w konsekwencji zdecydowane obniżenie kosztów regulacji strumienia leśnego przepływającego przez niżej położone głębokie wąwozy leśne.

Summary

This text described problems connected with environmental protection of local nature of Park Leśny Arkoński. Presented problems are naturegenic and anthropogenic. That was caused by storms in June and July 97. Big rains and very closed standing buildings were reasons of reinforcing this phenomenon. Local dry tank builded closed to Las Arkoński Park will be possibility for lowering of extremal flows in consequence it will lowering costs of exploitation forest warters streaming in Las Arkoński Park.

1. WPROWADZENIE

Park Leśny Arkoński wchodzi w skład Lasów Komunalnych Szczecina. Ciek Zielonka stanowi jeden z elementów rozległego systemu wód powierzchniowych: stawów, jezior i strumieni śródleśnych na terenie „Parku...” ciągnących do przepływowego Jeziora Goplany.

W skład tego systemu wchodzi:

- Osówka z bocznymi górnymi dopływami
a oprócz nich:
- Zielonka
- Żabiniec
- Kijanka
- Arkonka (sterowany wlot do Jeziora Goplany lub bezpośrednio do skanalizowanego odcinka Osówki)

Wody tych cieków przejęte przez wspólny strumień Osówki odpływają z Jeziora Goplany, po czym łączą się z wodami Warszewca i dalej wspólnym kanałem krytym płyną do Jeziora Rusalka położonego w Parku Kasprowicza, skąd kanałem krytym odpływają do Odry Zachodniej.

Teren Parku ma bardzo urozmaiconą rzeźbę, wynikającą z form lodowcowych reprezentowanych przez wysoczyzny morenowe, strome wąwozy, jary, doliny i równiny. Występuje tu szereg małych naturalnych zbiorników wodnych – oczek polodowcowych oraz sztucznie utworzonych stawów. Generalny kierunek nachylenia terenu zlewni Osówki przebiega z północnego-wschodu na południowy-zachód przy deniwelacji terenu w granicach od 20 do 130 m npm.

2. CHARAKTERYSTYKA ISTNIEJĄCEGO STANU ZAGOSPODAROWANIA TERENU STRUMIENIA

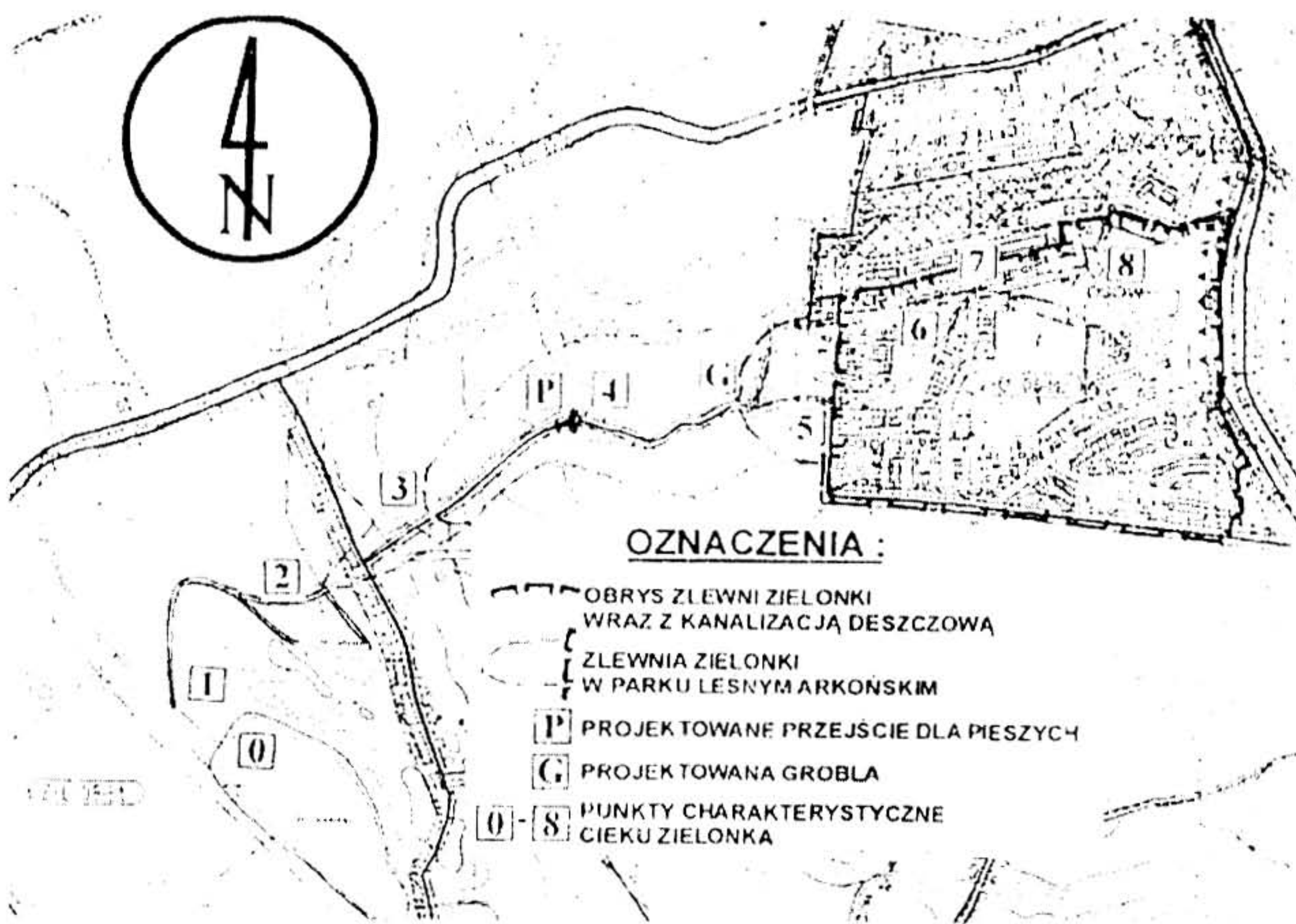
Omawiane koryto strumienia Zielonka objęte regulacją, przebiega przez teren Parku Leśnego Arkońskiego. W dolnym biegu odcinek ten rozpoczyna się od istniejącego umocnienia z prefabrykatów RK-3, a kończy się w górnym biegu poniżej wylotu Zielonki z przepustu ϕ 600 pod ul. Moczarową. Na rozpatrywanym odcinku o długości ok. 736 m różnica poziomów w dnie wynosi ok. 36 m, co stanowi średni spadek ok. 49 ‰. W rozpatrywanym biegu strumień płynie dnem głębokiego jaru o stromych skarpach (1:1 ÷ 1:2) przy głębokościach 3÷8 m. Między górnymi krawędziami miejscami odległości (szerokości) dochodzą do 30 m.

Podłoże stanowią grunty piaszczyste z przewagą frakcji średnich a także domieszki żwirów i pospółki. Na głębokościach 3 ÷ 4 m p.p.t. występują łył trzeciorzędowe.

Występujące w ostatnich latach 1997 - 98 deszcze nawalne (szczególnie nawałnica z dn. 30. czerwca 1997 r.) spowodowały katastrofalne spływy, które dokonały ogromnego spustoszenia w środowisku naturalnym strumienia. Powstały liczne zsuwy, osuwiska, podmycia stóp skarp i korzeni wielu drzew na skarpach, których pnie uległy zwaleniu w głąb jaru strumienia.

Istniejący na szlaku turystycznym żelbetowy mostek uległ zawaleniu (podmycie filarów).

Po rozpoczętej latem 1997 r. intensywnej erozji dna koryta postępuje systematyczne dewastowanie lokalnego środowiska strumienia. Wymywany w środkowym stromym odcinku piasek jest odkładany w korycie i w jego sąsiedztwie dolnego biegu (mały spadek) poniżej połączenia Zielonki z wodami Żabińca i Kijanki (pkt. 2). Przy większych opadach wspólne koryto strumieni jest systematycznie zamulane, stwarzając duże problemy eksploatacyjne. Z odmulania powstał wzdłuż koryta znacznej objętości odkład z piasku wydobytego z jego dna.



Rys. 1 Plan zlewni cieków Zielonka – orientacja 1:20000

Charakterystyka trasy przepływu wód Zielonki „w górę” od wylotu do jeziora Goplany.

- Punkty charakterystyczne na trasie (przedstawione na rys. nr 1 – Orientacja):
- 0 – wspólny wylot wód Osówki, Zielonki, Żabińca i Kijanki do jeziora Goplany; lustro wody Goplany ok. 17 m n.p.m.; teren 20,4 m n.p.m.
 - 1 – połączenie koryta Osówki ze wspólnym korytem Zielonki, Żabińca i Kijanki;
 - 2 – rozdział strumieni Zielonki, Żabińca i Kijanki z odnogą do jeziora Głuszec; teren 24,0/23,0 m n.p.m.
 - 3 – koniec istniejącego umocnienia RK-3; teren 33,8 m n.p.m., dno 32,55 m n.p.m. (początek planowanej regulacji strumienia)
 - P – Planowane przejście na szlaku turystycznym
 - 4 – przejście (zwalony mostek); teren 53,4/52,4 m n.p.m., dno 47,2 m n.p.m.

G – Planowana grobla ziemna z przejściem dla pieszych

5 – wylot wód Zielonki w ul. Moczarowej, teren 70,2 m n.p.m., dno 68,50/68,88 m n.p.m. (dno przepustu ϕ 600/dno rowu) i wylot kanalizacji deszczowej ϕ 500 – W1 (koniec planowanej regulacji strumienia)

6 – wylot kanalizacji deszczowej ϕ 300 – W3 do Zielonki (rejon ul. Wiśniowej);

7 – wylot kanalizacji deszczowej ϕ 400 – W2 do Zielonki ujętej w kanał ϕ 800 (skrzyżowanie ul. Wiśniowej i Uroczej)

8 – krawędź korony skarpy zbiornika terenowego o rzędnej 80,25 m n.p.m.

3. OPIS OGÓLNY ROZWIĄZANIA

Projektowana regulacja przedmiotowego odcinka cieką Zielonka ma na celu zapewnienie w jego korycie właściwych warunków przepływu (szczególnie dla wielkich wód) z jednoczesnym uwzględnieniem wymogów lokalnego środowiska strumienia jak i zmienionych ostatnio warunków hydrologicznych, dokonanych przez postępującą urbanizację – tzw. „uszczelnienie” terenu zlewni strumienia powyżej przepustu w ul. Moczarowej, tj. obejmującego teren zabudowy mieszkaniowej nowo wybudowanego osiedla Osów.

Przyczyną powstałych ostatnio dewastacji w środowisku leśnego strumienia o charakterze górskiego potoku, były letnie spływy wielkich wód w korycie bez odpowiedniego zabezpieczenia (umocnień) jego brzegów. Występujący na rozpatrywanym odcinku koryta duży spadek dna waha się w przedziale $18 \div 70$ ‰, a więc w przypadku regulacji bez retencjonowania wód należałoby zastosować kosztowne rozwiązania umocnień brzegów z długimi bystrotokami przy wielokrotnej korekcji progowej, umożliwiającej przepuszczenie w okresie letnim deszczów nawalnych o przepływie ok. $Q_{m5\%} = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$ (w przekroju planowanej grobli) i większych w dolnej partii rozpatrywanego odcinka cieką objętego opracowaniem.

Wykonanie zaprojektowanego w górnej części regulowanego odcinka strumienia, zbiornika retencyjnego suchego (budowa grobli z zespołem urządzeń spustowo-przelewowych) pozwala na znaczne obniżenie kosztów jego regulacji w niższych partiach rozpatrywanego biegu, bowiem poniżej wylotu spustu dennego ze zbiornika można będzie zastosować regulację koryta jedynie dla przepływu regulacyjnego $Q_r = 0,15 \div 0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ przy prędkości przepływu ok. $v_r = 0,45 \text{ m/s}$.

Istotnym dla całego problemu regulacji strumienia jest prowadzenie wód w jego otwartym korycie bez uszczelnienia dna, umożliwiające ciągłe nawadnianie gruntu poprzez jego dno. Ze względu na występujące lokalne warunki przepływu, a więc: liczne zmiany kierunku trasy przepływu, przesmyki, bliskie sąsiedztwo pni drzew obok koryta, wymagane jest zastosowanie lokalnych rozwiązań regulacji z umocnieniami stóp skarp na łukach. Zastosowanie krótkich odcinków umocnień koryta w miejscach przylegających do stromych skarp (osuwiska) zwiększy ich stateczność i jednocześnie uniemożliwi dalsze ich podmywanie, szczególnie na załamaniach trasy. Na odcinkach o dużych spadkach stosuje się palisady dla korekcji progowej.

Grobla ziemna z przejściem dla pieszych

Grobla zlokalizowana została w ten sposób, iż zasadnicza część jej korpusu oparta została o istniejące na obu brzegach strome zwężenie skarp przerośnięte systemami korzeniowymi istniejących drzew. Stanowią one więc naturalne oparcie dla korpusu projektowanej grobli a korzenie drzew zwiększają stateczność wznoszonego nasypu ziemnego. Projektowane usytuowanie i kształt korpusu grobli pozwala na zachowanie istniejących drzew. Przy posadawianiu grobli od strony odwodnej istniejąca skarpa podłoża grobli zostanie zestopniowana. Materiał ziemny na budowę grobli stanowić będzie urobek pozyskany z wykopów z formowania czaszy dna i skarp zbiornika retencyjnego. Stateczność zaprojektowanych skarp (odwodna 1 ÷ 2,5, odpowietrzna 1 ÷ 2,0) jest zapewniona w wystarczającym stopniu bezpieczeństwa. Jako zabezpieczenie przed sączeniem przez korpus grobli (w przypadku zatkania wlotu upustu) stosuje się geomembranę, zabezpieczającą go przed niekontrolowaną infiltracją. Nad geomembraną zostanie ułożony drenaż nadfoliowy $\phi 113$ PVC w otulinie z włókna kokosowego. W koronie grobli o szerokości 2,0 m zostanie wykonane przejście dla pieszych. Na powierzchniach skarp grobli i zbiornika retencyjnego ułożona będzie warstwa ziemi urodzajnej grubości min. 5 cm i obsiana mieszanką traw. W najwyższym miejscu zwiększenie to wyniesie: $4,80 \cdot 0,02 = 0,096$ m – przyjęto 10 cm.

Zespół spustowo-przelewowy. Stanowić go będą w kolejności przepływu wód opadowych:

1. komora wlotowa z kratą – ob. nr 4 (zatrzyma większe elementy niesione z wodą)
2. rurociąg spustu z rur DE 220*4,9 HOBAS i $I=1,5\%$ (zasadniczy element dławiący, ograniczający wielkość przepływu przez cały zespół spustowo-przelewowy).
3. komora spustu z przelewem wieżowym – ob. nr 3 (dolna część o konstrukcji żelbetowej, służąca jako komora spadowa do gaszenia energii z przelewu wieżowego wykonanego z rury DE1499*21,1 HOBAS)
4. kanał spustu z rur DE 501*9,5 HOBAS (przekrój i spadek kanału zapewniają odbiór wód w przypadku uruchomienia przelewu wieżowego)
5. wylot spustu – ob. nr 1 (stanowi obudowę wylotu kanału spustu jw.)

Zbiornik retencyjny suchy. Przy projektowaniu czaszy zbiornika wykorzystano istniejące ukształtowanie wąwozu. W ramach formowania skarp zostaną wyrównane linie brzegów (krawędzie korony projektowanych skarp) do linii istniejących wyrw i osuwisk powstałych po obu brzegach. Miejscami linię tę poprowadzono poza krawędzią odkrytych systemów korzeniowych drzew (przeznaczone do wycięcia). Zakres projektowanych robót ziemnych został ograniczony do niezbędnego minimum. Z nadwyżki mas ziemnych z wykopów i ukopów uformowany zostanie korpus grobli do rzędnej korony zbliżonej do rzędnych przyległych brzegów. Poprzez zastosowanie powyższych ograniczeń terenowych uzyskano znaczną retencję wodną zbiornika przy stosunkowo niewielkim zakresie robót ziemnych. Skarpy zbiornika powyżej rzędnej 63,60 m n.p.m. (planowany maksymalny poziom piętrzenia wód) zostaną uformowane z nachyleniem 1 : 1,5, natomiast poniżej tej rzędnej (część podwodna) będą miały nachylenie 1: 1,75. Dno czaszy zbiornika zostanie uformowane ze spadkami poprzecznymi 5 % w kierunku rowu dopływowego.

Powierzchnia zbiornika w granicach projektowanych skarp wynosi 1360 m².

Przepustowość rowów i kanałów dopływowych do grobli została tak dobrana, by przejęły przepływy większe od przepływu regulacyjnego $Q_r = Q_{5\%} = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$.

Przejście dla pieszych na szlaku turystycznym. Po zniszczeniu konstrukcji istniejącego na szlaku turystycznym mostku oraz po uwzględnieniu powstania w 1998 r. poniżej niego osuwiska w południowej skarpie, a ponadto ze względu na utrudniony dojazd z materiałami ziemnymi do budowy planowanej poprzednio zapory ziemnej, podjęto decyzję o wykonaniu przepustu z przejściem dla pieszych w jego koronie poniżej dawnego mostku. Konstrukcję tego przepustu stanowić będzie rura HOBAS DN 600 obsypana materiałem ziemnym z przyczółkami wykonanymi z darniny „na mur”.

Regulacja odcinka poniżej projektowanej grobli. Regulacja tej części strumienia sprowadza się głównie do przystosowania jego lokalnych odcinków koryta do przejścia ograniczonego poprzez urządzenie spustowo-przelewowe w projektowanej grobli przepływu regulacyjnego zdławionego do $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ w górnej jego części oraz do $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$ w jego dolnej części. Do umocnień stopy skarpy na regulowanych krótkich odcinkach stosuje się kieszki faszynowe $\phi 15 \text{ cm}$. Ze względu na duże spadki zastosowano krótki bystrotok ze wzmocnieniem dna narzutem żwirowym na podkładzie z geowłókniny oraz korekcję spadku progami o $\Delta h = 0,25 \text{ m}$. W miejscach stosowania progów wraz z poprzecznymi palisadami od strony górnej ich ściany należy zastosować geowłókninę zabezpieczającą przed wymywaniem gruntu z podłoża koryta. Dolne części wypadu zabezpieczyć narzutem z tłuczni na podłożu z geowłókniny.

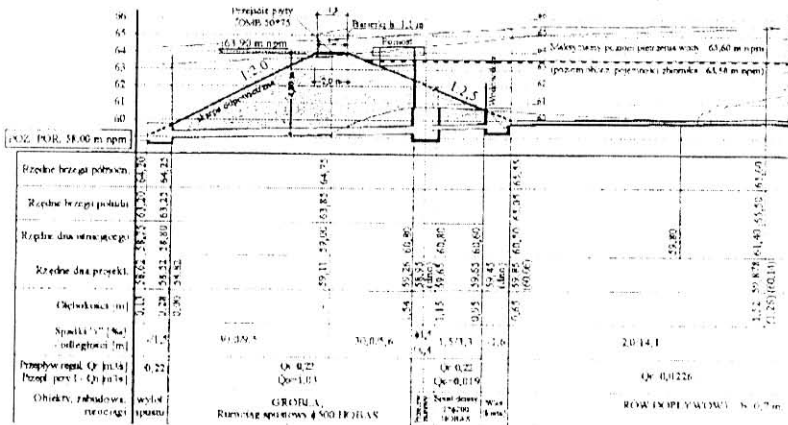
Niewielki zakres robót regulacyjnych występujący przy budowie grobli i zbiornika retencyjnego pozwala na bardzo istotne zmniejszenie niebezpieczeństwa dalszej dewastacji przez wody deszczowe nawalne dolnego odcinka cieku poniżej projektowanej grobli. Zastosowana objętość wodna zbiornika retencyjnego suchego zapewnia przetrzymywanie dopływów deszczów o prawdopodobieństwie występowania ich natężeń „p” < 1 %. Przyjęta do określenia parametrów eksploatacyjnych zbiornika retencyjnego suchego uśredniona wielkość opadów w czasie $t_{dm} = 20 \text{ min}$. i $p = 1\%$ przy dopływie maksymalnym $Q_{1\%} = 1,60 \text{ m}^3/\text{s}$ odpowiada jednorazowej wysokości opadu w zlewni:

$$O = V_d/F_{zr} = 1920 \text{ m}^3 : 61500 \text{ m}^2 = 0,0312 \text{ m} - \text{dla opadu w ciągu 20 min.}$$

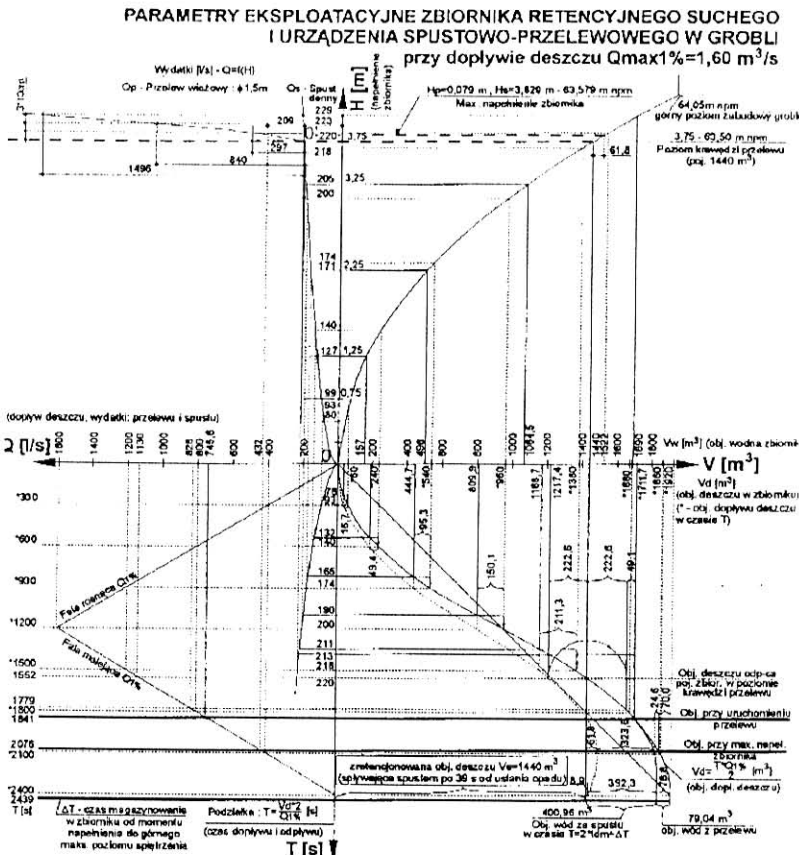
Zanotowany w dniu 15 lipca 1997 r. przez stację hydrologiczno-meteorologiczną w Szczecinie godzinowy opad wyniósł 40 mm/h . Średni opad z wielolecia w miesiącu lipcu wynosi 68 mm/m-c . Nadmienia się, iż zastosowane parametry eksploatacyjne zbiornika retencyjnego i grobli z zespołem urządzeń spustowo-przelewowych spełniają wymogi dla budowli hydrotechnicznych klasy IV, dla których:

- wysokość piętrzenia $H_p \leq 5,0 \text{ m}$ (zastosowane $H_p = 3,6 \text{ m}$)
- powierzchnia zlewni do $F \leq 1 \text{ km}^2$ (zastosowane $F = 0,276 \text{ km}^2$)
- pojemność $0,2 < V < 0,5 \text{ hm}^3$ (zastosowane $V = 1520 \text{ m}^3 = 0,00152 \text{ hm}^3$)

Charakterystyczne parametry eksploatacyjne planowanego zbiornika retencyjnego suchego oraz wycin-kowy profil podłużny przedstawiono poniżej w części rysunkowej.



Rys. 2 Profil końcowego odcinka zbiornika suchego i zespołu spustowo - przelewowego 1:400



Rys. 3

4. UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE

Po podjęciu decyzji co do dalszych zamierzeń odnośnie sterowania połączonymi przepływami cieków: Osówki, Kijanki, Żabińca i Zielonki należy na podstawie uaktualnionej zabudowy terenów ich zlewni, przeprowadzić obliczenia hydrauliczne zastawek na przepustach przy ul. Miodowej na Kijance i Osówce a następnie ustalić warunki dla przepływu połączonych wód.

- Zaleca się stosowanie „małej retencji” wszędzie tam, gdzie istnieją realne zagrożenia powodziowe terenów położonych poniżej
- Małe suche zbiorniki retencyjne w istotny sposób spłaszczają wielkość fali powodziowej
- Na terenach, gdzie zostały obniżone w istotny sposób rzędne dna koryta zaleca się stosowanie lokalnych podpiętrzeń umożliwiających przywrócenie poprzednich stosunków gruntowo- wodnych.

**Jerzy WIRA, Zofia RYTER – PRZYBYLSKA*,
Piotr KOWALSKI*, Jerzy URBAN***

ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO PASMA ODRY

THE MENACES OF NATURAL ENVIRONMENT IN THE STRIP OF Odra RIVER

Politechnika Szczecińska
Technical University in Szczecin

- * Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego w Szczecinie
- * Regional Bureau of Spatial Management of West-Pomeranian Province in Szczecin

Streszczenie

W pracy poruszony został problem zagrożenia środowiska przyrodniczego obszaru doliny Odry. Opisane zagrożenia zostały podzielone na zagrożenia o charakterze naturogenicznym, tzn. związane ze zmianami zachodzącymi w przyrodzie i o charakterze antropogenicznym tzn. związane z działalnością człowieka.

Summary

The problem of menace of natural environment in the Valley of Odra River was presented in the paper. The described menaces were divided into two groups: naturegenic – caused by changes in the nature and anthropogenic – connected with human activity.

Środowisko przyrodnicze pasma Odry znajduje się w strefie zagrożeń wywołanych zarówno przez czynniki naturogeniczne jak i antropogeniczne.

1. ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA O CHARAKTERZE NATUROGENICZNYM

Zagrożenia środowiska o charakterze naturogenicznym związane są z takimi zjawiskami jak:

- Naturalne zalewy i powódzie w dolinie dolnej Odry powstające na skutek formowania się wezbrań górnej Odry i jej dopływów,

- Cofka odmorska na Zalewie Szczecińskim i w dolinie dolnej Odry (zaznaczająca się jeszcze w przekroju wodowskazowym Gozdowice), powstająca w wyniku oddziaływania wahań poziomu wody w Bałtyku, wywołanych czynnikami anemobarycznymi oraz działaniem wiatru. Podczas powodzi lub cofki odmorskiej funkcję naturalnego zbiornika retencyjnego przyjmującego samorzutnie nadmiar wód Odry pełnią nie sterowane obecnie poldery Międzyodrza. Na tych głównych terenach zalewowych kumulowane są zanieczyszczenia niesione wodami zarówno z północnej jak i z południowej części dorzecza Odry. Szczególną rolę odgrywa tu masa torfowa pełniąca wówczas rolę wielkiego filtra sanitarnego.
- Procesy abrazji (cofanie się klifu nadmorskiego w Wolińskim Parku Narodowym wynosi średnio rocznie ok. 80 cm) i erozji wodnej na zboczach doliny Odry nie osłoniętych zbiornikami roślinnymi,
- Cyrkulacja powietrza, w wyniku której pasmo znajdujące się w zasięgu mas powietrza napływających z dominujących tu południowo-zachodnich i zachodnich kierunków wiatru. Sprzyja to transmisji zanieczyszczeń emitowanych do powietrza z rafinerii ropy naftowej i papierni w Schwedt a nawet z większych odległości np. znad aglomeracji berlińskiej (oddalonej o ok. 40 km na zachód),
- Nadmierny wzrost populacji niektórych, szczególnie ekspansywnych gatunków roślin, np. robinii akacjowej w rezerwacie przyrody "Bielinek" lub zakrzewień na murawach kserotermicznych na zboczach doliny Odry, a także niektórych gatunków zwierząt (kormorany, bobry) stanowiących zagrożenie dla innych przedstawicieli fauny i określonych zbiorowisk roślinnych.

2. ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA O CHARAKTERZE ANTROPOGENICZNYM

Zagrożenia o charakterze antropogenicznym przedstawiają się następująco:

- Pogłębianie koryta Odry i morskiego toru wodnego na Zalewie Szczecińskim i w Kanale Piastowskim w celu utrzymania odpowiednich parametrów szlaku żeglugowego wymaga przygotowania pól refulacyjnych, które najczęściej wyznaczone są w pobliżu rzeki. Odkładanie urobku bezpośrednio w strefie nadbrzeżnej jest równoznaczne ze zniszczeniem życia biologicznego na terenach refulowanych. Możliwość zagospodarowania terenów narefulowanych są ograniczone ze względu na dużą zawartość związków szkodliwych w urobku (kumulacja zanieczyszczeń, w tym metali ciężkich, jest największa w powierzchniowych warstwach osadów dennych),
- Zmiana linii brzegowej niektórych odcinków Zalewu Szczecińskiego związana z polami refulacyjnymi nastąpiła m.in. poprzez zasypywanie płytkich zatok, mielizn przybrzeżnych, terenów podmokłych w strefie nadbrzeżnej Roztoki Odrzańskiej i otwartego akwenu Zalewu Szczecińskiego. Wyrównywanie linii brzegowej z przekształceniem strefy nadbrzeżnej spowodowało zniszczenie miejsc stanowiących ostoje ptaków wodno-błotnych,
- Niewłaściwie prowadzone melioracje wodne lub ich zaniechania na terenach polderowych, sprzężone często z brakiem programu rolniczego zagospodarowania

użytków zielonych (Żuławy Cedyńskie nad Odrą, łąki nad jeziorami Dąbie, Łąki Skaszewskie nad Zalewem Szczecińskim), prowadzi do degradacji łąki i wytwarzania się specyficznej szaty roślinnej o ubogich monokulturowych zbiorowiskach roślinnych i pogorszenia warunków siedliskowych bytującej tu formy. Obniżenie poziomu wód gruntowych stanowi duże zagrożenie dla utrzymania cennych zbiorowisk roślinnych na torfowiskach i lasów na siedliskach bagiennych w rezerwach przyrody “Czarnocin”, “Wilcze Uroczysko”, “Olszanka”,

- Nieracjonalna gospodarka zasobami wód podziemnych na wyspie Wolin spowodowała degradację wszystkich form retencji wody, będącą następstwem kilkudziesięcioletniego odprowadzania wód w polderowym systemie odwadniania wschodniej części wyspy, przez przepompownię w Darzowicach do Dziwny. Nastąpiło obniżenie poziomu wody na terenach torfowych, w jeziorach wolińskich, w warstwie wodonośnej wysoczyznowej części wyspy. Wzrasta zagrożenie kompleksów leśnych Wolińskiego Parku Narodowego, terenów torfowych m.in. użytku ekologicznego “Mokrzyckie Torfowisko”,
- Eksploatacja surowców mineralnych znajdujących się w dnie doliny Odry i jej strefie krawędziowej (piaski rzeczne, piaski i żwiry wodnolodowcowe) stanowi duże zagrożenie ze względu na obniżenie się poziomu wód gruntowych (zagrożenie ekosystemów torfowych i lasów) i trwałe naruszenie powierzchni ziemi. Przykładem najrozleglejszego naruszenia powierzchni ziemi jest kopalnia kruszywa naturalnego na złożu “Bielinek” (część wyrobisk wypełnionych wodą stanowi obecnie cenny obszar faunistyczno-florystyczny). Zagrożenie środowiska biocenotycznego i wód podziemnych niesie eksploatacja kruszywa ze złóż “Namyślin”, “Kaleńsko”, “Chlevice” znajdujących się w obrębie terasy zalewowej Odry i jej strefy krawędziowej (gm. Boleszkowice) oraz planowane podjęcie eksploatacji kruszywa ze złoża “Daleszewo” (dno doliny Odry w gm. Gryfino) - zniszczenie gleby, deformacje powierzchni ziemi, naruszenie stosunków wodnych i na ogół stały dysonans w krajobrazie ze względu na niepodejmowanie rekultywacji zniszczeń. Najczęściej wyrobiska wykorzystywane są nielegalnie na składowiska odpadów powodując zagrożenie odciekami wód gruntowych,
- Szczególnym zagrożeniem dla układu przyrodniczo-krajobrazowego doliny Odry jest projektowana przez stronę niemiecką 4 -pasmowa droga federalna Vierraden - Widuchowa (nowe przejście graniczne Schwedt II) mające obsługiwać nowe tereny przemysłowe w rejonie Schwedt. Inwestycja ta pozostaje w ostrym konflikcie z cennymi ekosystemami doliny Odry i wysoczyzny, które w rejonie Widuchowej projektowane są do ochrony jako park krajobrazowy,
- Linie elektroenergetyczne najwyższych i wysokich napięć przecinające w poprzek dolinę Odry, prowadzące z Elektrowni “Dolna Odra” w Nowym Czarnowie w kierunku Vierraden koło Schwedt (400 kV) przez południową część Parku Krajobrazowego Dolina Dolnej Odry, oraz do Szczecina (220 kV) wzdłuż autostrady berlińskiej A 6, również przez obszar Parku. Linie te są źródłem wytwarzania elektromagnetycznego promieniowania niejonizującego szkodliwego dla żywych organizmów oraz są barierą ekologiczną dla ptactwa bytującego na Międzyodrzu i migrującego doliną Odry,
- Obiektem nadzwyczajnego zagrożenia jest ropociąg Płock - Schwedt przebiegający przez Cedyński Park Krajobrazowy na trasie Zielin - Bielinek. Na odcinku Bielinek

- Lunow ropociąg biegnie pod korytem Odry (w 1994 r. nastąpił wyciek ropy naftowej z rurociągi po stronie niemieckiej powodując skażenie gruntu. Skażenia wód Odry wówczas nie stwierdzono),
 - Ponadnormatywne zanieczyszczenie wód Odry. W punktach pomiarowych poniżej ujścia Warty, wody Odry klasyfikowane na podstawie wskaźników fizykochemicznych oceniane są jako wody pozaklasowe (NON) - głównym parametrem dyskwalifikującym są związki biogenne; klasyfikowane na podstawie stanu sanitarnego oceniane są w III klasie czystości. Wyjątkiem jest odcinek Odry Zachodniej (Mescherin - most na autostradzie) gdzie jakość wód mieści się odpowiednio w III i w II klasie czystości. Zdecydowanie jakość wód Odry Zachodniej i Wschodniej pogarsza się w granicach Szczecina (420-tysięczne miasto nie posiada sprawnego systemu oczyszczania i oczyszczalni ścieków!). Zanieczyszczenie wód Odry jest tu katastrofalne - rzeka obciążona jest ściekami komunalnymi i przemysłowymi z prawo- i lewobrzeżnej części miasta. Rolę naturalnej oczyszczalni ścieków Szczecina pełni ujściowy odcinek Odry i Zalew Szczeciński, co niewątpliwie wpływa na pogorszenie jakości wód tych akwenów. Główne dopływy Odry również prowadzą wody zanieczyszczone: Myśla, Tywa, Ina - III klasa czystości, Rurzyca, Płonia - wody pozaklasowe. Dużym zagrożeniem jakości wód dopływów Odry jest spływ substancji biogennych z pól uprawnych, gnojowicowanie pól związane z funkcjonowaniem ferm bezściółowych (zlewnia Rurzyca), braki oczyszczalni (Chojna n/Rurzyca), intensywna gospodarka rybacka w Stawach hodowlanych w dolinie Słubi.
- Specyficznym zagrożeniem wód Regalicy jest skażenie termiczne spowodowane odprowadzeniem wód pochłodniczych z Elektrowni "Dolnej Odry", których temperatura jest wyższa o 8°C w porównaniu z temperaturą wody pobieranej do chłodzenia. Zjawisko to jest korzystne dla pinctwa zimującego na kanale "Ciepłym" odprowadzającym wody pochłodnicze do Regalicy. Następuje jednak zakłócenie procesów biologicznych poprzez wydłużenie okresu wegetacyjnego (m.in. zmniejszenie zawartości tlenu). Drugim zagrożeniem jest ewentualne przekroczenie temperatury 30°C wód pochłodniczych odprowadzanych do kanału "ciepłego",
- Zanieczyszczenie powietrza. Aglomeracja szczecińska jest obszarem koncentracji zakładów przemysłowych o największej emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych do powietrza atmosferycznego w skali województwa. Główne emitory zanieczyszczeń powietrza zlokalizowane są nad Odrą. Są to: Elektrownia "Dolna Odra" w Nowym Czarnowie, Zakłady Chemiczne "Police" w Policach, zakłady w Szczecinie: elektrownie "Szczecin" i "Pomorzany", Zakłady Chemiczne Baltcolor, Stocznia Szczecińska, Szczecińskie Zakłady Nawozów Fosforowych, Fabryka Papieru "Skolwin", Huta "Szczecin". Stąd pochodzi ponad 90% emisji całkowitej zanieczyszczeń podstawowych (dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, tlenek węgla, pyły) oraz prawie 100% emisji zanieczyszczeń specyficznych takich jak: dwusiarczek węgla, fluor, amoniak, kwas siarkowy.
 - Południowa część pasma Odry znajduje się w zasięgu szkodliwego oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery przez zakłady papiernicze w Kostrzynie a środkowa część - przez rafinerię i zakłady papiernicze w Schwedt.
 - Skutkiem wieloletniej ekspozycji na zanieczyszczenia przemysłowe w rejonie oddziaływania ZCh "Police", Elektrowni "Dolna Odra" (nie wyklucza się tu udziału

zakładów przemysłowych w Schwedt), zakładów papierniczych w Kostrzynie jest degradacja dużych powierzchni lasów iglastych a zwłaszcza drzewostanów sosnowych na obszarze nadleśnictw Trzebież, Goleniów, Gryfino, Dębno. Znaczna powierzchnia tych lasów została uznana za lasy ochronne w kategorii lasów wykazujących uszkodzenia drzewostanów na skutek gazów i pyłów emitowanych przez zakłady przemysłowe.

- Na obszarze zaistniałej degradacji i w strefie permanentnego zagrożenia zanieczyszczeniami przemysłowymi emitowanymi przez ZCh “Police” znajduje się rezerwat przyrody “Olszanka”. Wszystkie zespoły leśne wykazują tu duży stopień zniszczenia i przekształceń szaty roślinnej m.in. w wyniku sukcesji gatunków mniej wrażliwych (brzezina bagienna) na miejsce wymierających drzewostanów sosnowych oraz zaniku mszaku torfotwórczego. Zagrożony jest biotop łąkowy bielika i innych ptaków chronionych, ze względu na zniszczenie na dużej powierzchni okazałych sosen odpowiednich do budowy gniazd.
- Składowiska odpadów przemysłowych zlokalizowane w dolinie Odry. Obiekty o największym zagrożeniu dla środowiska przyrodniczego należą do ZCh “Police” i Elektrowni “Dolna Odra”. Składowisko odpadów w ZCh “Police” zajmuje 300 ha. Gromadzi około 50 mln ton fosfogipsu uformowanego w olbrzymią hałdę, stanowiącą już trwały element wyróżniający się w nizinnym krajobrazie. Zagrożeniem dla środowiska jest zdeponowanie tak ogromnej masy na mało stabilnym gruncie, w niewielkiej odległości od linii brzegowej Odry, pylenie z wierzchnich warstw hałdy i ewentualna infiltracja toksycznych odcinków do gruntu i wód podziemnych oraz spływ do wód powierzchniowych (związki fosforu są głównym czynnikiem eutrofizacji wód Zalewu). Składowisko odpadów w Elektrowni “Dolna Odra” zajmuje 240 ha. Gromadzi około 20 mln ton popiołu i żużla. Stanowi potencjalne zagrożenie dla wód podziemnych,
- Naruszenie walorów krajobrazowych strefy nadbrzeżnej Odry i Zalewu Szczecińskiego poprzez swobodną zabudowę obiektami rekreacyjnymi wzdłuż linii brzegowej (utrudnienie dostępu do wód zwierzętom dziko żyjącym) oraz poprzez chaotyczną zabudowę rejonu granicznych przejść drogowych w dolinie Odry.

3. ZAKOŃCZENIE

Stopień i zasięg wymienionych wyżej zagrożeń jest zróżnicowany przestrzennie ze względu na nierównomierne rozmieszczenie dotychczasowego zagospodarowania obszaru i planowanych inwestycji, niejednakową odporność struktury przyrodniczej na zakłócenia oraz współdziałanie na niektórych obszarach zagrożeń pochodzących ze źródeł lokalnych i zagrożeń uwarunkowanych czynnikami zewnętrznymi. Kumulacja tych przyczyn na jednym obszarze może nieustannie rodzić konflikty pomiędzy środowiskiem przyrodniczym a działalnością człowieka i stwarzać zagrożenie funkcjonowania poszczególnych ekosystemów.

**Jerzy WIRA, Krzysztof TARNOWSKI, Piotr KOWALSKI*,
Jerzy URBAN***

TURYSTYKA W REJONIE UJŚCIA ODRY
TOURISM IN THE MOUTH OF ODRA RIVER REGION

Politechnika Szczecińska
Technical University in Szczecin

*Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego
w Szczecinie

* Regional Bureau of Spatial Management of West-Pomeranian Province in Szczecin

Streszczenie

W rejonie ujścia Odry występują korzystne warunki do rozwoju turystyki i organizacji wypoczynku. Pod tym kątem zostały scharakteryzowane poszczególne obszary: wybrzeże Bałtyku, Zalew Szczeciński i Jezioro Dąbie.

Summary

There are convenient possibilities for tourism development and rest organisation in the mouth of Odra River region. From the point of view of tourism and rest, such regions were described: Baltic coast, Szczecin Lagoon and Dąbie Lake.

1. WSTĘP

Na ogólną ocenę stanu zagospodarowania turystycznego obszaru ujścia Odry i Zalewu Szczecińskiego składają się:

- wielkość bazy łózkowej i jej przestrzenne rozmieszczenie
- zagospodarowanie turystyczne tras

Omawiany obszar charakteryzuje się wysokimi walorami środowiska naturalnego i dziedzictwa kulturowego .

Miejscowości o funkcjach turystycznych: Trzebież, Brzózki, Nowe Warpno, Stepnica, Karnocice, Lubin, Wicko, Wapnica, Wolin i Kamień Pomorski.
Miejscowość o funkcji uzdrowiskowej - Kamień Pomorski.

2.3. Jezioro Dąbie

Jezioro Dąbie jest akwenem atrakcyjnym do uprawiania sportów wodnych, natomiast ze względu na nisko położone brzegi jest mało atrakcyjne do uprawiania turystyki przywodnej.

Miejscowościami o funkcji turystycznej są: Lubczyna i Czarna Łąka.

3. TURYSTYKA PIESZA I ROWEROWA

3.1. Turystyka piesza

Przy ocenie przydatności terenu dla uprawiania turystyki kwalifikowanej, a przede wszystkim turystyki pieszej brano pod uwagę głównie atrakcyjność krajobrazu, a więc takie elementy jak: rzeźba terenu, lasy, wody.

Przez najciekawsze tereny (krajobrazowo, ale także krajoznawczo) zostały oznakowane szlaki dla uprawiających turystykę pieszą. Na terenie woj. szczecińskiego znajduje się 1 291 km znakowanych szlaków pieszych, z tego 1 037 km na omawianym obszarze.

Zestawienie znakowanych szlaków pieszych

| Lp. | Obszar | Ilość | Długość [km] | [%] |
|-----|----------------------------|-------|--------------|-----|
| 1. | Pas Nadmorski | 8 | 262 | 25 |
| 2. | Szczeciński Zespół Miejski | 36 | 566 | 55 |
| 3. | Zespół Gmin Chojeńskich | 6 | 209 | 20 |

Najwięcej znakowanych szlaków turystycznych jest w okolicach Szczecina:

Na terenie Puszczy Bukowej - 213 km

Na terenie Puszczy Wkrzańskiej - 169 km

w tym, w granicach administracyjnych Szczecina - 200 km.

Od maja ubiegłego roku przez woj. szczecińskie prowadzi odcinek międzynarodowego szlaku pieszego E9 (od granicy hiszpańsko - francuskiej, wzdłuż wybrzeża Francji, Belgii, Holandii, Niemiec i Polski). Na terenie Polski szlak ten przebiega na trasie: Świnoujście, Międzyzdroje, Dziwnów, Rewal i Kołobrzeg.

3.2. Turystyka rowerowa

3.2.1. Międzynarodowe ścieżki rowerowe.

Podstawowe założenia przyjęte do projektu międzynarodowej ścieżki rowerowej wokół Zalewu Szczecińskiego to:

- - ominięcie maksymalne dróg o dużym natężeniu ruchu,

- - wprowadzenie tras w interesujące przyrodniczo i rekreacyjne tereny,
- - maksymalne wykorzystanie istniejącej sieci dróg lokalnych i bazy noclegowo-żywniowej,
- - rozmieszczenie głównej bazy noclegowo-żywniowej w odległościach nie większych niż 35 km, urządzonych miejsc chwilowego odpoczynku co 5,0 km,

Charakterystyka projektowanej trasy

| Lp. | Odcinki trasy pomiędzy głównymi bazami noclegowymi |
|-----|--|
| 1 | 2 |
| 1. | Przejście graniczne Alhbeck – Świnoujście |
| 2. | Świnoujście – Międzyzdroje – przez centrum odległość - 22 km – przez Karsibórz odległość - 32 km |
| 3. | Międzyzdroje – Wolin odległość 24 km |
| 4. | Wolin – Gąsierzyno odległość - 29 km lub Wolin – Stepnica odległość - 34 km |
| 5. | Stepnica – Lubczyna odległość - 27 km |
| 6. | Lubczyna – Śmierdnica odległość - 26 km |
| 7. | Śmierdnica – Szczecin Ustowo (Dziewoklicz) odległość - 20 km |
| 8. | Szczecin Ustowo (Dziewoklicz) - Szczecin odległość - 15 km |
| 9. | Szczecin – Dobieszczyń (projektowane drogowe przejście graniczne) odl. - 23.5 km |
| 10. | Szczecin – Trzebież odległość - 30 km |
| 11. | Trzebież - Nowe Warpno przejście graniczne wodne do Altwarp odległość - 23 km |

3.2.2. Ścieżki rowerowe - regionalne

Poniżej przedstawiono propozycje tras rowerowych w obszarze dolnej Odry :

1. Szczecin Gumieńce - Mierzyn - Dołuje - Lubieszyn - Buk - Stolec - Dobieszczyń - Myślibórz Wielki - Nowe Warpno
2. Szczecin Głębokie - Tanowo - Tatynia - Jasienica - Trzebież - Brzózki - Warnołęka - Nowe Warpno
3. Szczecin Pomorzany - Ustowo - Kurów - Siadło Dolne - Kołbaskowo - Moczyły - Kamieniec - Kołbaskowo - Będargowo - Stobno - Dołuje - Szczecin Gumieńce
4. Szczecin Podjuchy - Bukowiec - Kołowo - Glinna - Kartno - Żeliszawiec - Binowo - Chlebowo - Szczecin Klucz
5. Gryfino - Wełtyń - Wirów - Chwarstnica - Borzym - Lubanowo - Banie - Swobnica - Grzybno - Trzcieńsko Zdrój
6. Gryfino - Dębogóra - Widuchowa - Ognica - Krajnik Dolny - Krajnik Górny - (Kuropatniki i Głazy „Bliźniaki”) - Piasek - Bielinek - Lubiechów Dolny - Cedynia
7. Chojna - Mętno - Orzechów - Cedynia - Osinów Dolny - Siekierki - Stare Łysogórki - Moryń - Witnica - Narost - Brwice - Chojna
8. Mieszkowice - Bielin - Moryń - Witnica - Białęgi - Chełm Dolny - Stołeczna - Trzcieńsko Zdrój

9. Szczecin Śmierdnica - Kołowo - Glinna - Stare Czarnowo - Kołbacz - Bielkowo - Kobylanka - Morzyczyn - Stargard Szczeciński
10. Szczecin Dąbie - Załom - Czarna Łąka - Lubczyna - Goleniów - Miękowo - Widzeńsko - Stepnica - Żarnowo - Wolin
11. Wolin - Dargobądz - Wapnica - Lubin - Międzyzdroje - Wiselka - Kołczewo - Domysłów - Warnowo - Ładzin - Wolin
12. Wolin - Laska - Sibir - Połchowo - Jarszewo - kamień Pomorski - Świerzno -m Cieścierz - Cerkwica - Trzebiatów
13. Kamień Pomorski - Dziwnówek - Pobierowo - Trzęsacz - Rewal - Śliwin - Niechorze - Łędzin - Konarzewo - Trzebiatów
14. Kamień Pomorski - Świerzno - Stuchowo - Mechowo - Upadły - Golczewo - Buk - Czarnogłowy - Przybiernów - Rzystnowo - Wolin
15. Przybiernów - Rokita - Moracz - Łoźnica - Dzisna - Biały - Goleniów - Stawno - Sowno - Grzędzice - Stargard Szczeciński

4. INNE FORMY WYPOCZYNKU

4.1. Jeździectwo

Turystyka jeździecka staje się w ostatnich latach coraz bardziej popularna. Wielu jest amatorów takiej formy wypoczynku połączonej z nauką jazdy konnej prowadzonej przez szereg ośrodków jeździeckich.

4.2. Wędkarstwo

Środowisko przyrodnicze województwa zachodniopomorskiego stwarza duże możliwości dla amatorów wędkarstwa. Ocena atrakcyjności cieków wodnych i akwenów wodnych opiera się na wartości walorów środowiska naturalnego, przy założeniu, że właściwie jest prowadzona gospodarka rybacka. Ważne jest również dogodne położenie w stosunku do dużych zespołów miejskich. W wodach województwa zachodniopomorskiego żyją prawie wszystkie ważniejsze gatunki ryb występujące w Polsce.

4.3. Myślistwo

Atrakcyjność walorów myśliwskich łączy się z możliwością polowań i czynnego wypoczynku na łonie przyrody. Ponadto polowania organizowane dla turystów zagranicznych są jedną z form turystyki.

4.4. Swobodne nurkowanie

Swobodne nurkowanie wymaga przede wszystkim wód głębokich i przezroczystych. Na omawianym obszarze następujące wody mogą spełniać takie warunki:

- jez. Morzycko,
- rozlewiska Odry,

- jez. Miedwie.

5. ZAKOŃCZENIE

Korzystne warunki rozwoju turystyki w rejonie ujścia Odry wynikają przede wszystkim z walorów środowiska naturalnego charakteryzującego się dużymi kompleksami leśnymi (Puszcza Wkrzańska, Puszcza Goleniowska, Woliński Park Narodowy, Puszcza Bukowa) położonymi w bezpośrednim sąsiedztwie przestrzennym systemu wodnego dolnej Odry, Zalewu Szczecińskiego i Zatoki Pomorskiej. Pozwalają one na uprawianie wszechstronnych form turystyki i organizację różnych form wypoczynku.

**Jerzy WIRA, Krzysztof TARNOWSKI, Piotr KOWALSKI*,
JERZY URBAN***

**ODRZAŃSKA DROGA WODNA NA OBSZARZE
WOJEWÓDZTWA ZACHODNIOPOMORSKIEGO**

**THE Odra RIVER WATER-WAY IN THE REGION OF WEST
POMERANIA VOIVODESHIP**

Politechnika Szczecińska

Technical University in Szczecin

* Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej
Województwa Zachodniopomorskiego w Szczecinie

* Regional Bureau of Spatial Management
of West-Pomeranian Province in Szczecin

Streszczenie

Odrzańska droga wodna jest jedną z najważniejszych dróg wodnych w Polsce. Posiada ona dogodne warunki do połączenia z siecią dróg wodnych w Polsce, a także z europejskim systemem dróg wodnych i kanałów. W pracy została zamieszczona charakterystyka odrzańskiej drogi wodnej na terenie województwa zachodniopomorskiego, a także przedstawiono możliwości jej rozbudowy.

Summary

The Odra River water-way is one of the most important water-ways in Poland. It has convenient possibilities for connection with net of water-ways in Poland and also with European system of water-ways. The characteristic of Odra River water-way in the West Pomerania Voivodeship and possibilities of its development were presented in the paper.

1. CHARAKTERYSTYKA ODRZAŃSKIEJ DROGI WODNEJ

Śródlądową drogę wodną Odry stanowią:

- Odra od Raciborza do jeziora Dąbie przez rzekę Regalicę i jej boczne odgałęzienia,
- Odra Zachodnia - od odgałęzienia od Odry właściwej w miejscowości Widuchowa do granicy z wodami morskimi w Szczecinie
- Odra Wschodnia przez jezioro Dąbie wraz z odgałęzieniami do granic z wodami morskimi.

Łączna długość odrzańskiego szlaku żeglownego wynosi 755,2 km - w tym:

- długość śródlądowej drogi wodnej - 686,82 km.
- morska droga wodna Odry od granicy wód śródlądowych i morskich wód wewnętrznych do morza Bałtyckiego - 66,380 km.

2. POWIĄZANIA Z SIECIĄ DRÓG WODNYCH POLSKI, NIEMIEC, EUROPY

Droga wodna Odry posiada potencjalne możliwości rozwoju we wszystkich kierunkach. I tak:

- na północ - poprzez morski odcinek możliwe jest osiągnięcie polskich i niemieckich wybrzeży Bałtyku i krajów skandynawskich,
- na wschód – poprzez rzekę Wartę, Noteć, Kanał Bydgoski i rzekę Brdę – otwarty jest dostęp do Wisły i dalej na północ i wschód,
- na zachód - do dróg wodnych Niemiec i dalej do Europy Zachodniej przez kanał Odra - Sprewa w Eisenhüttenstadt; kanał Odra - Hawela w Hohensaaten; Kanał Ognica stanowiący drugie połączenie przez śluzę Schwedt z drogą wodną Szczecin - Berlin od Odry Zachodniej,
- na południe - w przypadku realizacji koncepcji programowej kanału Odra - Dunaj.

Z punktu widzenia prognoz przewozowych, systemów transportowych, warunków hydrologicznych oraz zabudowy hydrotechnicznej zasadnym jest podział szlaku transportowego na odcinki odpowiadające możliwościom ich gospodarczego wykorzystania:

- od Szczecina do km 667 - Zatoń Górna (Hohensaaten)
- od km 667 - Zatoń Górna do km 617,6 - ujście Warty
- od km 617,6 - ujście Warty do km 542,4 - ujście Nysy Łużyckiej
- od km 542,4 - ujście Nysy Łużyckiej do km 332,0 - Ścinawa
- od km 332,0 - Ścinawa do km 284,7 - Brzeg Dolny
- od km 284,7 - Brzeg Dolny do km 95,6 - Koźle - Odra skanalizowana
- odcinek powyżej Koźła - praktycznie nie eksploatowany.

Każdy z wyżej wymienionych odcinków posiada inną charakterystykę i rodzi inne problemy.

2. CHARAKTERYSTYKA HYDROLOGICZNA DOLNEJ ODRY

Poszczególne odcinki dolnej Odry posiadają zróżnicowany charakter:

- odcinek typowo rzeczny w rejonie Gozdowic i niżej do Bielinka, przechodzący stopniowo w odcinek rzeczno-morski (od przekroju Gryfina z dominacją cech morskich), aż do odcinka o cechach typowo morskich, liczonego od rejonu Odry "szczecińskiej" do przekroju Trzebież.
- poldery Międzyodrza istotnie oddziałują - zarówno na wpływ wielkich wód, jak i na stany wody w okresach występowania odmorskich wezbrań sztormowych i cofek wiatrowych.
- w miarę posuwania się od Trzebieży w górę Odry wzrastają stany maksymalne oraz amplitudy zmian stanów.

Analizując dynamikę zmian wody dolnej Odry na przestrzeni ostatnich 40 lat można stwierdzić, że stany średnie utrzymują się na stałym poziomie, stany niskie wykazują nieznaczne tendencje do obniżania się, zaś stany maksymalne w dość zdecydowany sposób wzrastają (szczególnie wyraźnie w Trzebieży i Szczecinie) - wiąże się to prawdopodobnie z pogłębieniem toru wodnego Szczecin - Świnoujście w latach 1971-1975. Dla ostatniego dziesięciolecia (1975-1985) stwierdzono znacznie częstsze występowanie ekstremalnie wysokich stanów, niż wynika to z rozkładów prawdopodobieństwa. Na obszarze zalewu i roztoki odrzańskiej o przebiegu spiętrzenia decydują:

- wlewy wód morskich
- zahamowanie odpływu
- lokalne warunki wiatrowe

Fala spiętrzenia odmorskiego ulega znacznej redukcji przy przejściu przez cieśniny, przez co w rejonie Zalewu Szczecińskiego - przyrosty stanów są najmniejsze, a zmiany łagodne w porównaniu ze zmianami stanu Zatoki Pomorskiej. Przyrost stanów na zalewie wynosi 50÷80% przyrostu stanów na zatoce - jest on wywołany napływem wód morskich i zatrzymaniem spływu Odry.

Największy efekt wypełnienia sieci rzecznej dolnej Odry występuje w rejonie Widuchowej, przy czym przyrost stanów może być większy (do 1.5 - raza) niż na Zatoce Pomorskiej (efekty spiętrzeń sięgają Gozdowic).

Zagadnienie wpływu spiętrzeń sztormowych na hydrodynamikę ujścia Odry należy analizować zawsze w powiązaniu ze zmianami stanów wód Zalewu Szczecińskiego i Bałtyku oraz działaniem wiatru.

Znaczna redukcja fal powodziowych (stanów) na odcinku Gozdowice-Gryfino (Międzyodrze), wzajemne nakładanie się spiętrzeń sztormowych i fal powodziowych stwarza szereg problemów gospodarczych istotnych dla ochrony przeciw-powodziowej, ochrony brzegów, żeglugi, rolnictwa, gospodarki wodnej i ochrony środowiska wodnego

Łączna długość wałów przeciwpowodziowych w dolinie dolnej Odry wynosi 106 km (w tym wały przeciwpowodziowe Międzyodrza - obecnie Park Krajobrazowy Doliny Dolnej Odry). W zdecydowanej większości są to wały IV klasy technicznej.

3. DROGA WODNA ODRY NA ODCINKU GRANICZNYM

Koncentrując się na odcinku granicznym stwierdzić trzeba fakt, że istnieją na nim obiektywnie najlepsze warunki do szybkiej integracji z europejskim systemem dróg wodnych. Mimo istniejących, eksploatowanych połączeń na zachód poprzez kanał Odra - Sprewa i kanał Odra - Hawela aktualny stan zabudowy hydrotechnicznej tego odcinka drogi wodnej nie pozwala na pełne wykorzystanie jego możliwości transportowych:

- odcinek I - od Szczecina do km 667 - Hohensaaten - charakteryzuje się zbyt małymi łukami krzywizn oraz występowaniem przemiałów obniżających głębokości na 13 – to kilometrowym odcinku do Bielinka (km 680) do Zatoni (km 667). Poniżej Bielinka aż do Szczecina nie ma zasadniczych problemów głębokościowych;
- odcinek II - od km 667 - Hohensaaten do km 617,6 - ujście Warty - charakteryzuje się znaczną zmiennością szerokości koryta, przebiegu nurtu i parametrów budowli hydrotechnicznych, co w konsekwencji, przy znacznych zniszczeniach istniejącej zabudowy regulacyjnej, powoduje nierównomierny przepływ rumowiska wleczonego i liczne przemiały. Przemiały w zależności od wielkości różnią się czasem trwania, długością oraz stopniem limitowania najmniejszych głębokości. Lokalizacja przemiałów w niektórych miejscach jest powtarzalna w takim stopniu, że należy ją uznać za stałą;
- odcinek III - od km 617,6 - ujście Warty do km 542,4 - ujście Nysy Łużyckiej - o względnie ustabilizowanym przebiegu nurtu, posiadający nawet w latach suchych odcinki o dobrych głębokościach, charakteryzuje się złym wpływem budowli regulacyjnych (ostróg) na morfologię koryta rzecznego tworząc liczne, zaniżające głębokości, uciążliwe przemiały. Dla celów żeglugowych odrzańska droga wodna na omawianym granicznym odcinku charakteryzuje się niestety także zbyt dużą zawodnością związaną z warunkami hydrometeorologicznymi takimi, jak: zjawiska lodowe, niskie i wysokie stany wody, zamglenia itp.

Pamiętać jednak należy, że główne cele i zasady regulacji rz. Odry zostały określone w 1819 r. w tzw. Protokole Bogumińskim; według tych zasad przeprowadzono regulację rzeki głównie powyżej ujścia Warty do połowy XIX wieku. Po 1850 r. zabudowano regulacyjnie Odrę poniżej ujścia Warty aż do km 665. Na dolnej Odrze właściwe roboty rozpoczęto w 1906 r. i prowadzono je w zasadzie do 1932 r. wykonując potem jeszcze szereg robót wykończeniowych i uzupełniających. Całości robót jednak nie zakończono.

4. POŁĄCZENIE SZCZECIN – BERLIN

Odcinek odrzańskiej drogi wodnej na odcinku Hohensaaten-Szczecin będącym fragmentem wspomnianego połączenia jest już dzisiaj odcinkiem o najlepszych warunkach żeglowności i najintensywniej w kraju eksploatowanym.

Na odcinku tym występują następujące szlaki żeglowne:

- Rzeka Odra Zachodnia będąca połączeniem Szczecina z Kanałem Hohensaaten - Friedrichsthal spełniająca już obecnie warunki V klasy poza prześwitem pod dwoma mostami (jeden obrotowy i jeden zwodzony):

- most kolejowy obrotowy (km 35,39) - praktycznie nie obracany - wysokość konstrukcji ponad WWŻ 3,69 m
- most drogowy zwodzony (km 35,95) (most długi) - praktycznie nie podnoszony - wysokość konstrukcji ponad WWŻ 3,61 m.
- Dla tej klasy drogi wodnej wyniesienie spodu konstrukcji ponad WWŻ powinno wynosić min. 5,25 m lub przy przewozach kontenerów 7,00 m.
- Rzeka Odra począwszy od j. Dąbskiego przez Regalicę i Odrę Wschodnią aż do połączenia z kanałem Schwedt (km 697) posiadającym szerokość szlaku żeglownego, łuki i głębokości odpowiadające kl. V drogi wodnej poza ograniczeniami stwarzanymi przez most kolejowy zwodzony (km 734,6) oraz służą w Schwedt już po stronie niemieckiej.
- Kolejowy most zwodzony w km 734,6 ma konstrukcję stałą wyniesioną ponad WWŻ jedynie o 3,06 m. Przęsło zwodzone posiada jednak prześwit pionowy 6,12 m ponad WWŻ i prześwit poziomy 12,8 m.
- Rzeka Odra od km 697,0 do km 667,0 czyli do wejścia na wschodnią służę w Hohensaaten – stanowiący najlepsze i najszybsze połączenie, nie posiada dobrych i trwałych głębokości tranzytowych przy średnich i niskich stanach wody. Odcinek ten powinien w pierwszej kolejności przejść modernizację zabudowy regulacyjnej dla poprawy głębokości szlaku żeglownego co pozwoli spełnić warunki kl. V drogi wodnej.
- Odcinek ten powinien być traktowany na równi z przebudową niemieckiego odcinka drogi wodnej Berlin - Gartz (Hawela-Odra).

5. ZAKOŃCZENIE

Przyjęcie wspólnego programu dostosowywania kolejnych odcinków dróg wodnych pozwalających na skuteczne ich włączenie w sieć europejską należałoby uznać za program uzupełniający zadania określone w założeniach modernizacji kanału Odra – Hawela. Efekty tej modernizacji nie mogą być ograniczone przez następny odcinek jakim jest przebieg drogi wodnej w nurcie Odry na północ do Morza Bałtyckiego i na południe w kierunku Wielkopolski i Śląska.



Andrzej WRONA¹, Zdzisław HARABIN²

**PROBLEMY DEWASTACJI I OCHRONY POWIERZCHNI
ZIEMI ORAZ WALORÓW PRZYRODNICZYCH W CZĘŚCI
ZLEWNI KŁODNICY OBJĘTEJ WPŁYWAMI GÓRNICCTWA
WĘGLA KAMIENNEGO**

**PROBLEMS OF DEVASTATION AND PROTECTION OF
GROUND SURFACE AND OF NATURAL VALUES IN PART OF
RIVER KŁODNICA BASIN EMBRACED WITH INFLUENCES
OF COAL MINING**

¹ Uniwersytet Opolski – Opole

¹ University of Opole

² Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN – Zabrze

² PAS Institute of Environment Engineering Basics in Zabrze

Streszczenie

W destrukcyjnym oddziaływaniu górnictwa czołowe miejsce zajmują deformacje powierzchni ziemi spowodowane przez wydobycie węgla kamiennego sposobem zwałowym oraz składowanie odpadów pogórnicznych. W referacie zaprezentowano główne problemy z zakresu dewastacji i ochrony powierzchni ziemi oraz walorów przyrodniczych w części zlewni Kłodnicy objętej największymi szkodami, spowodowanymi przez wydobycie węgla kamiennego. Do oceny wybrano obszar wynoszący 251 km², administracyjnie obejmujący część gmin: Katowice, Chorzów, Ruda Śląska, Zabrze, Gliwice, Mikołów i Gieraltowice. Zasadniczymi przyczynami niekorzystnych przekształceń powierzchnią: górnicze deformacje powierzchni obejmujące osiadanie gruntów, które do 1995 roku osiągnęły od 5 do 20 m, do 2015 roku osiągnęły 5 do 10 m, a do zakończenia eksploatacji górnictwa węgla kamiennego od 5 do 25 m. Zmiany stosunków wodnych powodujące zalewanie gruntów w obrębie niecki osiadania objęły do 2000 roku 62,5% gruntów rolnych i 49,6% gruntów leśnych. W latach 1955-2000 powstały 33 zbiorniki typu zapadliskowego i 5 zbiorników wodnych pochodzenia zapadliskowego, geomechaniczne przekształcenia powierzchni ziemi powodowane są przez wyrobiska popiaskowe (250 ha) i poglinowe (25 ha) oraz występowanie 22 zwałów górniczych i osadników energetycznych zajmujących powierzchnię ponad 620 ha. Ochrona powierzchni ziemi sprowadza się

do przeprowadzenia melioracji oraz niwelacji niecek obudowanych skałą płoną. Przewidywany przyrost nieużytków o zakończenia eksploatacji węgla wynosi w stanie do 2000 roku ponad 4000 ha. Pomimo olbrzymiej dewastacji gruntów na tym terenie występują walory przyrodnicze objęte lub proponowane do ochrony. Zalicza się do nich rezerwaty „Ochojec” i „Las Dąbrowa”, Ogród Botaniczny w Zabrze, cztery użytki ekologiczne, dwie aleje, ponad 1000 drzew o charakterze pomnikowym, liczne stanowiska lęgowe awifauny oraz gadów i płazów. Podjęta restrukturyzacja górnictwa powinna wymusić zmianę sposobu eksploatacji (zawał), co przyczyniłoby się do minimalizacji szkód w rolnictwie, leśnictwie, infrastrukturze technicznej i walorach przyrodniczych zlewni.

Summary

The deformations of ground surface caused by coal mining with collapse manner and storage of waste mining materials take the first place in destructive influence of mining. In report one presented the main problems of devastation and protections range of ground surface and of natural values in the river Kłodnica basin embraced with greatest harms caused by coal mining. One chose area carrying out 251 km² for estimation, administratively embracing part of communes: Katowice, Chorzów, Ruda Śląska, Zabrze, Gliwice, Mikołów and Gieraltowice. The principle reasons of unprofitable transformations of ground surface are following:

mining - deformations of ground surface embracing settlement of grounds, which since 1995 year reached from 5 to 20 m, to 2015 year will reach 5 to 10 m, and to ends of exploitation of coal mining from 5 to 25 m.

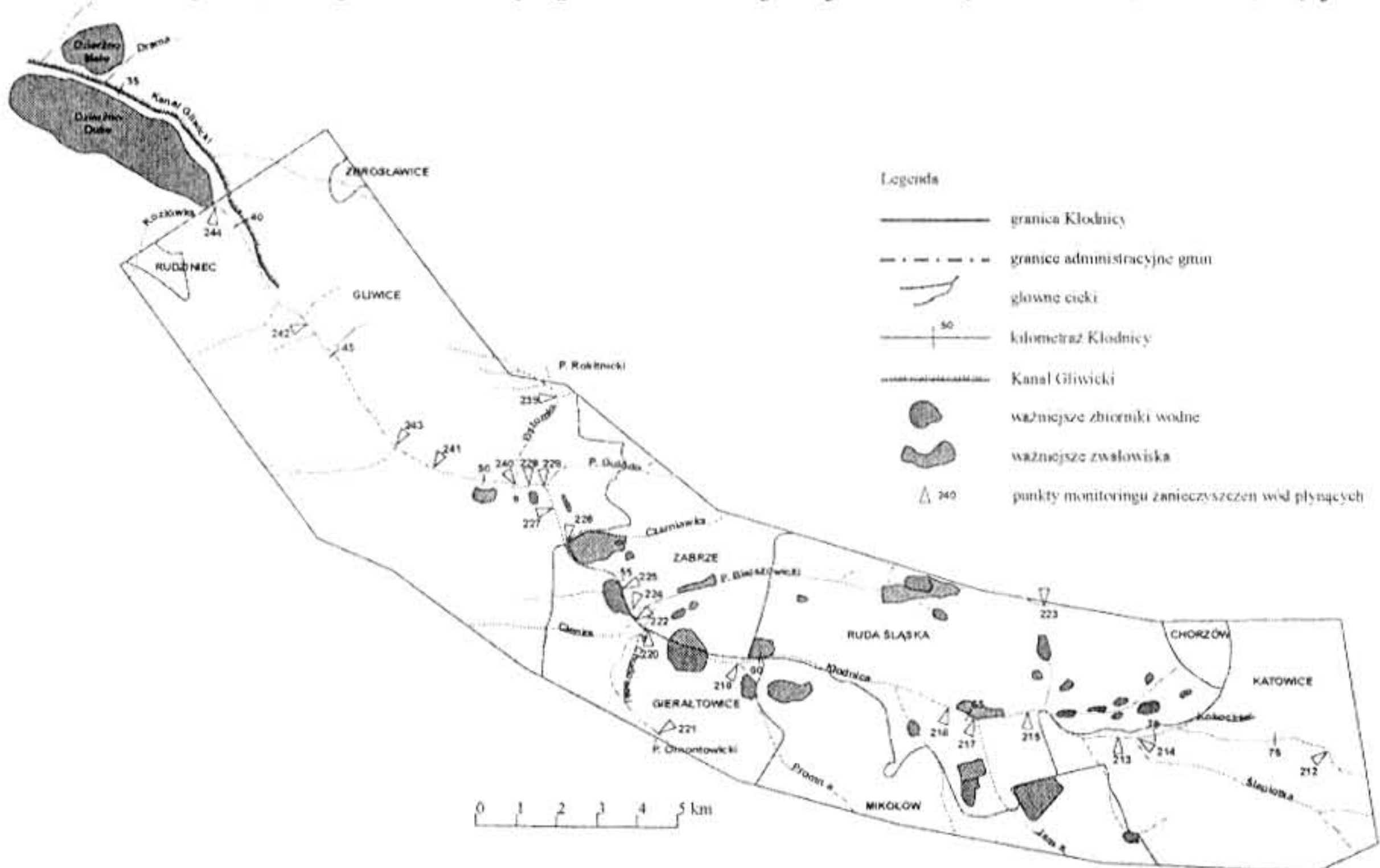
Changes of water relations causing flooding of grounds within troughs of settlement embraced to 2000 year 62,5 % of farm grounds and 49,6 % of forest grounds. In years 1955-2000 came into being 33 type depression reservoirs of and 5 of reservoirs water origins depression, geo-mechanical transformations of ground surface caused are by sand excavations (250 hectares), clay excavations (25 hectares) and occurrence of 22 of mining dumps and energetic settlers with area beyond 620 hectares. The ground surface protection means the drainage and of leveling of troughs built around with vain rock. Foreseen increase of waste lands to complete of coal exploitation carries out beyond 4000 hectares since 2000 year. In spite of large devastation of grounds appear the natural values embraced or proposed to protections on this region. There are numbered among reservations „Ochojec” and „Las Dąbrowa”, Botanic Garden in Zabrze, four ecological uses, two avenues, over 1000 trees about monumental character, numerous positions of birds, reptiles and amphibians breeding. The beginning restructuring of mining branch should extort change of exploitation manner (nowadays as fall down). It

would contribute to reduce harms in agriculture, forestry, technical infrastructure and natural resources of river Kłodnica basin.

1. WSTĘP

W destrukcyjnym oddziaływaniu górnictwa czołowe miejsce zajmują deformacje powierzchni ziemi, spowodowane przez wydobycie węgla kamiennego sposobem zawałowym oraz składowanie odpadów pogórnicznych. Rozwój wydobycia węgla kamiennego szczególnie w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym prowadzi do degradacji i dewastacji olbrzymich obszarów, zwłaszcza użytkowanych przez rolnictwo i leśnictwo, położonych w dolinach głównych rzek.

Celem referatu jest prezentacja zasadniczych problemów z zakresu dewastacji i ochrony powierzchni ziemi oraz walorów przyrodniczych w części zlewni Kłodnicy objętej największymi szkodami, spowodowanymi przez wydobycie węgla kamiennego. Do oceny wybrano obszar około 251 km², administracyjnie obejmujące części gmin: Katowice, Chorzów, Ruda Śl., Zabrze, Gliwice, Mikołów i Gierałtowice. Pod względem hydrologicznym obszar opracowania odnosi się do rzeki Kłodnicy w km 39,2 ÷ 79,6 z czego rejon największej dewastacji gruntów obejmuje dolinę w km 67,5 ÷ 50,0 (rys. 1).



Rys. 1 Dewastacyjne przekształcenia powierzchni części zlewni Kłodnicy

2. PRZYCZYNY DEWASTACJI POWIERZCHNI

Na omawianym obszarze zasadniczymi przyczynami niekorzystnych przekształceń powierzchni ziemi są:

- górnicze deformacje powierzchni,

- zmiany stosunków wodnych, wywołane osiadaniem terenu i podnoszeniem się zwierciadła wód gruntowych,
- geomechaniczne przekształcenia powierzchni.

3. GÓRNICZE DEFORMACJE POWIERZCHNI

Omawiany obszar podlega intensywnym wpływom eksploatacji górniczej, prowadzonej przez następujące kopalnie węgla kamiennego: „Makoszowy”, „Sośnica”, „Bielszowice”, „Gliwice”, „Halemba”, „Budryk”, „Nowy Wirek”, „Śląsk” i „Kleofas”. Deformacje powierzchni ziemi powstające w następstwie eksploatacji o różnym charakterze, wielkości, zasięgu i przebiegu uzależnione są od budowy geologicznej nadkładu i sposobu prowadzenia wydobywania. Eksploatacja górnicza prowadzona jest na różnych głębokościach w większości systemem ścianowym z zawalem stropu. Skutki takiej eksploatacji widoczne są na powierzchni w postaci ciągłej deformacji gruntów, przy czym tempo osiadania posiada różnorodny charakter, ze szczególnym nasileniem przebiegu tego zjawiska w dolinie Kłodnicy na odcinku wynoszącym 17,5 km i jej dopływów, a głównie Cienkiej, Promnej, Potoku Chudowskiego i Potoku Bielszowickiego. Stwierdzić należy, że eksploatacja górnicza dokonana do 1995 roku spowodowała obniżenie terenu w dolinie Kłodnicy sięgające od 5 do 20 metrów, przy czym w niektórych rejonach (Makoszowy) obserwowane roczne tempo osiadania gruntów wynosiło od 0,5 do 1,0 m. W świetle danych prognostycznych [Wrona, 1997] obniżenia powierzchni osiągną do 2015 roku następujące maksymalne rozmiary na obszarach górniczych kopalń: „Makoszowy” od 5 do 10 m, „Sośnica” od 8 do 15 m, „Bielszowice” od 3 do 9 m i „Halemba” od 2 do 13 m. Do zakończenia eksploatacji obejmującej w przybliżeniu lata 2030 – 2050 maksymalne osiadania powierzchni ziemi osiągnąć mogą na obszarach górniczych wspomnianych kopalni od 5 do 25 m (kopalnie: „Sośnica”, „Makoszowy”, „Halemba” i „Śląsk”). Wielkość istniejących i prognozowanych obniżen gruntów powodować będzie wzrost zawodnienia gleb, łącznie z utworzeniem się zalewisk (nowych zbiorników wodnych) i podtopień gruntów oraz rozlewisk cieków.

4. ZMIANY STOSUNKÓW WODNYCH

Na kształtowanie się zmienionych warunków wodnych wywołanych wzrastającym osiadaniem zasadniczy wpływ wywierają następujące przyczyny:

- występowanie w nadkładzie wodoszczelnych utworów mioceńskich (310 m) reprezentowanych przez fałę ilów morskich z piaszczystymi przerostami oraz przez ility grubości 25 - 75 m, a także utwory czwartorzędowe składające się z plejstocenijskich piasków, żwirów i glin, charakteryzujące się zmiennością zalegania, co powoduje tworzenie się różnych poziomów wód gruntowych o płytkiej głębokości. Na większości obszarów użytkowanych rolniczo poziom wód gruntowych wynosi od 0,0 do 1,5 m,
- mało zróżnicowana morfologia terenu zlewni oraz niewielkie naturalne spadki cieków, które są silnie zdeformowane, co przy nierównomiernym obniżaniu się

gruntów prowadzi do powstawania i szybkiego powiększania się rozlewisk wód płynących na przyległe obszary rolnicze i leśne,

- gęsta sieć hydrograficzna obejmująca cieki i rowy oraz wzrastająca liczba zbiorników wodnych pochodzenia zapadliskowego,
- preferowany sposób eksploatacji z zawałem, z przenoszeniem się wydobycia węgla w kierunku płaskich dolin, zwłaszcza Potoku Bielszowickiego, Czarniawki, Kłodnicy, Promnej, Potoku Chudowskiego.

Jak wykazały badania [Wrona, 1997, 1994, 1996] obniżenia terenu (niecki osiadania) prowadząc do 3 stopniowego wzrostu zawodnienia gruntów, a mianowicie:

- stopień 1w to podniesienie zwierciadła wody gruntowej ponad poziom naturalny do około 1,0 - 0,5 m p.p.t., powodujące przejściowy wzrost wilgotności gruntów, co może przyczynić się do poprawy funkcjonowania zwłaszcza ekosystemów leśnych,
- stopień 2w oznacza podniesienie zwierciadła wody gruntowej do 0,1 - 0,5 m ppt i prowadzi w zależności od ukształtowania terenu i typu gleby do wzrostu zawodnienia i zabagnienia gruntów, co przejawia się zmiennością roślinności, wyłączeniem gruntów rolnych i leśnych z ich gospodarczego użytkowania oraz powstawania w tych obszarach często rozległych kompleksów nieużytków trawiastych i trawiasto - krzaczastych,
- stopień 3w oznacza zmiany związane z deformacjami często gwałtownie przebiegającymi.

W 3 stopniu zawodnienia woda występuje na powierzchni (zbiorniki zapadliskowe), cieki powierzchniowe w przypadku deformacji koryt rozlewają się na tereny depresyjne (zbiorniki rozlewiskowe), a w przypadku niewielkich niecek osiadania obejmujących obszary wyżej położone, tworzą się zalewiska z napływu wód opadowych.

Wzrastające zawodnienie gruntów w obrębie niecek osiadania prowadzi do wyłączenia z przyrodniczego użytkowania często dużych powierzchni, a w przypadku stałego lub okresowego rozlania się wód, zanieczyszczenia gleb i roślin

Jak się ocenia [Wrona, 1997, 1994, 1996, 1999] do 2000 r. w części zlewisk Kłodnicy zmiany hydrologiczne objęły: grunty rolne 62,5% i grunty leśne – 49,6% ogólnej ich powierzchni. W latach 1955 – 2000 powstały 33 zbiorniki wodne i 5 zbiorników wodnych typu wyrobiskowego o powierzchni blisko 340 ha. Areał wtórnych bagien wynosił w 2000 roku ponad 520 ha, które ostatnio podlegają melioracji i rekultywacji technicznej w formie tworzenia zwałowisk typu niwelacyjnego.

5. GEOMECHANICZNE PRZEKSZTAŁCENIA POWIERZCHNI

Geomechaniczne przekształcenia powierzchni ziemi spowodowane są odkrywkową eksploatacją surowców (glin) i trwała zabudowa gruntów, głównie w wyniku rozwoju powierzchni terenów mieszkaniowych, komunikacyjnych, przemysłowych, usługowych i górniczych oraz składowania odpadów. Na omawianym obszarze występuje 24,6 ha wyrobisk poglinowych i ponad 250 ha wyrobisk popiaskowych. W większości są one

wypełnione skałą płonną. Ponadto stwierdzono [Wrona, 1997] występowanie 22 zwałów górniczych i osadników energetycznych z całkowitą powierzchnią wynoszącą ponad 620 ha. Największe zwałowiska nadpoziomowe to: Borowa Wieś – 70,4 ha, Panewniki – 132,6 ha, Sośnica – 199,2 ha, Makoszowy – 32,1 ha i Ruda Śl. – 29,6 ha. Zwałowiska te nie są zrehabilitowane z wyjątkiem wierzchowiny zwału Borowa Wieś.

W wyniku postępującego procesu dewastacji i degradacji następuje obniżenie jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej oraz zmiany siedliskowe w lasach. Są to procesy trwałe, przebiegające gwałtownie, obejmujące wraz z postępem prac eksploatacyjnych coraz to większe obszary. Cechują się one m.in. gwałtownym wzrostem powierzchni czasowo i trwale gospodarczo niewykorzystywanych

6. OCHRONA POWIERZCHNI ZIEMI

W celu przeciwdziałania postępującej dewastacji gruntów wykonano doraźne prace hydrotechniczne, polegające na obwałowaniu Kłodnicy i jej dopływów, budowy nowego koryta Potoku Bielszowickiego, pogłębianiu i konserwacji rowów i cieków oraz budowie pompowni umożliwiających przerzut wód poza tereny zalewiskowe.

Podjęmowane prace nie zapobiegają postępującej dewastacji gruntów i substancji mieszkaniowej na skutek rozwoju szkód wodnych. Brak kontynuacji prac, zwłaszcza obwałowania Kłodnicy i jej dopływów, doprowadził do utworzenia się olbrzymiego rozlewiska wód na obszarze Zabrze i Gierałtowic. Na terenie podlegającym biodegradacji zaproponowano w 1979 r. utworzenie centralnego zwałowiska odpadów górniczych i energetycznych „Makoszowy”. Zwałowisko to miało być zlokalizowane na styku czterech jednostek osadniczych, tj. miast: Zabrze, Ruda Śl. i Mikołów oraz gminy Gierałtowice. Przewidywano, że powierzchnia zwałowiska „Makoszowy” w I etapie budowy wyniesie 584 ha, a objętość około 81 mln m³ oraz składowisko emulgatu o objętości ponad 41 mln m³. Przewidywano, że proces zwałowania przebiegać będzie w 5 warstwach o wysokości 15 – 20 metrów każda w ciągu 30 lat, licząc okres rozpoczęcia budowy od 1988 r. Badania przyrodnicze [Wrona, 1997, 1996] wykazały, że do 2015 r. zasięg nowych zbiorników powstających w strefie intensywnych osiadań obejmie 40 % gruntów rolnych i leśnych, które przewidziano do zazwałowania wg koncepcji centralnego składowiska odpadów górniczych i energetycznych „Makoszowy”.

W latach 1985 – 1989 zrezygnowano pod naporem społecznym z budowy centralnego zwałowiska. Obecnie przewiduje się podwyższenie istniejących zwałowisk oraz utworzenie kilku mniejszych zwałów niwelacyjnych w dolinie Potoku Bielszowickiego, Promnej i Kłodnicy. Alternatywne rozwiązanie [Wrona, 1996] przewidywało budowę zbiornika wodnego m.in. po obu stronach Kłodnicy [Wrona, 1997]. Wariantowo zaprojektowano budowę zbiornika wodnego do 1990 r. na powierzchni 112 ha, do 2015 – 280 ha, a do 2030 – 410 ha. Takie podejście wymagało oczyszczenia wód Kłodnicy do III klasy czystości tak, aby budowany sukcesywnie zbiornik mógł pełnić funkcje gospodarcze. Niestety prace hydrotechniczne nie zostały podjęte, a od 1986 r. nastąpił dalszy powierzchniowy rozwój rozlewiska na obszarze Zabrze i Gierałtowic, które w 2000 r. osiągnęło powierzchnię ponad 85 ha. Powstał w ten sposób zbiornik wód silnie zanieczyszczonych tj. takich jakie płyną w Kłodnicy.

Nurt Kłodnicy jest prawie całkowicie wyhamowany, co powoduje sedymentację zanieczyszczeń (zamulanie), fermentację związków organicznych oraz mineralizację wód z uwagi na wysoką zawartość chlorków i siarczanów.

Należy podkreślić, że to największe rozlewisko Kłodnicy wobec braku możliwości oczyszczenia jej wód do III klasy czystości postanowiono zlikwidować w 1996 r. poprzez jego wypełnienie odpadami górnictwami. W latach 1994 – 1997 wypełniono odpadami górnictwami nieckę w dzielnicy Makoszowy o powierzchni około 15 ha i przeprowadzono rekultywację biologiczną tego zwałowiska niwelacyjnego (zadrzewienie). Od 1995 r. trwa także wypełnianie odpadami górnictwami lewostronnego zbiornika rozlewiskowego Kłodnicy o powierzchni około 75 ha.

W ten sposób prawdopodobnie, wobec prognozowanych obniżen terenu, powstawać będzie zwałowisko mogące osiągnąć do 2015 r. powierzchnię około 300 – 350 ha. Do zakończenia eksploatacji górnictw (2050 r.) powierzchnia zwałowiska może osiągnąć 500 – 600 ha [Wrona, 1997].

Uwzględniając dotychczasowe tendencje rozwoju obniżen gruntów, sposoby usuwania szkód górnictwami w biotycznych elementach środowiska, kształtowanie się rzeźby terenu i występowanie zwierciadła wód czwartorzędowych oraz stan przyrodniczego wykorzystania środowiska, sporządzono wstępną prognozę zmian użytkowania ziemi jakie wystąpią do zakończenia eksploatacji górnictw (tab. 1).

TABELA 1

Stan i prognoza zmian użytkowania powierzchni ziemi w latach 1955 – 2050 w części zlewni Kłodnicy objętej osiadaniami gruntów

| Rok | | Powierzchnia ogółem | Użytki rolne | Lasy i grunty leśne | Tereny wodne | Użytki techniczne | Nie użytki | | |
|----------------------|----|---------------------|--------------|---------------------|--------------|-------------------|------------|-------|------|
| | | | | | | | Razem | Zwały | Inne |
| 1955 | ha | 25095 | 15127 | 7582 | 213 | 2038 | 135 | 121 | 14 |
| | % | 100,0 | 60,4 | 30,2 | 0,8 | 8,1 | 0,5 | 0,5 | 0,0 |
| 1973 | ha | 25095 | 14631 | 6876 | 326 | 2961 | 301 | 232 | 69 |
| | % | 100,0 | 58,3 | 27,4 | 1,3 | 11,8 | 1,2 | 0,9 | 0,3 |
| 1987 | ha | 25095 | 13376 | 6826 | 381 | 3789 | 723 | 432 | 291 |
| | % | 100,0 | 53,3 | 27,2 | 1,5 | 15,1 | 2,9 | 1,7 | 1,2 |
| 2000 | ha | 25095 | 13024 | 6776 | 452 | 3919 | 924 | 621 | 303 |
| | % | 100,0 | 51,9 | 27,0 | 1,8 | 15,6 | 3,7 | 2,1 | 1,6 |
| 2015 | ha | 25095 | 8081 | 6650 | 1340 | 4084 | 4940 | 1050 | 3890 |
| | % | 100,0 | 32,2 | 26,5 | 5,3 | 16,3 | 19,7 | 4,2 | 15,5 |
| Docelowo 2030 – 2050 | ha | 25095 | 4668 | 5270 | 3460 | 4317 | 7380 | 1630 | 5750 |
| | % | 100,0 | 18,6 | 21,0 | 13,8 | 17,2 | 29,4 | 6,5 | 22,9 |

Źródło: Obliczenia własne.

Z danych tabeli 1 wynika, że w latach 1955 – 2000 w części zlewni Kłodnicy objętej osiadaniem terenu zaznaczyły się bardzo niekorzystne tendencje wyrażające się spadkiem użytków rolnych o 2103 ha, a lasów i gruntów leśnych o 800 ha. Stwierdzono wzrost terenów wodnych o 239 ha i nieużytków różnej genezy o 789 ha. W grupie geomechanicznych przyczyn dewastacji gruntów na uwagę zasługuje przyrost o 1881 ha terenów zabudowanych tj. użytków technicznych. Oznacza to wzrost tej kategorii użytkowania gruntów w stosunku do 1995 r. wynoszący 92,3%. W tym okresie zanotowano gwałtowny przyrost nieużytków trawiastych i trawiasto – krzaczastych (300 ha), co świadczy o wroście zawodnienia gruntów, powodujące trudności w ich uprawie, zwłaszcza w okresie wiosennym.

Jak się przewiduje [Wrona, 1997, 1994, 1996] w latach 2000 – 2015 nastąpi dalszy ubytek gruntów. Na omawianym obszarze oznaczać będzie spadek użytków rolnych o 4943 ha oraz lasów i gruntów leśnych o 126 ha. Równocześnie nastąpi przyrost terenów wodnych (+885 ha) i nieużytków (+4016 ha). W okresie docelowym obejmującym lata 2015 – 2050 w skrajnym przypadku rozwoju procesów dewastacyjnych spadek użytków rolnych wynosić może blisko –3500 ha, a lasów i gruntów leśnych -600 ha. Nastąpi wzrost terenów wodnych o ponad +2100 ha i nieużytków o dalsze +2440 ha. Wydaje się, że restrukturyzacja górnictwa winna wymusić na tym obszarze zmiany sposobu eksploatacji, co przyczyniłoby się do minimalizacji szkód górniczych w rolnictwie, leśnictwie i infrastrukturze technicznej.

7. OCHRONA WALORÓW PRZYRODNICZYCH

Pomimo ogromnych przekształceń gruntów rolnych i leśnych w zlewni Kłodnicy na uwagę zasługują funkcjonujące w tych warunkach walory przyrodnicze. Do najcenniejszych walorów przyrody zalicza się:

- rezerwat „Ochojec” o powierzchni 26,77 ha, utworzony w 1982 r. stanowiący 100 letni łąg olszowy ze stanowiskiem liczydła górskiego (*Streptopus amplexifolius*) położony w dolinie Ślepiotki (Katowice),
- rezerwat „Las Dąbrowa” na granicy Gliwic i gminy Sońnicowice – 2 km odległości w linii prostej od portu Gliwice z występującymi gatunkami chronionymi jak: wawrzynek wilcze łyko, listera jajowata, kopytnik pospolity, marzanka wonna, konwalia majowa, kruszyna pospolita, porzeczka czarna, ciemiężca zielona i kalina koralowa,
- ogród botaniczny w Zabrze założony w 1922 r. o powierzchni 12 ha, cechujący się występowaniem 262 gatunków i odmian drzew. Jest to jedna z największych kolekcji dendrologicznych w aglomeracji górnośląskiej,
- użytek ekologiczny „Zródła Kłodnicy” z porastającym lasem łągowym, przy czym najstarsze gatunki olchy czarnej osiągają do 200 cm obwodu. Z roślin chronionych występują tu: wawrzynek wilcze - łyko, kopytnik pospolity, kruszyna pospolita i kalina koralowa,
- użytek ekologiczny „Kłodnica – Stary Panewnik” z meandrującą Kłodnicą i licznymi stanowiskami bagna zwyczajnego,

- użytek ekologiczny „Dolina Górnej Ślepiotki” obejmująca meandracją ciek (Ślepiotka) i 2 stawy rozlewiskowe z ciekawą fauną motyli (rusałka żałobnik, rusałka pawik, rusałka admirał),
- użytek ekologiczny „Dolina Potoku Kokociniec” stanowiący enklawę półnaturalnej roślinności, siedlisk łągowych z zachowanymi płatami lasu i zarośli olchowo – wierzbowych.

Z zadrzewień przydrożnych na uwagę zasługują (wybrane przykłady):

- aleja platanowa złożona z 20 egzemplarzy platana klonolistnego o obwodach 175 cm do 270 cm przy ul. Krakusa w Zabrze,
- aleja kasztanowa w Ligocie Łąbeckiej złożona ze 151 egzemplarzy kasztanowca białego o obwodach od 175 cm do 295 cm w dobrym stanie zdrowotnym. Długość alei wynosi 1200 m.

W zadrzewieniach o charakterze parkowym rośnie kilkadziesiąt egzemplarzy drzew o cechach pomnikowych. Na szczególną uwagę zasługują bardzo okazałe drzewa:

- klon srebrzysty odmiana „Pyramidale” o obwodzie 360 cm w parku w Gliwicach – Łąbędach,
- tulipanowiec amerykański o obwodzie 220 cm w parku w Gliwicach Łąbędach,
- topola biała o obwodzie 460 cm w parku miejskim w Gliwicach,
- topola kanadyjska późna (Serotina) o obwodzie 407 cm w parku im. Janasa w Rudzie Śl.,
- topole czarne (Sokora) w Gliwicach Trynku (11 szt.) o obwodach od 380 cm do 486cm, 1 egzemplarz o obwodzie 580 cm rosnący w Zabrze Biskupicach,
- jarzab szwedzki o obwodzie 225 cm w parku miejskim im. Chopina w Gliwicach,
- wiąz szypułkowy o obwodzie 265 cm w parku miejskim im. Chopina w Gliwicach.

Jak się ocenia w całej zlewni Kłodnicy w granicach aglomeracji katowickiej występuje ponad 100 drzew o charakterze pomnikowym [Wrona, 1997]. Na uwagę zasługują lasy maciejowskie w Zabrze w których występuje wawrzynek wilcze - łyko oraz lasy panewnickie wchodzące w skład katowicko – mikołowskiego obszaru chronionego krajobrazu. Występują tu liczne enklawy roślinności o różnym stopniu naturalności. Wśród zieleni urządzonej na uwagę zasługuje park przyklasztorny w Panewnikach o powierzchni 16,6 ha przy bazylice św. Ludwika. Drzewostan parku tworzą m.in. lipa drobnolistna, klon pospolity, klon jawor, dąb szypułkowy, robinia akacjowa, i różne gatunki topól w tym ekonomiczne topole włoskie. W dolinie Kłodnicy, w parku zachowały się płaty naturalnego łągu olszowo – jesionowego z licznymi pomnikowymi egzemplarzami olszy czarnej.

W obszarze podlegającym, jak już stwierdzono olbrzymim osiadaniom gruntów i zawodnieniom terenu rosną (pomimo bliskości Zakładów Koksochemicznych „Makoszowy”) starodrzewy sosnowe w bardzo dobrej kondycji zdrowotnej w wieku 105 – 130 lat. W przypadku nie ograniczenia osiadania gruntów sosny te oraz całe ekosystemy leśne zostaną skazane na zagładę (zatonienie).

Z roślin chronionych na uwagę zasługuje: bluszcz pospolity, barwinek pospolity, kruszczyk szerokolistny, konwalia majowa, marzanka wonna, kruszyna pospolita, kalina koralowa, wawrzynek wilcze - łyko i inne występujące w parkach i podmiejskich

lasach w Zabrze, Gliwicach, Bytomiu, Katowicach i Rudzie Śl. oraz grąźel żółty w niektórych stawach antropogenicznego pochodzenia w Bytomiu i Zabrze.

Z licznych stanowisk ptaków w dolinie Kłodnicy na uwagę zasługuje rejon rozległych, nieużytkowanych obecnie łąk w rejonie zbiornika Pławniowice (+ akweny wodne Dzierzna Dużego i Dzierzna Małego) gdzie występuje kilkadziesiąt gatunków lęgowych i przelotowych.

Stwierdzić należy, że dysponujemy szczegółowym rozpoznaniem stopnia degradacji powierzchni ziemi w zlewni Kłodnicy, przy czym dane te są wiarygodne, uzyskane m.in. w wyniku interpretacji zdjęć lotniczych.

Ponadto dysponujemy wynikami inwentaryzacji przyrodniczej (niepełnej) pozwalającej ocenić stan zachowania walorów przyrodniczych i obiektów, które powinny być objęte ochroną prawną.

8. LITERATURA

- [1] *Atlas deformacji terenów górniczych województwa katowickiego*. Mat. P.W. 10.2. IPIŚ PAN, GIG, Katowice, Zabrze (1984)
- [2] DUBEL K., Wrona A.: *Obszary chronionego krajobrazu w województwie katowickim*. Prace i Studia, IPIŚ PAN, nr 33, (1988)
- [3] WRONA A., Skorzynski J.: *Opracowanie monografii parków województwa katowickiego*. Maszynopis IPIŚ PAN Zabrze (1985)
- [4] WRONA A.: *Analiza i ocena zmian wykorzystania i degradacji powierzchni ziemi w rejonie aglomeracji górnośląskiej*. Synteza pięcioletnich badań w CPBP 04.10, IPIŚ PAN Zabrze (1990)
- [5] WRONA A.: *Problemy ochrony gruntów rolnych w środkowej części zlewni Kłodnicy*. Informacje rolnicze Woj. Ośrodka Doradztwa Rolniczego, 1/10, s. 29-38. Mikołów (1991)
- [6] WRONA A.: *Problemy degradacji i ochrony powierzchni ziemi oraz walorów przyrody w zlewni Kłodnicy*, Maszynopis IPIŚ PAN, Zabrze (1997)
- [7] WRONA A.: *Ekstremalne przekształcenia środowiska typu hydrologicznego w części zlewni Kłodnicy związane z eksploatacją węgla kamiennego*. Materiały Sympozjum Jubileuszowego Polskiego Towarzystwa Geofizycznego, s. 200-207 Warszawa (1997)
- [8] WRONA A.: *Zastosowanie metod teledetekcyjnych do oceny stanu i zmian użytkowania gruntów miasta Zabrze*. Archiwum Ochrony środowiska, nr 1-2, s.129-146 (1994)
- [9] WRONA A.: *Grunty zdewastowane w dzielnicy przemysłowo – składowej Gliwice – Ligota Zabrska*. Archiwum Ochrony Środowiska, nr 1-2, s. 109-132, (1996)
- [10] WRONA A.: *Dynamika zmian użytkowania ziemi miasta Zabrze w latach 1973 – 1996 r.* Przyroda i Człowiek z.9, s.199-225 (1999)

Ireneusz WRÓBEL, Sebastian WĘCLEWSKI

**TRANSGRANICZNE CZWARTORZĘDOWE WODY
PODZIEMNE PRADOLIN I DOLIN RZECZNYCH
W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM**

**TRANSBOUNDARY QUATERNARY GROUND WATERS OF
MARGINAL STREAM VALLEYS AND RIVER VALLEYS IN
THE LUBUSKIE PROVINCE**

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

Omówiono zasoby wód podziemnych zgromadzone w obrębie pradolin: Toruńsko-Eberswaldzkiej, Warszawsko-Berlińskiej, Głogowsko-Baruckiej. Zgromadzone tam czwartorzędowe wody podziemne charakteryzują się dobrą jakością, a warunki hydrologiczne umożliwiają ich dogodnie ujmowanie. Pradoliny tworzą międzynarodowy, Polsko-Niemiecki zbiornik wód podziemnych o dużym znaczeniu gospodarczym. Jest on coraz bardziej narażony na zanieczyszczenie przez pozostałe zanieczyszczenia środowiska (wody powierzchniowe, kwaśne deszcze, itd). Wspólnym celem sąsiadujących państw jest dbałość o czystość transgranicznych wód podziemnych tak jak i innych komponentów środowiska.

Summary

The paper discusses the resources of the underground water accumulated in the area of the following ice marginal valleys: Toruń-Eberswald, Warsaw-Berlin, Głogów-Barucka. The quaternary underground water accumulated in the above-mentioned regions is of good quality and the hydrologic conditions allow its convenient intake. The said ice marginal valleys form the international Polish-German underground water reservoir of great economic importance. However, it is more and more exposed to contamination owing to the other already polluted elements of the environment (surface waters, acid rains, etc.). The mutual objective of the neighbouring countries is to provide constant care of the clearness of the underground waters as well as other components of the environment.

1. WSTĘP

Wody podziemne stanowią w skali globalnej niewielki ułamek ogólnych zasobów hydrosfery. W sferze działalności produkcyjnej i bytowo-gospodarczej człowieka z zasobów wód podziemnych pokrywane są potrzeby wodne w 90-100%. Wody podziemne występują w litosferze wszędzie, gdzie znajdują się wolne przestrzenie, umożliwiające ruch wody (szczeliny, kawerny, pory). Dzięki ruchowi wody w wolnych przestrzeniach litosfery, wody podziemne stają się dobrem transgranicznym. Również możliwość występowania wody w trzech stanach skupienia w normalnych warunkach fizyczno-geograficznych i ich uczestnictwo w małym i dużym obiegu wody w przyrodzie, czyni wodę surowcem (kopaliną) o znaczeniu ponadregionalnym. Wody podziemne występujące w górnych warstwach litosfery są zasobami odnawialnymi. Odnawialność zasobów wód gruntowych następuje szybciej w strefie pierwszego przypowierzchniowego horyzontu wodonośnego na obszarach dolin rzecznych i pradolin.

Zmiany wartości pH w wyniku zasilania horyzontów wód gruntowych kwaśnymi deszczami spowoduje zmiany innych wskaźników chemicznych. Również zanieczyszczone wody powierzchniowe (płynące i stojące) będą wywierały niekorzystny wpływ na hydrochemizm wód gruntowych.

2. WPROWADZENIE

W literaturze naukowej i popularno-naukowej zdecydowanie więcej miejsca poświęca się wodzie powierzchniowej, szczególnie wodzie rzek i jezior. Dokładnie rozpoznane są i opisane przyczyny i efekty ich degradacji. Wody podziemne często traktowane są jako problem marginalny (zgodnie z filozofią: „problemu nie ma tak długo jak go nie widać”), co sprowadza się do faktu, że przeciętny obywatel niewiele wie o ich zasobach, rozprzestrzenianiu i potrzebie ich ochrony.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie problematyki hydrogeologicznej w ujęciu ponadregionalnym, z uwzględnieniem regionu Środkowego Nadodrza. Dotyczy ona przede wszystkim występowania w tym regionie znacznych zasobów czwartorzędowych wód podziemnych. Zasoby te stanowią część ogromnych zbiorników wód podziemnych, mieszczących się w 3 pradolinach: Toruńsko-Eberswaldzkiej, Warszawsko-Berlińskiej, Głogowsko-Baruckiej. Pradoliny tworzą „międzynarodowy” zbiornik czwartorzędowych wód podziemnych o dobrych warunkach hydrogeologicznych, dogodnych do ujmowania. W interesie państw korzystających z tych zasobów, Polski i Niemiec, powinna być ponadregionalna polityka zmierzająca do ich ochrony poprzez:

- eksploatację bez naruszania naturalnego bilansu wodnego
- ochronę przed zanieczyszczeniem

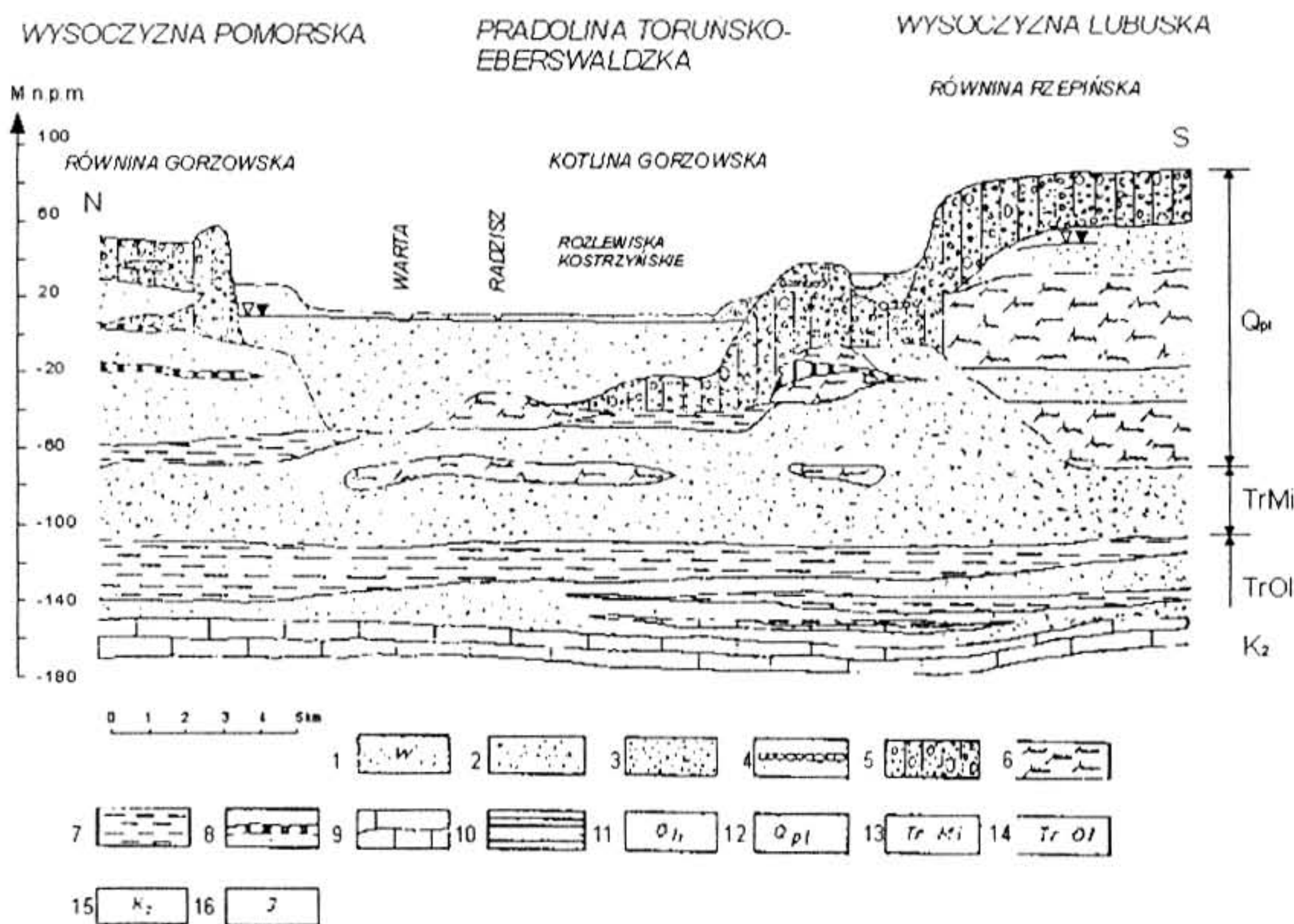
Ponadto zbiorniki wód podziemnych o tak znacznych zasobach kwalifikują się do tego, aby uwzględnić problem ich ochrony w skali globalnej. Istotnym zagrożeniem jest wpływ zmian klimatu na zasoby wodne. Rosnący poziom gazów cieplarnianych może spowodować wzrost średniej temp. powietrza o 1,5-4,5°C w ciągu 100 lat. Zmiany temp. prowadzące do wzrostu opadu i parowania o ponad 5% zakłóca tradycyjny obieg wody w przyrodzie. Przewiduje się, że w regionie środkowego Nadodrza średnia temp. podniesie się z 8 na 12°C. Konsekwencją tego będzie zwiększenie ewaporacji, nie rów-

noważone zwiększonymi opadami. Ostatecznym efektem będzie ubożenie omawianych zasobów wodnych. W świetle zwiększającego się stale zapotrzebowania na wodę i zwiększania eksploatacji wód podziemnych można się w najbliższej przyszłości spodziewać pogłębiającego się deficytu wody w omawianym regionie.

2. UWARUNKOWANIA FIZYCZNO-GEOGRAFICZNE

Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka (rys.1) - makroregion naturalny w środkowej i zachodniej Polsce oraz we wschodnich Niemczech, część podprowincji Pojezierza Południowobałtyckiego, ciągnący się równoleżnikowo pomiędzy Pojezierzem Południowopomorskim i Chełmińsko-Dobrzyńskim na północy, a Pojezierzem Lubuskim i Wielkopolskim na południu. Powierzchnia (w granicach Polski) wynosi 7169 km². Pradolina w pomorskiej fazie ostatniego zlodowacenia stanowiła drogę odpływu wód lodowcowych w kierunku zachodnim. Obecnie poszczególne części pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej wykorzystują Wisła, Brda, Noteć, Warta i Odra. Pradolina składa się z szeregu odcinków o zróżnicowanej szerokości, od wschodu są to Kotliny: Płocka, Toruńska, Gorzowska i na pograniczu polsko-niemieckim Freienwaldzka oraz Dolina Środkowej Noteci [1].

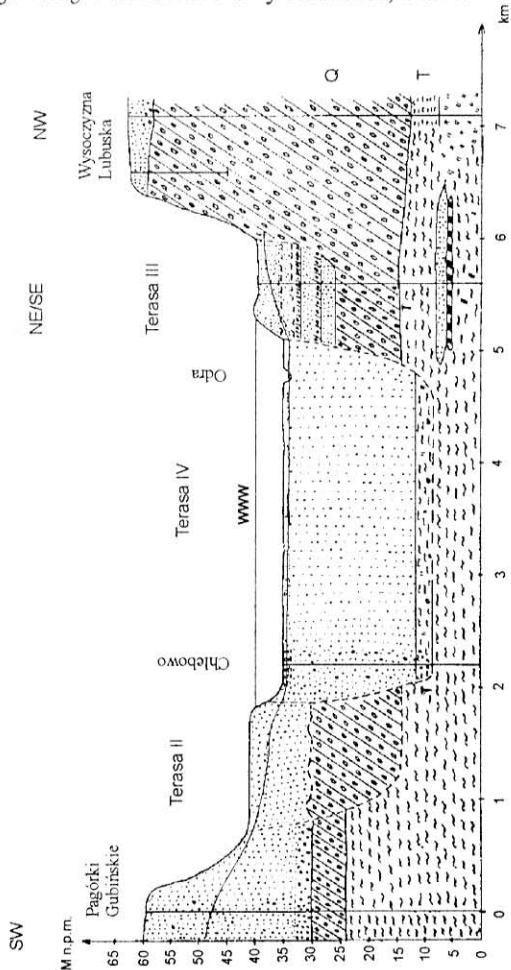
W granicach Środkowego Nadodrza znajduje się Kotlina Gorzowska, stanowiąca zachodnią, największą część pradoliny [Wróbel, 1978].



Rys. 1 Przekrój geologiczny przez Pradolinę Toruńsko-Eberswaldzką.

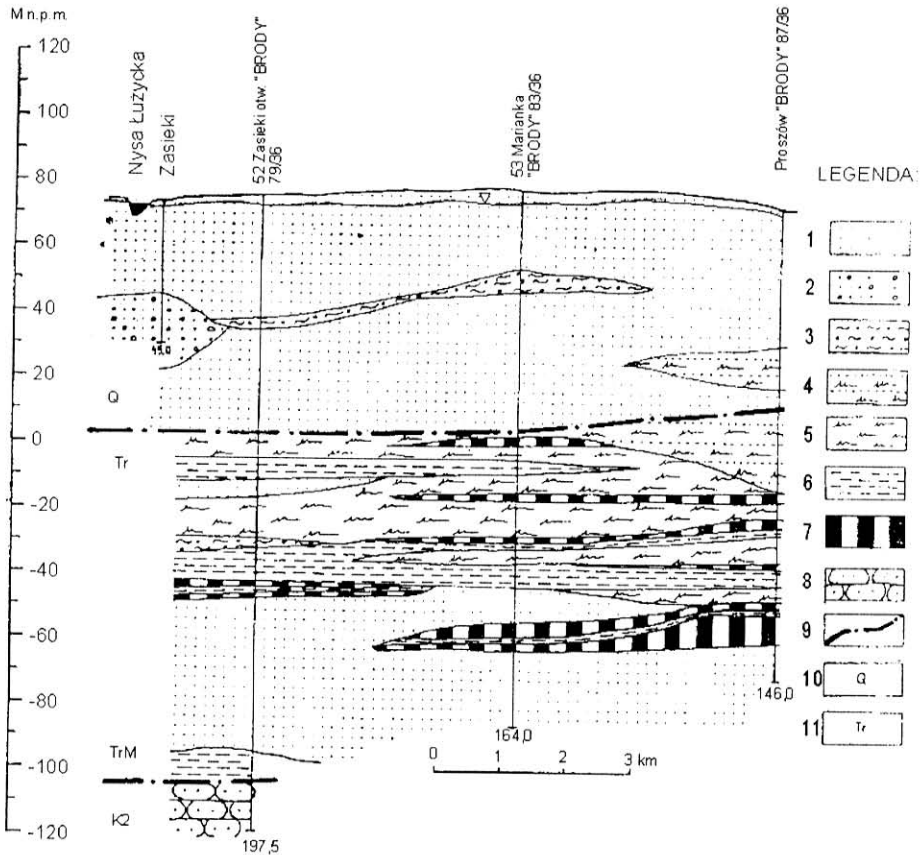
Objaśnienia: 1-piaski wydymowe, 2-piaski, 3- piaski z domieszką żwiru, 4-bruki morenowe, 5-gliny morenowe, 6-mułki, pyły, gliny pylaste, 7-ilty, 8-węgle brunatne, 9-kreda, margiel, 10-iłowce, mułowce, 11- osady czwartorzędowe – holocen, 12-osady czwartorzędowe – plejstocen, 13-osady trzeciorzędowe – miocen, 14-osady trzeciorzędowe – oligocen, 15-osady górnokredowe, 16-osady jurajskie.

Pradolina Warszawsko-Berlińska (rys. 2) - najdłuższa pradolina na obszarze Polski, ciągnąca się równoleżnikowo od okolic Warszawy na wschodzie po okolice Berlina na zachodzie. Z Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej odprowadzane były wody na zachód w czasie fazy leszczyńskiej ostatniego zlodowacenia. Obecnie pradolina wykorzystywana jest przez odcinki rzek (od wschodu): Wisły, Bzury, Neru, Warty, Obry, Odry i Sprewy. Zachodnia część pradoliny (tzw. Pradolina Warciańsko-Odrzańska) i środkowa (Dolina Konińska, Kotlina Kolska) stanowią w zasadzie odrębne regiony fizycznogeograficzne, część wschodnią włącza się w obręb Kotliny Warszawskiej i Równiny Łowicko-Błońskiej. W niektórych opracowaniach dołącza się do Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej dodatkowy odcinek na północnym wschodzie biegnący dolinami: Narwi, Biebrzy, Niemna i Meczanki, używając terminu Pradolina Wileńsko-Warszawsko-Berlińska [1]. W granicach Środkowego Nadodrza wydzielić można kotliny: Kargowską, Osiecznica-Nowy Raduszec, Białków-Drzeńsk [Wróbel, 1989]



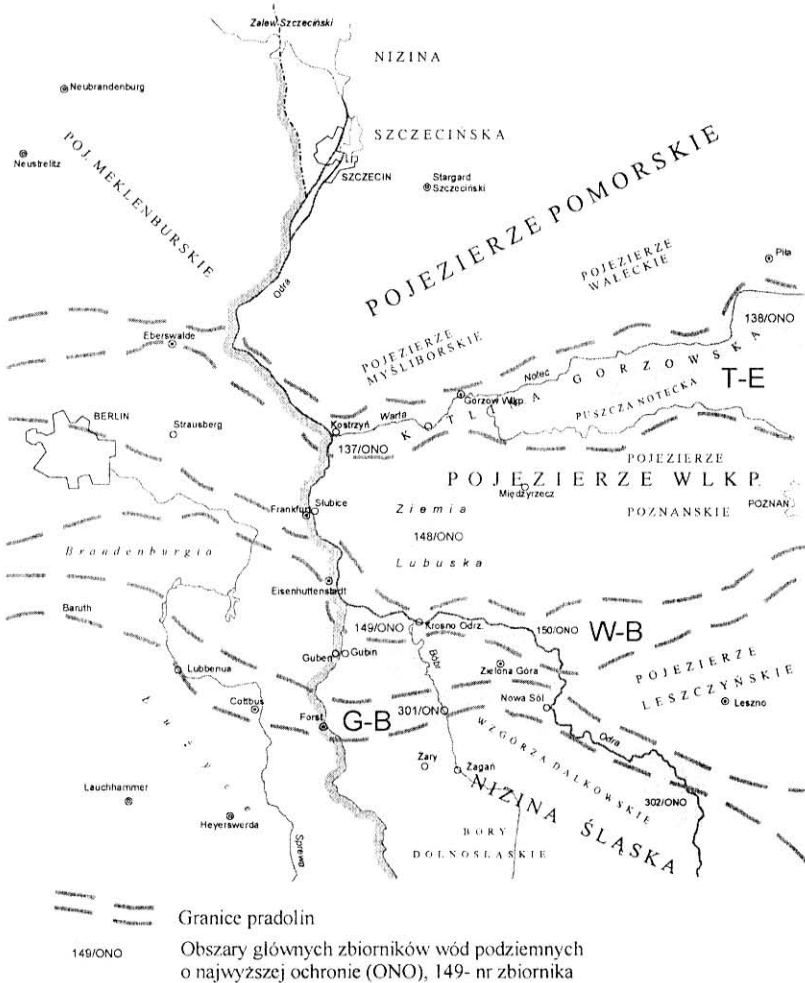
Rys. 2 Przekrój przez pradolinę Warszawsko-Berlińską (wg J. Stanisławczyka)

Pradolina Głogowsko-Barucka (rys. 3) – nazwa pochodzi od miejscowości Głogów i Baruth, jednak w literaturze polskiej często używa się nazwy Pradolina Barycko-Głogowska. Pierwszy człon tej nazwy pochodzi od rzeki Baryczy, która wykorzystuje wschodnią część pradoliny. W obrębie Pradoliny Głogowsko-Baruckiej można wydzielić w granicach Środkowego Nadodrza cztery kotliny: Barszcia, Krzystowicką, Nowosolską i Baryczy [1, Wróbel, 1989].



Rys. 3 Przekrój geologiczny przez Pradolinę Głogowsko-Barucką; Kotlina Barszcia.
 Objasnienia: 1-piaski, 2-piaski z dom. żwiru i otoczków, 3-gliny morenowe, 4-mułki, pyły z prze-warstw. piasków drobnych i pylastych, 5-mułki, mułowce, 6-ilty, ilowce, 7-węgle brunatne, 8-piaszkowce, 9-granice stratygraficzne, 10-trzeciorzęd.

Na rys. 4 pokazano przebieg omawianych pradolin przez Ziemię Lubuską.



Rys. 4 Przebieg pradolin przez Ziemię Lubuską – rezerwuary czwartorzędowych wód podziemnych; T-E – Toruńsko-Eberswaldzka, W-B – Warszawsko-Berlińska, G-B – Głogowsko-Barucka

3. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE POZIOMÓW CZWARTORZĘDOWYCH

Pod względem hydrogeologicznym Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka stanowi jeden z największych w Europie rezerwarów plejstocenijskich wód podziemnych. Poziom

ten zasilany jest bezpośrednio opadami atmosferycznymi, wynoszącymi w strefie Kotliny Gorzowskiej 516 mm rocznie, oraz wodami powierzchniowymi płynącymi pradoliną rzek Warty i Noteci z ich licznymi dopływami. Zasoby statyczne wód podziemnych występujących w czwartorzędowych osadach piaszczysto-żwirowych Kotliny Gorzowskiej, przy założeniu, że jej długość wynosi około 150 km, średnia szerokość 10 km, przeciętna grubość warstwy wodonośnej 20 m oraz współczynnik odsączalności 0,20 wyniosą 6 km^3 . Pod względem fizyczno chemicznym wody podziemne Kotliny Gorzowskiej charakteryzują się podwyższonymi zawartościami Fe i Mn. Pozostałe parametry odpowiadają wymogom norm dla wód pitnych [Wróbel, 1978].

Przewodność wodna w Pradolini wynosi od $4,8 \text{ m}^2/\text{h}$ do około $200 \text{ m}^2/\text{h}$, przeważnie osiąga ona wartość w granicach $20\text{-}50 \text{ m}^2/\text{h}$ [Nałęcki, 1990]. Wydajność pojedynczych studzien dochodzi do $500 \text{ m}^3/\text{h}$, najczęściej osiąga $20\text{-}50 \text{ m}^3/\text{h}$, przy ich wydatku jednostkowym wahającym się od 1 do $30 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$, przeciętnie $5\text{-}20 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$ [Nałęcki, 1990].

Kolejny ważny zbiornik czwartorzędowych wód podziemnych to Pradolina Warszawsko-Berlińska. Miąższość poziomów wodonośnych wahają się przeciętnie w granicach $25\text{-}50 \text{ m}$ [Nałęcki, 1990]. Współczynnik filtracji przyjmuje wartości do $3\cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Przewodność zawiera się w granicach $24,7\text{-}158,3 \text{ m}^2/\text{h}$ [Nałęcki, 1990].

Miąższość osadów czwartorzędowych pradoliny w rejonie Środkowego Nadodrza jest zróżnicowana i osiąga na obszarze Kotliny Kargowskiej $95\text{-}115 \text{ m}$, w tym osadów piaszczystych jest ponad 50 m . Duże miąższości tych osadów stwierdzono również w dolinie Nysy Łużyckiej: $107\text{-}127 \text{ m}$. Najmniejsze miąższości czwartorzędu stwierdzono w okolicach Czerwieńska, gdzie spływają się one do 2 m . Wody podziemne Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej wykazują dużą zmienność chemizmu. Odnotowuje się podwyższone stężenia Fe i Mn. Pradolina stanowi poważny rezerwuar wody pitnej dla Zielonej Góry, nie pokrywa jednak w pełni potrzeb wodnych miasta, ze względu na trudne do osiągnięcia parametry jakościowe wody pitnej [Wróbel, 1989].

W części Pradoliny Głogowsko-Baruckiej znajdującej się w granicach Środkowego Nadodrza istotną rolę dla zaopatrzenia w wodę i gromadzenia wód podziemnych spełniają wymienione wcześniej kotliny [Wróbel, 1989]:

- a) Kotlina Barszcia – osady czwartorzędowe reprezentowane są tu przez serię piaszczysto-żwirową o miąższości 80 m , z niewielkimi, kilkumetrowej miąższości przewarstwieniami gliny morenowej lub mułku. Wśród tych osadów występuje z reguły jeden poziom wodonośny. Na obszarze Kotliny Barszcia występuje jeden z największych zbiorników wysokiej jakości wód podziemnych w Polsce Południowo-Zachodniej. Jego powierzchnia wynosi około 140 km^2 , miąższość wodonośna zmienia się w granicach od 50 do 80 m . Zasoby statyczne wynoszą około $2,16\cdot 10^9 \text{ m}^3$ [Wróbel, 1988]
- b) Kotlina Krzystowicka – miąższość osadów piaszczysto-żwirowych wynosi $20\text{-}40 \text{ m}$, poziom wód gruntowych ma głębokość $5\text{-}10 \text{ m}$.
- c) Kotlina Nowosolska – na obszarze pradoliny występuje 1 poziom wodonośny związany z osadami piaszczysto-żwirowymi. Miąższość warstwy wodonośnej waha się w granicach $5\text{-}25 \text{ m}$, przeciętnie 15 m . Warstwa wodonośna jest dobrze wykształcona, a wydajność ujęć znaczna i stanowi bazę dla ujęcia miejskiego Nowej Soli (zasoby eksploatacyjne $468 \text{ m}^3/\text{h}$). Pod względem chemi-

zmu, wody podziemne omawianej kotliny, są silnie żazelazone ($1,0 - 12,0 \text{ mg/dm}^3$) i zamanganione (do $1,3 \text{ mg/dm}^3$).

Po stronie niemieckiej najlepsze warunki hydrogeologiczne w czwartorzędzie zbiornika polsko-niemiecko panują w obrębie omawianych pradolin [Kleczkowski, 1979]. Główne pradoliny mają liczne odgałęzienia, są połączone z odcinkami mniejszych dolin. Ich szerokość bywa bardzo duża – kilka do kilkadziesiąt kilometrów. Miąższość osadów wodonośnych, zbudowanych z piasków i żwirów, wynosi średnio 15-30 m, w przygłębieniach osiąga 60-70 m, maksymalnie 150 m. Prędkość przepływu wód w pradolinach kształtuje się od 1 m/d w piaskach do 10 m/d w żwirach. Współczynniki filtracji mają wartość $6 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Tworzy pradolinne zasilane są przez wody opadowe; infiltrowuje około 40% opadów. W pradolinach istnieją bardzo dogodne warunki do ujmowania znacznych ilości wód podziemnych. Dawny Berlin Zachodni dla zaopatrzenia w wodę ludności i przemysłu ujmował wodę w ilości około $615\,000 \text{ m}^3/\text{d}$. Około $125\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ wody czerpano z związku z potrzebą obniżenia zwierciadła wody dla budownictwa [Kleczkowski, 1979].

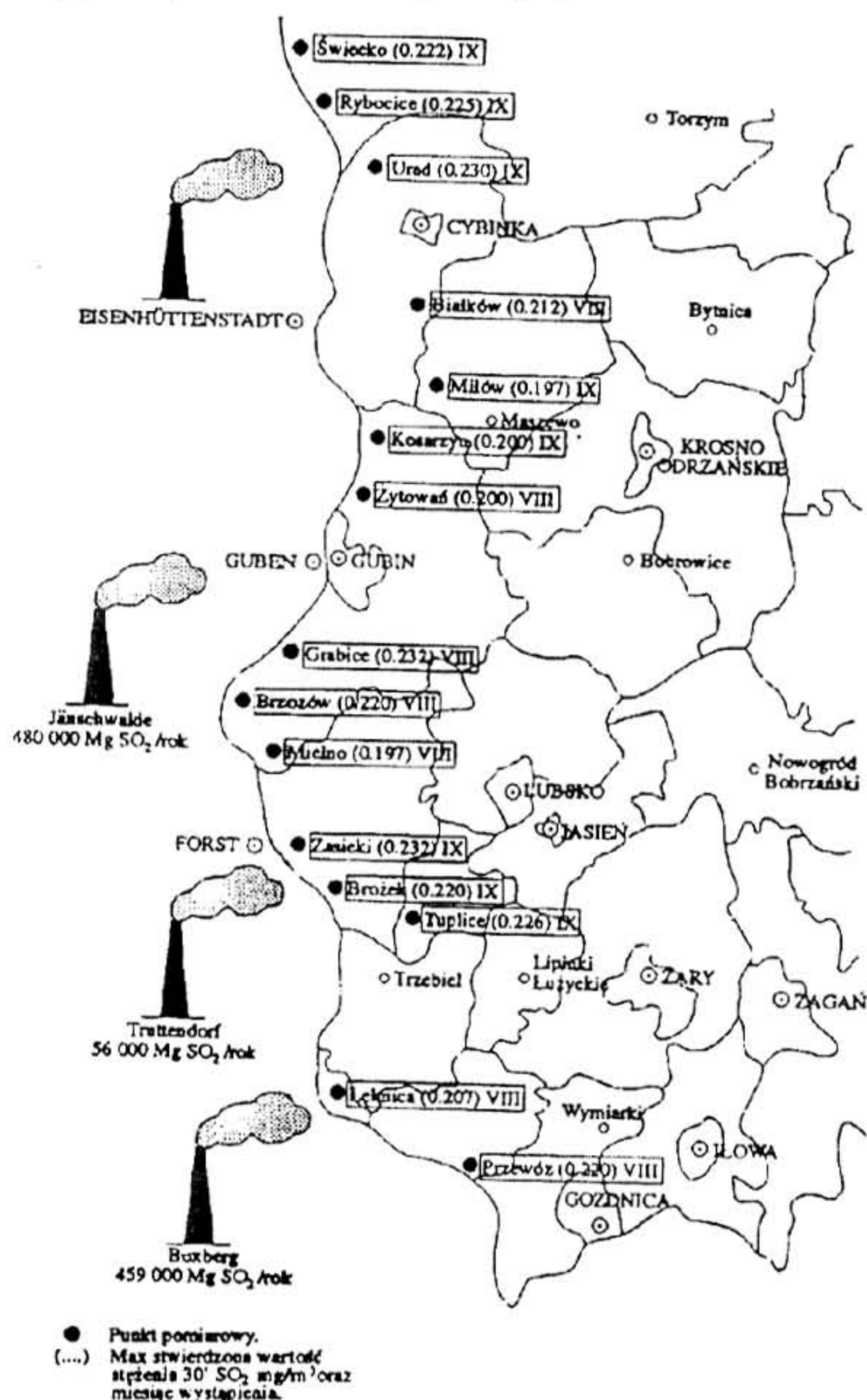
Pod względem jakości wody czwartorzędowe w obrębie pradolin i dolin rzecznych wykazują niższą twardość. Często zawierają podwyższone wartości żelaza i manganu. Często wykazują także wysoką utlenialność powodowaną przez substancje organiczne pochodzenia roślinnego (humusowe), co niekiedy powoduje intensywniejsze zabarwienie. Wody w utworach czwartorzędowych mogą również pozostawać pod wpływem zasolenia geogenicznego [Kleczkowski, 1979]. Kwaśne deszcze, które stanowią podstawowe źródło zasilania dla czwartorzędowych horyzontów wodonośnych występujących w obrębie pradolin i dolin rzecznych, powodują obniżenie odczynu pH i w konsekwencji dalsze zmiany hydrochemizmu

4. PODSUMOWANIE

- Wody powierzchniowe płynące wzdłuż granic państwowych oraz wody podziemne przypowierzchniowe wypełniające osady stanowiące podłoże dolin rzecznych, są dobrem wspólnym, ponadnarodowym i powinny być chronione przez sąsiadujące ze sobą społeczności.
- Wody powierzchniowe tworzące linię granicy państwowej: Nysy Łużyckiej i Odry, na większości odcinków wg przeprowadzonych badań WIOŚ w Zielonej Górze w 1999 r., kwalifikowane były jako pozaklasowe. Wyjątkiem były wody Nysy Łużyckiej od Łęknicy do Gubina oraz wody Odry od ujścia Pliszki do Łłubic – zaliczane do III klasy czystości. Główny dopływ Odry – Warta, przepływająca przez Kotlinę Gorzowską również zakwalifikowana została jako rzeka z wodami pozaklasowymi.
- Na zachodnich obszarach Ziemi Lubuskiej, obserwuje się stosunkowo intensywne zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego dwutlenkiem siarki (SO_2), emitowanym przez przemysł, który został usytuowany po zachodniej stronie Nysy Łużyckiej i Odry (rys. 5) W ciągu roku w omawianym regionie przeważają wiatry z kierunków zachodnich i południowo-zachodnich. W wyniku łączenia się SO_2 z wilgocią przemieszczającą się z nad Atlantyku, dochodzi do powsta-

wania tzw. Kwaśnych deszczów, które z kolei zasilają wody podziemne horyzontów czwartorzędowych dolin rzecznych i pradolin.

- Zasilane kwaśnymi deszczami wody podziemne pradolin oraz zanieczyszczonymi wodami rzeczными Nisy Łużyckiej, Odry i Warty przemieszczają się w kierunku zachodnim i północno-zachodnim
- Wody podziemne poziomów czwartorzędowych pradolin stanowią podstawowe źródło zaopatrzenia w wodę bytowo-gospodarczą i przemysłową wielu dużych aglomeracji miejskich po obu stronach granicy polsko-niemieckiej (Berlina, Warszawy, Gorzowa Wlkp, Zielonej Góry, Kostrzynia, Gubina, Cottbus itp.
- Wspólnym nadrzędnym interesem sąsiadujących ze sobą państw jest dbałość o czystość poszczególnych komponentów środowiska naturalnego: powietrza, wód powierzchniowych i podziemnych, gleb itp. W celu zapewnienia zdrowia zamieszkałej po obydwu stronach granicy społeczności.



Rys. 5 Transgraniczne zanieczyszczenia powietrza wg badań WIOŚ w Zielonej Górze.

5. LITERATURA

- [1] *Encyklopedia geograficzna świata, t. X: Polska*. Wyd. OPRES, Kraków (1997)
- [2] KLECZKOWSKI A. S.: *Hydrogeologia ziem wokół Polski*. Warszawa (1979)
- [3] KLECZKOWSKI A. S.: *Objaśnienia mapy obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (G.Z.W.P.) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000*. Wyd AGH, Kraków (1990)
- [4] KONDRACKI J.: *Geografia fizyczna Polski*. PWN. Warszawa (1978)
- [5] KRYGOWSKI B.: *Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. I. Geomorfologia*. Pozn. Tow. Przyjaciół Nauk Poznań (1961)
- [6] NAŁĘCKI T.: *Charakterystyka własności hydrologicznych porowych GZWP*. Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) w Polsce – własności hydrogeologiczne, jakości wód, adania modelowe i poligonow. Kraków (1990)
- [7] Prac zbiorowa pod red. Damczyk K., Demidowicz M., Lewicki Z.: *Stan środowiska w województwie lubuskim w 1999 roku*. Wyd. Biblioteki Monitoringu Środowiska. Zielona Góra-Gorzów (2000)
- [8] WRÓBEL I.: *Ochronić zbiornik wód podziemnych Kotliny Gorzowskiej!*, Aura nr 4 (1978)
- [9] WRÓBEL I.: *Dynamika wód podziemnych poziomów czwartorzędowych w międzyrzeczu Nysy Łużyckiej i Lubszy w woj. zielonogórskim*. Zesz. Nauk. Nr 48 W.S.Inż. w Zielonej Górze. Zielona Góra (1988)
- [10] WRÓBEL I.: *Wody podziemne Środkowego Nadodrza i problemy ich ochrony*. WSInż Zielona Góra (1989)

Izabela ZNAMIROWSKA-KARAŚ

**PROCESY GLEBOTWÓRCZE I GLEBOWE ZACHODZĄCE NA
HAŁDACH ODPADÓW Z WYDOBYCIA ŁUPKÓW
ŁYSZCZYKOWYCH, IŁÓW I GLIN CERAMICZNYCH W
REJONIE SUDETÓW**

**THE SOIL FORMING PROCESSES DEPENDING ON THE
WASTE MATERIAL OF MICA-SCHIST, LOAM
DUMPS NEAR SUDETY MTS.**

Akademia Rolnicza we Wrocławiu
Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego
Agricultural University of Wrocław
Institute of Soil Science and Agricultural Environment Protection

Streszczenie

Celem pracy była próba określenia przebiegu procesów glebotwórczych i glebowych w zależności od czasu, kierunku prowadzonej rekultywacji i rodzaju deponowanego materiału na badanych zwalówiskach. Badania prowadzono w latach 1996-1997. Badaniami objęto 2 profile glebowe na zwalówiskach po eksploatacji łupka lyszczkowego w Krobicy i 2 profile glebowe na zwalówiskach po eksploatacji ilów ogniotrwałych w Jaroszowie. Na podstawie przeprowadzonych analiz właściwości fizycznych i chemicznych stwierdzono, że najbardziej zauważalne były zmiany w przebiegu procesów glebotwórczych w kierunku kształtowania się poziomów akumulacji biologicznej: ściółki i poziomu próchnicznego. Na zwalówiskach po eksploatacji łupka lyszczkowego w Krobicy po 30 latach od rozpoczęcia rekultywacji o kierunku leśnym, pod drzewostanem iglastym wykształceniu uległa ściółka o miąższości 2 cm. Badano również zmiany na zwalówiskach w Jaroszowie rekultywowanym o kierunku rolniczym. Wciągu 7 lat prowadzonej tutaj rekultywacji wykształceniu uległ poziom próchniczny o miąższości zaledwie 5 cm.

Summary

The main purpose of my work was to investigate the progress of soil-forming processes dependent on different time, plant cover and overburden material deposited on dumps. The studies were conducted in

1996-1997. Two soil profiles were situated on waste material of mica-schist dumps in Krobica and two profiles were situated on waste material of loam dumps in Jarosów. On the base of investigation of physical and chemical peculiarities it was stated that the most intensive changes in soil-forming processes in direction of initiation of biological accumulation layers: litter and humus horizon. During the 30-year period of afforestation reclamation on waste material in Krobica litter 2 cm thick was formed. The changes in dumps reactivated by agricultural were also examined. During the 7-year period of reclamation on waste material in Jarosów humus layer only 5 cm thick was formed.

1. WSTĘP I CEL PRACY

Największa powierzchnia gleb zdegradowanych w naszym kraju powstaje pod wpływem górnictwa podziemnego i odkrywkowego. Mało jest opracowań dotyczących przebiegu procesów glebotwórczych i glebowych na terenach rekultywowanych. Celem pracy była próba określenia wpływu różnych kierunków, czasu prowadzonej rekultywacji i rodzaju utworów rekultywowanych terenów zdegradowanych na przebieg procesów glebotwórczych i glebowych.

2. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW BADAŃ

Badaniami objęto dwa profile glebowe (tab.1) na hałdach odpadów wydobywania i przeróbki prekambryjskich łupków łuszczkowych zlokalizowanych w rejonie Sudetów Zachodnich w Krobicy koło Świeradowa. Omawiane hałdy podlegają silnej erozji głównie wodnej czego konsekwencją jest przemieszczanie się, materiału składowanego, w kierunku pobliskiej drogi relacji Czerniawa Zdrój-Krobice. Poza tym następuje silne pylenie, związane ze znacznym udziałem frakcji pyłowej w odpadach. Drugą grupę obiektów badań stanowiły hałdy odpadów wydobywania iłó i glin ceramicznych zlokalizowanych w rejonie Strzegomia (Rusko-Jarosów), w pobliżu drogi relacji Jarosów-Wrocław. Badaniami objęto dwa profile glebowe (tab. 1). Nadkład deponowany na zwałowiskach stanowią głównie gliny zwałowe oraz iły trzeciorzędowe.

3. METODYKA BADAŃ

Na wyznaczonych obiektach wykonano w roku 1996/97 profile glebowe, z których pobrano próbki i laboratoryjnie oznaczono właściwości fizyczne, chemiczne metodami ogólnie przyjętymi w gleboznawstwie. Ponadto określony został w procentach skład gatunkowy roślinności (tab. 1).

TABELA 1

Charakterystyka obiektów badań

| Numer Profilu | Obiekt | Geneza, budowa geologiczna, rodzaj materiału rekultywacyjnego | Czas rekultywacji [lata] | Kierunek rekultywacji | Gatunki dominujące |
|---------------|--|---|--------------------------|-----------------------|---|
| 1 | Haldy po eksploatacji Lupka Izyszykowskiego Kopalni „Jerzy” i „Szkłarska Poręba” w Krobicy kolo Świeradowa | Zmielone łupki prekambryjskie | 30 | leśna | Nasadzenia: sosna (<i>Pinus sp.</i>) (60%, 20m), brzoza sp. (<i>Betula sp.</i>) (40%, 15m), runo: wiechłina sp. (<i>Poa sp.</i>) (w 100%). Pokrycie powierzchni przez drzewa (80%). Pokrycie powierzchni pod drzewami (20%). |
| 2 | | | 2-3 | leśna | Nasadzenia: brzoza sp. (<i>Betula sp.</i>) (15%, 0.5m), Topola (<i>Populus</i>) (80%), świerk (<i>Picea Abies</i>) (4%, 40cm), sosna (<i>Pinus sp.</i>) (1%, 35cm). Pokrycie powierzchni przez drzewa (35%), runo: mech (90%), wiechłina sp. (<i>Poa sp.</i>) (10%). Pokrycie powierzchni przez runo (5%) |
| 3 | Zwałowisko wewnętrzne Po eksploatacji Hłów ogniotrwałych w Jaroszowie | Hły trzeciorzędowe, gliny zwałowe, wkładki węgla brunatnego | 10-15 | Sukcesja naturalna | Skład gatunkowy: brzoza sp. (<i>Betula sp.</i>) (10 letnia), wierzbą sp. (<i>Salix</i>) (2 letnia), pod drzewostanem: trzcinnik piaskowy (<i>Calamagrostis Epigeios</i>) (40%), koniczyna czerwona (<i>Trifolium Pratense</i>) (40%), podbiał pospolity (<i>Tussilago Farfara</i>) (10%), krwawnik pospolity (<i>Achillea Millefolium</i>) (5%), lucerna mieszańcowa (<i>Medicago Varia</i>) (5%). Pokrycie powierzchni przez rośliny (90%). |
| 4 | Zwałowisko zewnętrzne Po eksploatacji Hłów ogniotrwałych w Jaroszowie | | ~7 | Rolnicza | Teren obsiany lucerną mieszańcową (<i>Medicago Varia</i>) |

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Na podstawie badań terenowych i laboratoryjnych badane gleby zostały zaklasyfikowane do:

Działu: Gleb antropogenicznych

Rzędu: Gleb industro i urbanoziemnych

Typ: Gleb antropogenicznych o niewykształconym profilu glebowym

Za główne kryterium podziałowe, zaklasyfikowania do określonego typu glebowego, przyjęto stopień wykształcenia poziomu próchnicznego, który w analizowanych glebach nie przekraczał miąższości 15 cm (tab.2).

W niewielkim stopniu przedstawiona jest systematyka gleb antropogenicznych [8]. Dotychczas znane są w literaturze [Czerwiński, 1990] próby wydzielenia podtypów glebowych dla gleb antropogenicznych urbanoziemnych. W niniejszej pracy biorąc pod uwagę rodzaj składowanego materiału i zarazem związane z tym właściwości fizyczne i chemiczne można na zasadzie analogii wyodrębnić podtypy glebowe dla gleb industroziemnych np. ilasto lub gliniasto-nadkładowe, łupkowo-łyszczykowo-odpadowe. Mimo to wydaje się, iż podział ten jest nie do końca precyzyjny, ponieważ nie charakteryzuje podtypu gleb lecz rodzaj gleby, nawet gatunek gleby i nie uwzględnia zachodzących procesów glebotwórczych i glebowych.

Z uwagi na to, iż kruszone łupki łyszczykowe oraz ich zwietrzliny (profil 1,2) tworzące ziarna o pokroju płytkowym, wykazują specyficzne właściwości organoleptyczne i zachowują się nietypowo podczas analizy składu granulometrycznego, w pracy zamieszczono jedynie wyniki oznaczenia części szkieletowych metodą sitowo-wagową. Skład granulometryczny badanych próbek cechuje duży udział części szkieletowych (tab. 2). Na podstawie badania organoleptycznego, stwierdzono że w obrębie analizowanych dwóch profili glebowych skład granulometryczny części ziemistych stanowi pył zwykły. Na zwałowiskach po pozyskiwaniu ilów ogniotrwałych w Jaroszowie w składzie granulometrycznym stwierdza się przewagę utworów gliniastych. Są one reprezentowane przez gliny piaszczyste, gliny piaszczyste pylaste, gliny lekkie i lekkie pylaste (tab. 2); wytworzone z glin czwartorzędowych.

Identyfikacji minerałów dokonano na podstawie oznaczenia odległości międzyplaszczynowych na dyfraktogramach oraz porównanie wartości charakterystycznych odległości międzyplaszczynowych z danymi wzorcowymi [Bogda i in., 1998; Brindley, 1980; Środoń, 1980]

Krobica, Profil I Poziom A, głębokość 0-2 cm

Głównymi minerałami występującym w badanym poziomie powierzchniowym jest illit (forma serycytowa), na co wskazują stosunkowo szerokie linie dyfrakcyjne 4,91 Å i 9,79 Å. Silna linia 7,00 Å oraz 3,49 Å i słabsze 13,94 Å świadczą o obecności w próbce chlorytu. Stwierdza się również śladowe ilości wysokodispersyjnego kwarcu i skaleni. Pierwszy efekt niskotemperaturowy o znacznej powierzchni wskazuje, że w badanym poziomie wierzchnim następuje zmiana polegająca na uwodnieniu łyszczyków i chlorytów, co na krzywej TG objawia się wyższą stratą wagową wynoszącą ponad 25 %. Na wysoką stratę wagową wpływ wywiera również zawartość materii organicznej występująca w badanym poziomie.

Poziom C3, głębokość >40 cm - linia dyfrakcyjna 4,99 Å i 9,88 Å wskazuje na występowanie we frakcji koloidalnej illitu. Słaby refleks w granicach 4,75 Å pochodzi prawdopodobnie od obecności w próbce hydrargilitu. Silne linie 7,04 Å oraz 3,56 Å mogą wskazywać na obecność chlorytu, jednakże na dyfraktogramie brak zaznaczonych linii chlorytu 14,2 Å. Ponadto w próbce można stwierdzić stosunkowo małą ilość wysokodispersyjnego kwarcu. Straty wagowe są zbliżone do próbki z poziomu A i wynoszą blisko 25 %.

Podobny skład mineralogiczny na hałdach łupka łyszczykowego prezentuje praca autorstwa Kowalińskiego i innych [Kowaliński i in., 1975]. W omawianym powyżej profilu glebowym brak wyraźnego zróżnicowania składu mineralogicznego frakcji ilastej, co jest spowodowane słabo zaawansowanym procesem glebotwórczym.

Jaroszów, Profil 3 Poziom A, głębokość 0-15 cm

W składzie mineralogicznym frakcji koloidalnej badanej próbki dominującym minerałem jest illit, o czym świadczą szerokie linie dyfrakcyjne 4,91 Å i 9,88 Å. Z kolei linia dyfrakcyjna 16,32 Å na dyfraktogramie wysyconym gliceryną, wskazuje na występowanie minerału pęczniejącego - smektytu. Pik 9,88 Å wykazuje pewną asymetryczność w kierunku małych wartości kątowych, co może wskazywać na występowanie w zakresie pomiędzy 10-14 Å minerałów mieszanopakietowych illit-smektyt. Stwierdza się też w próbce dużą zawartość wysokodispersyjnego kwarcu. Analiza rentgenowska omawianej frakcji potwierdzona jest analizą termiczna. Strata wagowa odczytana z krzywej (TG) wynosi 14,9 % co świadczy o stosunkowo małym udziale substancji organicznej we frakcji koloidalnej.

Zawartość węgla utleniającego na zwałowiskach pozyskiwania łupka łyszczykowego w Krobicy zamyka się w przedziale od 0,09 do 1,39 % i maleje wraz z głębokością (tab.3). Ponadto wyniki oznaczenia C utleniającego dla omawianego obszaru badań (profil 1, 2), należy uznać za zawyżone, może to być powodem występowania dużych ilości zredukowanych form żelaza i manganu. Na zwałowiskach po eksploatacji ilów ogniotrwałych w Jaroszowie zawartość węgla utleniającego kształtuje się w przedziale od 0,17 do 4,65 % i wyraźnie spada w głąb profili glebowych (tab. 3). W profilach występują wkładki węgla brunatnego pochodzące z odpadów gromadzonych na badanych hałdach co utrudnia interpretację wyników kształtującej się pod wpływem procesów glebotwórczych materii organicznej.

W procesie prowadzonej rekultywacji leśnej, rolniczej bądź samoistnie wkraczającej roślinności, tempo procesów glebotwórczych, objawiające się wykształceniem poziomu akumulacji biologicznej jest bardzo zróżnicowane. Na zwałowisku w Krobicy w ciągu 30 lat, pod drzewostanem iglastym (profil 1) w skutek nagromadzenia się w drzewostanach ściółki o miąższości 2 cm, obserwuje się powolny proces tworzenia się poziomu próchnicznego. Wyniki te są zbliżone do uzyskanych przez [Węgorka, 1995] na zwałowisku kopalni siarki w Piasecznie. Z kolei w obszarze badań na zwałowisku w Jaroszowie (profil 3), gdzie w chwili obecnej badany teren stanowi odłóg, mimo wcześniejszej uprawy głęboko korzeniującej się i pozostawiającej dużą ilość biomasy w postaci resztek po zbiorze lucerny mieszańcowej, stwierdzono wykształcenie poziomu próchnicznego o miąższości około 5 cm. Odmiennie kształtują się wyniki badań [Kowalika, 1995] prowadzonych na zwałowisku górnictwa siarki „Mchów”. W skutek prowadzonej rekultywacji i stosowanych zabiegów agrotechnicznych, przez okres 16 lat uprawy min. lucerny mieszańcowej wykształceniu uległ poziom próchniczny o

miąższości 25 cm. Podobne wyniki przedstawione są przez [Bendera, 1995 i Gilewska 1991] na zwałowisku Wschodnim w Koninie, gdzie po 20 latach rekultywacji rolniczej wyraźnie ulega wykształceniu warstwa orno-próchnicza industroziemia.

Na badanych hałdach w Krobicy i Jaroszowie zawartość azotu ogółem wynosiła od 0,07 do 0,92 % (tab. 3) i wyraźnie widoczny jest wzrost zawartości omawianego składnika równoległe z kształtującą się materią organiczną. Stanowi to najprawdopodobniej następstwo uprawy rekultywacyjnej – lucerny oraz zabiegów agrotechnicznych na zwałowisku w Jaroszowie. Istotny wpływ oddziaływania na hałdach w Krobicy, wynika z udziału w zadrzewieniach gatunków zdolnych do samozaopatrywania w związki azotu na drodze symbiozy z bakteriami brodawkowymi. Stosunek C:N odgrywa ważną rolę w kształtowaniu żyzności gleby. Na badanych glebach antropogenicznych osiągnął wartość od 7:1 do 15:1 (tab. 2).

Odczyn gleb zwałowiska łupka łuszczycowego w Krobicy jest silnie kwaśny (tab. 3), następuje wyraźny spadek wartości pH w głąb profili glebowych. Na badanych glebach dobre przyrosty wykazują jedynie mało wymagające gatunki drzew, do których należą sosna zwyczajna i brzoza brodawkowata (tab.1). W Jaroszowie odczyn gleb zwałowisk waha się w granicach od 6,9 do 7,6 w H₂O i od 6,5 do 7,4 w 1 N KCl (tab. 3), wartość pH w powierzchniowych warstwach jest wyraźnie niższe, niż w głębszych warstwach, gdzie stwierdza się obecności śladowych ilości CaCO₃.

TABELA 2

Skład granulometryczny

| Numer Profilu | Poziom genetyczny | Głębokość Pobrania próbki [cm] | Kamienie > 20mm [%] | Szieleć Drobny 20-1mm [%] | Zawartość części ziemistych [%] | | | | | | | | Σ [%] | | | Grupa Granulometryczna |
|---------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------------|--|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|------------------|-----------|--------------|---------------|----------|------------------------|
| | | | | | 1,0 - 0,5 mm | 0,5 - 0,25 mm | 0,25 - 0,1 mm | 0,1 - 0,05 mm | 0,05 - 0,02 mm | 0,02-0,006 mm | 0,006 - 0,002 mm | <0,002 mm | 1,0 - 0,1 mm | 0,1 - 0,02 mm | <0,02 mm | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Olh | 2 - 0 | | | n.o. (duża zawartość substancji organicznej) | | | | | | | | | | | |
| | A | 0 - 2 | 2 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| | C1 | 2 - 12 | 26 | 16 | | | | | | | | | | | | |
| | C2 | 12 - 22 | 55 | 27 | | | | | | | | | | | | |
| | Ca | 41 - 51 | 50 | - | | | | | | | | | | | | |
| 2 | A | 0 - 3 | 30 | 39 | | | | | | | | | | | | |
| | AC | 3 - 10 | 25 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | C1 | 40 - 50 | - | 12 | | | | | | | | | | | | |
| | C2 | 60 - 70 | - | 4 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | A | 5 - 10 | - | 13 | 7,0 | 13,0 | 25,0 | 11 | 10 | 9 | 9 | 16 | 45 | 21 | 34 | G1 |
| | C | 15 - 25 | - | 14 | 13,0 | 18,5 | 23,5 | 15 | 6 | 7 | 2 | 15 | 55 | 21 | 24 | Gp |
| 4 | A | 0 - 5 | - | 6 | 4,0 | 10,0 | 26,0 | 19 | 18 | 8 | 4 | 11 | 40 | 37 | 23 | Gpp |
| | AC | 5 - 15 | - | 6 | 5,0 | 13,0 | 27,0 | 10 | 16 | 9 | 3 | 17 | 45 | 26 | 29 | Glp |
| | C | 20 - 25 | - | 18 | 6,0 | 12,0 | 22,0 | 7 | 12 | 10 | 8 | 16 | 40 | 26 | 34 | Glp |

Analizy nie wykonano ze względu na: blaszkowaty kształt cząsteczek (gęstość właściwa ~2,8 - 3,0 g/cm³)

TABELA 3

Odczyn badanych gleb, zawartość materii organicznej

| Numer Profilu | Obiekt | Poziom Genetyczny | pH w | | C - ogółem | N - ogółem | C : N | CaCO ₃ |
|---------------|--|-------------------|------------------|-----|------------|------------|-------|-------------------|
| | | | H ₂ O | KCL | [%] | [%] | - | [%] |
| 1 | Hałdy po eksploatacji łupka lyszczykowego kopalni „Jerzy” i „Szkłarska Poręba” w Krobicy koło Świeradowa | Olfh | 4,6 | 3,8 | 23,94** | 0,92 | - | Brak |
| | | A | 3,5 | 3,3 | 1,39* | 0,14 | 10:1 | Brak |
| | | C1 | 3,4 | 3,2 | 0,20* | n.o. | - | Brak |
| | | C2 | 3,1 | 3,0 | 0,16* | n.o. | - | Brak |
| | | C3 | 3,0 | 2,7 | n.o. | n.o. | - | Brak |
| 2 | | A | 3,4 | 3,1 | 0,21* | n.o. | - | Brak |
| | | AC | 3,7 | 3,6 | 0,09* | n.o. | - | Brak |
| | | C1 | 3,3 | 3,2 | n.o. | n.o. | - | Brak |
| | | C2 | 3,3 | 3,2 | n.o. | n.o. | - | Brak |
| 3 | Zwałowisko wewnętrzne po eksploatacji ilów ogniotrwałych w Jaroszowie | A | 6,9 | 6,5 | 0,48 | 0,07 | 7:1 | Brak |
| | | Can | 7,1 | 6,6 | 0,18 | n.o. | - | brak |
| 4 | Zwałowisko zewnętrzne po eksploatacji ilów ogniotrwałych w Jaroszowie | A | 7,1 | 7,0 | 4,65 | 0,31 | 15:1 | 0,86 |
| | | AC | 7,6 | 7,4 | 0,18 | n.o. | - | 1,05 |
| | | C | 7,5 | 7,3 | 0,17 | n.o. | - | 0,39 |

* - analiza wykonana przy użyciu analizatora CS-MAT-5500, ** - oznaczenie materii organicznej i wkładek węgla przez wyżarzanie, w przypadku ściółki materia organiczna

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania nad właściwościami fizykochemicznymi kształtujących się industroziemów pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Omawiane gleby można zaklasyfikować do typu gleb: antropogenicznych o niewykształconym profilu glebowym
2. Krótki czas działania procesów glebotwórczych wpływa na brak wyraźnego zróżnicowania składu mineralogicznego frakcji ilastej w badanym profilu glebowym na zwałowisku w Krobicy
3. W ciągu 30 lat na zwałowisku w Krobicy, pod wpływem rekultywacji leśnej, powstaje wyraźny poziom ściółki leśnej i niewielki poziom próchniczny Ekstensywny i monokulturowy system prowadzonej rekultywacji rolniczej na zwałowisku w Jaroszowie przyczynia się do wykształcenia poziomu próchnicznego o niewielkiej miąższości.

6. LITERATURA

- [1] BENDER J.: *Rekultywacja terenów pogórnich w Polsce*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., z 418, 75-86 s. (1995)
- [2] BOGDA A., Chodak T., Szerszeń L.: *Właściwości i skład mineralów ilastych gleb Dolnego Śląska*. Monografia XII. Zesz. Nauk. AR 325, 89 ss. Wrocław (1998)
- [3] BRINDLEY G.W., Brown G.: *Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification*. Min. Society, London (1980).
- [4] CZERWIŃSKI Z., Pracz, J.: *Kierunki przekształceń gleb Warszawy pod wpływem czynników antropogenicznych i systematyka gleb terenów zurbanizowanych*” Mat. konf. Część I, 28-34 s. (1990)
- [5] GILEWSKA M.: *Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnich na przykładzie KWB Konin*. Roczn. AR Poznań. Rozpr. Nauk., z 211, 35 ss., Poznań (1991).
- [6] KOWALIK S.: *Właściwości gleb inicjalnych ukształtowanych w wyniku wieloletniej uprawy rolniczej gruntów zwalowskich górnictwa siarki*. Zesz. Prob. Pos. Nauk Roln. z. 418, 709-716 s. (1995)
- [7] KOWALIŃSKI S., Chodak T., Drozd J., Licznar M., Weber J., Wilczyński A.: *Badania mączki łupka chlorytowo-serycytowego na terenie ZPL w Krobicy i jego ocena jako substratu glebowego*”. Maszynopis IGIOSR AR we Wrocławiu (1975)
- [8] *Systematyka gleb Polski*. Rocznik gleboznawczy. Tom XL, Nr ¾, 148 ss. Warszawa (1989)
- [9] ŚRODOŃ J.: *Precise identification of illite, smectite by X-ray powder diffraction*. Clays and Clay Miner 28, 401-411 s. (1980)
- [10] WĘGOREK: *Zmiany właściwości utworów piaszczystych na zwalowskim zewnętrznym kopalni siarki w wyniku rekultywacji leśnej*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 418, 731-736 s (1995)

Urszula ŻUREK-PYSZ

**WŁAŚCIWOŚCI LITOLOGICZNE, CHEMICZNE I FIZYCZNE
WYBRANYCH RODZAJÓW CZWARTORZĘDOWYCH
OSADÓW WĘGLANOWYCH**

**LITHOLOGICAL, CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES
OF QUATERNARY CALCAREOUS LACUSTRINE SEDIMENTS**

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Geotechniki
Faculty of Buildings and Environment Engineering, Department of Geotechnics

Streszczenie

Badania dotyczyły osadów wapiennych. Zastosowano następujące metody badania: obserwacja mikroskopowa w świetle transparentnym, analizę rentgenowską, spektroskopię w podczerwieni, analizę poprzez skanowanie oraz analizę chemiczną. Najważniejszymi komponentami holocenów osadów węglanowych są: woda, minerały, substancje roślinne i zwierzęce. Materiał poddany analizie składa się z elementów allogenicznymi i autogenicznymi. Przebadano skład granulometryczny i mineralny gytii oraz przeprowadzono mikrostrukturalną analizę ilościową i jakościową za pomocą SEM (skaningowy mikroskop elektronowy). Analiza komputerowa SEM pozwoliła określić ilościowo obszar zajęty przez pory (otworki), podobieństwo elementów strukturalnych oraz anizotropię mikrostrukturalną (liczbę porów, porowatość, powierzchnie i obwód porów, średnią średnice porów, średni obwód porów, współczynnik kształtu). Analiza petrograficzna i chemiczna fazy stałej oraz analiza morfometryczna przestrzeni porowej dostarczyły nowych, interesujących informacji na temat litologii czwartorzędowych osadów wapiennych.

Summary

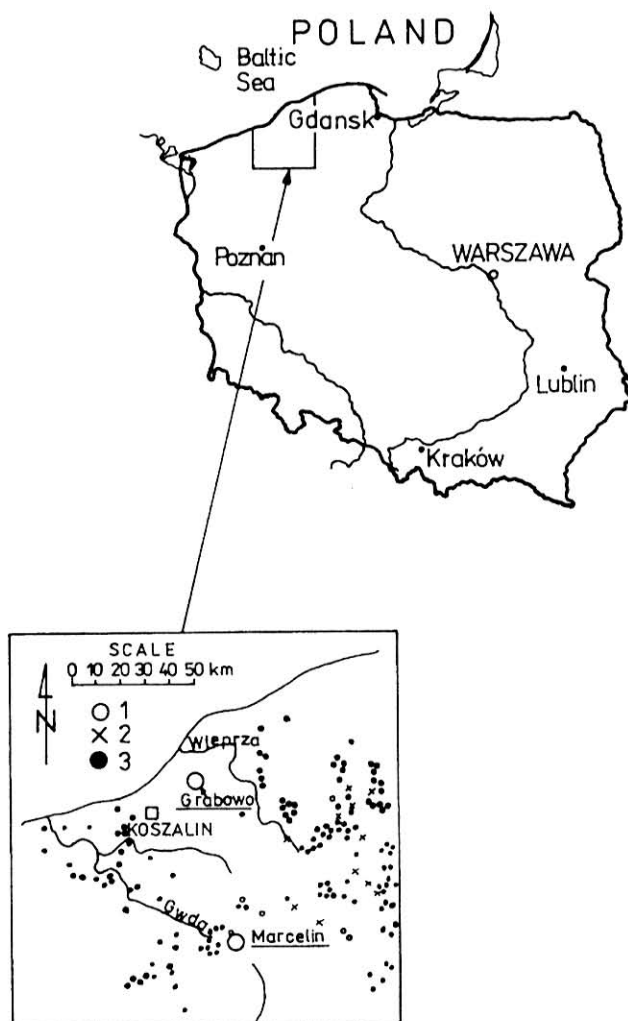
Calcareous quaternary sediments have been tested. The following research methods were applied: microscopic observations in transparent light, X-ray analysis, infrared spectroscopy, scanning analysis and chemical analysis. Holocene carbonate sediments consist of major components: water and mineral, phytogenic and zoogenic substance. Analysed material consists of the allogenic and autogenic elements. The mechanical and mineral composition of the clay fraction as well as the

qualitative and quantitative microstructural analysis in the SEM were investigated. Computer analysis of SEM allowed to quantitatively determine the pore space, images orientation of structural elements and anisotropy of the microstructure. The microstructural elements of pore space (number of pores, porosity, total pore area, total pore perimeter, average diameter, average area, average perimeter, specific area) are determined. Petrographic and chemical analysis of the stable/firm phase and morphometrical analysis of pore space have provided new, interesting information about lithology on Quaternary calcareous sediments.

1. WSTĘP

Czwartorzędowe osady węglanowe typu kreda jeziorna i gytie należą do interesujących osadów z punktu widzenia ich genezy powstania, odzwierciedlającej się w ich specyficznej litologii. Utwory te były przedmiotem badań złożowych [Filonowicz, Krzymińska, 1989; Rzepecki, 1983], a ostatnio pojawia się coraz więcej informacji, dotyczących natury, składu mineralnego, chemicznego, właściwości fizycznych tych specyficznych osadów [Wyrwicki, Dobak, 2000; Żurek-Pysz, 1992, 1997]. Ciągłe odczuwa się brak jednoznacznych klasyfikacji litologicznych tych osadów [Rzepecki, 1983;]. Nie jest także całkowicie zbadana ich natura, szczególnie charakter i relacje między fazą stałą i ciekłą. Zainteresowanie wiąże się z faktem, że tego typu utwory mogą być wykorzystane w wielu dziedzinach gospodarki, np. w budownictwie, rolnictwie oraz szeroko pojętej ochronie litosfery. Zastosowanie takich metod badawczych jak mikroskopia optyczna i elektronowa, analiza derywatograficzna, rentgenowska, spektrofotometryczna w podczerwieni oraz nowoczesne programy komputerowe analizy obrazów dostarczają wiele nowych, ciekawych informacji na temat budowy wewnętrznej omawianych osadów.

W artykule zostaną przedstawione i porównane osady złoża Grabowo, leżącego na Wybrzeżu Słowińskim (Pobrzeże Koszalińskie) oraz złoża Marcelin, znajdującego się na Pojezierzu Zachodniopomorskim, otaczającym od południa Pobrzeże Koszalińskie [Kondracki, 1998]. Złoże Grabowo obejmuje część płaskiego obniżenia na prawym brzegu rzeki Grabowa. Obszar złoża Marcelin stanowi południową część brzegu jeziora Wielimie, znajdującego się w obrębie pradoliny rzeki Gwdy, na terenie Pojezierza Bytowskiego. Osady z Grabowa tworzyły się głównie w okresie atlantyckim, a w złożu Marcelin powstały pod koniec okresu borealnego. Złoża te zostały szerzej opisane m.in. w pracy [Rybicki, Żurek-Pysz, 1989]. Ich lokalizację przedstawiono na załączonym rysunku (rys. 1).



Rys.1 Lokalizacja złoża Grabowo i Marcelin w Polsce Północnej

2. CHARAKTERYSTYKA OSADÓW

Osady z Grabowa tworzyły się w zmieniających się warunkach hydrodynamicznych, co uwidacznia się między innymi występowaniem mięczaków, wśród nich wielu gatunków ślimaków wodnych z gromady: zawójki, błotniarki, zagrzebki i zatoczki, ślimaków lądowych oraz małży. Ich cechą charakterystyczną jest duże różnicowanie w zawartości substancji fitogenicznej (fragmenty korzeni, łodyg). Interesujące są też znalezione fragmenty fauny (róg i szczeka daniela "Mega ceros species") i flory (pień sosny "Pinus") [Filonowicz, Krzysińska, 1989]. Ten aspekt złoża będzie tematem osobnego opracowania. Podstawowe parametry fizyczne osadów podano w (tab.1).

TABELA 1

Właściwości fizyczne i wskaźniki osadów

| Złoże | Grabowo | Marcelin |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Typ osadu | gytia detrytusowo-wapienna | kredek jeziorna |
| gęstość [g/cm ³] | 2,5 | 2,64 |
| - właściwa | 1,27 ⁾ | 1,39 |
| - objętościowa | 1,03 1,41 ^{**)} | 1,23 ÷ 1,45 |
| porowatość, [%] | 82 | 74 |
| zawartość substancji organicznej [%] | 20,7 ⁾ | 3,4 |
| | 11,7 ÷ 30,4 ^{**)} | 1,9 ÷ 4,5 |
| wilgotność naturalna [%] | 178,3 ⁾ | 104,2 |
| | 131,4 – 263,4 ^{**)} | 65,6 ÷ 154,5 |
| granice konsystencji [%] | 132,9 ⁾ | 74,7 |
| - granica płynności | 116,6 ÷ 155,0 ^{**)} | 72,3 ÷ 76,5 |
| - granica plastyczności | 85,1 ⁾ | 54,1 |
| | 75,5 ÷ 103,1 ^{**)} | 53,4 ÷ 55,2 |
| wskaźnik plastyczności [%] | 47,8 | 20,6 |
| stopień plastyczności | 1,94 | 2,43 |
| skurczliwość liniowa [%] | | |
| - pionowa | 4,0 | 1,0 |
| - pozioma | 18,5 | 5,5 |

*) - wartości średnie, **) - wartości minimalne i maksymalne

Serię złożową tworzą osady węglanowe, reprezentowane przez różnego typu gytie, przewarstwione kredą jeziorną, miejscami z wkładkami martwicy wapiennej. Dominującym osadem węglanowym jest tutaj gytia detrytusowo-wapienna.

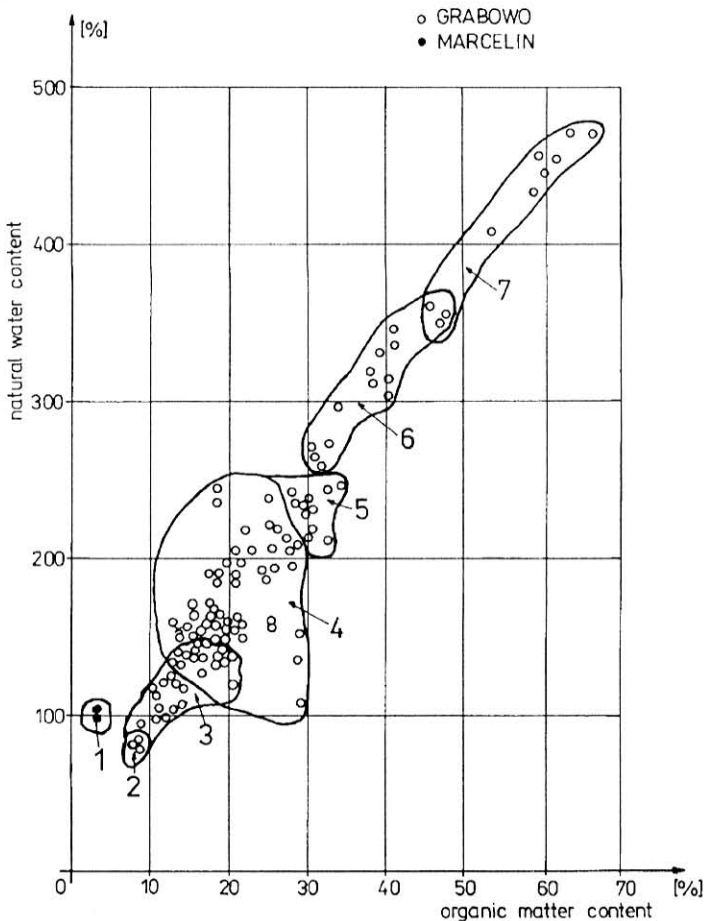
W złożu Marcelin, gdzie w czasie sedymentacji panowały stosunkowo stabilne warunki limnologiczne, w skład serii węglanowej wchodzi tylko kredek jeziorna. Wśród mięczaków stwierdzono występowanie zawójek (gat. *Valvata cristata* /Müller/ i zagrzebek (gat. *Bithynia operculum*). Udział malakofauny [Alexandrowicz, Tchórzewska, 1981] w obu złożach świadczy o skali dynamiki procesów sedymentacyjnych, przebiegających w poszczególnych zbiornikach.

Można zadać pytanie, jak przedstawia się charakterystyczny syntetyczny profil złóż kredy jeziornej i gytii? Utworem występującym powyżej serii węglanowej w obu złożach jest torf. Trzeba zaznaczyć, że granica pomiędzy warstwą torfów a osadami węglanowymi w badanych złożach jest bardzo ostra, natomiast w obrębie utworów węglanowych (dotyczy złoża Grabowo) granica jest często rozmyta. Torf jest utworem, o różnym składzie gatunkowym i różnym stopniu rozłożenia. Poniżej serii węglanowej występuje piasek drobny lub średni. W miarę zarastania i zanikania zbiorników wodnych, w warunkach ocieplającego się klimatu, narastanie osadów wapiennych ustępowało sedymentacji organogenicznej. W tym czasie mogła też

utworzyć się martwica wapienna, występująca w złożu Grabowo w postaci zgruzelkowanej. Powstawanie martwicy może być efektem zmian diagenetycznych, związanych z cementacją mikrocząstek kalcytu. A więc można powiedzieć, że zasadniczo występują dwa typy złóż o schematycznym, uproszczonym profilu:

1. torf, utwory węglanowe (gytia, kreda jeziorna, martwica wapienna), piasek drobny lub średni,
2. torf, kreda jeziorna, piasek drobny lub średni.

Uproszczoną klasyfikację osadów, występujących w złożu Grabowo, sporządzoną na podstawie zależności wilgotności od zawartości substancji organicznej przedstawiono na rys.2. Wykształcenie osadów jeziornych w złożach typu Grabowo jest zróżnicowane, w profilu pionowym i w rozprzestrzenieniu poziomym [Rybicki, Żurek-Pysz, 1989].



Rys.2 Zależność wilgotności osadów od zawartości szczątków organicznych
 1-kreda jeziorna, 2-martwica wapienna, 3-gytia wapienna, 4-gytia detrytusowo-wapienna,
 5- drobnodetrytusowa gytia, 6-grubodetrytusowa gytia, 7-humusowa gytia

Faza stała (szkielet gruntowy), a więc składniki mineralne oraz różne rodzaje substancji organicznej (fito- i zoogenicznej) została określona w oparciu o kompleksową analizę badań makroskopowych, termogravimetrycznych, rentgenostrukturalnych oraz mikroskopowych. Szczegółowe badania składu chemicznego osadów przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 2

Skład chemiczny osadów

| składnik (w procentach) | Grabowo | Marcelin |
|--------------------------------|----------------------------|----------------|
| | gytia detrytusowo-wapienna | kreda jeziorna |
| CaCO ₃ | 79,60 | 81,97 |
| MgO | - | 0,85 |
| SiO ₂ | 0,45 | 6,30 |
| Fe ₂ O ₃ | - | 0,63 |
| Al ₂ O ₃ | 0,85 | 2,27 |
| Na ₂ O | 0,57 | - |
| K ₂ O | 0,10 | 2,90 |
| S | 0,68 | - |
| Cl | - | 0,16 |
| SO ₂ | - | 0,30 |
| Substancja organiczna | 16,50 | 3,20 |
| Σ | 98,75 | 98,58 |

Z przeprowadzonych analiz petrograficznych wynika, że węglan wapnia może występować w badanych osadach w postaci krystalicznej (mikryt, sparyt), jako masa bezpostaciowa, w formie drobnych kongregacji lub muszelek mięczaków. Z porównania analizy składu chemicznego wynika, że obok wapnia występującego w formie węglanów, składnikiem jest krzemionka, która stanowi niewielki procent składu chemicznego całego osadu. Więcej (kilka procent) stwierdzono w kredzie jeziornej z Marcelina. Krzemionka jak i węglan wapnia mają charakter poligenetyczny. Krzemionka jest związana z występowaniem kwarcu, minerałów ilastych (autogeniczny kaolinit), opalu (składnik okrzemek).

Informacje dotyczące składu wody porowej są bardzo przydatne do określenia charakteru współdziałania wody z fazą stałą osadu. Wody porowe są siarczanowo-wapniowe i należą do średnio-słonawych (tab. 3). W osadach występuje więcej dwuwartościowych kationów wapnia i magnezu, które działają jako koagulator przy powstawaniu mikroagregatów. Na podstawie analizy termicznej można powiedzieć, że w zbadanych osadach zachodziły efekty egzotermiczne, związane z utlenianiem substancji organicznej i efekty endotermiczne, związane z rozkładem węglanu wapnia. Złożoność substancji organicznej (np. fragmenty tkanek roślinnych) wpłynęła na rozdzielenie efektu egzotermicznego na dwa lub trzy efekty termiczne.

TABLICA 3

Skład chemiczny wody porowej osadów

| Złoże | Grabowo | Marcelin |
|--|----------------------------|----------------|
| Typ osadu | gytia detrytusowo-wapienna | kreda jeziorna |
| Głębokość pobierania próbek, [m] | 1,0 | 2,0 |
| Mineralizacja, [mg/dm ³] | 3217,1 | 3092,8 |
| pH | 6,5 | 5,0 |
| Twardość ogólna, [mval/dm ³] | 41,8 | 42,2 |
| Twardość węglanowa, [mval/dm ³] | 2,4 | 4,0 |
| Twardość niewęglanowa, [mval/dm ³] | 39,4 | 38,2 |
| Ca ⁺⁺ , [mg/dm ³] | 690,6 | 702,2 |
| Mg ⁺⁺ , [mg/dm ³] | 89,9 | 87,6 |
| Na ⁺ + K ⁺ , [mg/dm ³] | 134,8 | 81,9 |
| Σkationów, [mg/dm ³] | 915,3 | 871,6 |
| SO ₄ ⁻⁻ , [mg/dm ³] | 2098,6 | 1894,1 |
| HCO ₃ ⁻ , [mg/dm ³] | 146,4 | 244,0 |
| Cl ⁻ , [mg/dm ³] | 56,7 | 83,1 |
| Σanionów, [mg/dm ³] | 2301,8 | 2221,2 |

Analizy chemiczne, wykazały obecność w kredzie jeziornej śladowych ilości Fe³⁺, które jest związane z tlenkami i wodorotlenkami żelaza lub z pirytem zawartym w kredzie. Udział związków żelaza świadczy o istnieniu w osadzie warunków redukcyjnych.

Osady węglanowe zbudowane są z wody oraz ze składników allogenicznych i autogenicznych, które występują w różnych ilościach procentowych. Do tych pierwszych, można zaliczyć minerały ilaste, kwarc, a do tych drugich: kalcyt, gips oraz substancję organiczną i piryt.

Z obrazu makroskopowego oraz z obserwacji w mikroskopie optycznym (rys. 3) wynika, że gytia składa się głównie z agregatów złożonych z mikrytu kalcytowego, przy dużym udziale substancji organicznej. Można tutaj wyróżnić dwa rodzaje substancji zagregatyzowanej: mineralnej, głównie kalcytowej i organicznej, głównie fitogenicznej. Agregaty organiczne są oddzielone przestrzenią porową. W obszarze, gdzie zaznacza się większe zgrupowanie agregatów organicznych osad ma znacznie większą porowatość. Kreda jeziorna składa się z mikrytu i sparytu kalcytowego, przy znacznie mniejszym udziale substancji organicznej. W kredzie jeziornej zaznacza się duża agregatywacja. Pory są rozmieszczone nierównomiernie, widoczne są strefy zgrupowanej zagregatyzowanej masy kalcytowej o małej porowatości oraz strefy z widocznymi porami, gdzie zauważa się występowanie rozproszonej substancji organicznej. Istotna jest analiza cech morfometrycznych i geometrycznych ziaren,

cząstek i agregatów mineralno-organicznych oraz przestrzeni porowej (kształt, liczba porów, porowatość, powierzchnia i obwód porów, średnia średnica porów, średni obwód porów, średni współczynnik formy porów, wskaźnik anizotropii mikrostruktury, przeważający kierunek orientacji porów, współczynnik filtracji).



Rys. 3 *Substancja roślinna i zwierzęca, kreda jeziorna, SEM, pow. 1000X*

Przestrzeń porowa, wynikająca z wzajemnych relacji między wymienionymi elementami fazy stałej osadu jest jednym z najważniejszych elementów, które charakteryzują mikrostrukturę gruntu. Jej jakościowa i ilościowa analiza umożliwia wyznaczenie podstawowych cech litologicznych osadów. Zagadnienie te są w fazie opracowania przez autora.

3. PODSUMOWANIE

W artykule zostały zaprezentowane wyniki badań laboratoryjnych, wykonanych na wybranych dwóch typach litologicznych osadów. Badania miały na celu pogłębienie wiedzy na temat natury omawianych osadów, głównie na poziomie mikro. Cechą charakterystyczną omawianych utworów (szczególnie różnego typu gytii) jest stosunkowo duża niejednorodność, która jest odbiciem warunków sedymentacji i procesów postsedymentacyjnych. Analiza ilościowa i jakościowa dokonana przy pomocy nowoczesnych technik komputerowych pozwoli odpowiedzieć na pytanie, czy zachodzą procesy rekrytalizacji, a może rozpuszczenie pierwotnych składników osadu, przeobrażanie koloidalnej (niestabilnej) substancji organicznej i mineralnej. Specyficzna natura tych osadów polega m.in. na tym, że mineralne składniki tkwią w koloidalnym roztworze. Przeprowadzone wszechstronne badania mikroskopowe dwóch zasadniczych typów osadów węglanowych wskazują, że istnieje zasadnicza różnica w ich cechach litologicznych, głównie dotyczy to relacji między fazą ciekłą, stałą i przestrzenią porową gruntu. Mniejsze różnice dotyczą składu mineralnego. Zasadniczym

elementem strukturalnym jest mikroagregat. Elementy agregatu o owalnym kształcie mają dłuższą oś o wymiarze do 40 mikrometrów, łączą się ze sobą ściśle na powierzchni o wymiarze około 10 mikrometrów. Składają się z substancji mineralnej i organicznej. Kształt agregatu i charakter połączeń może ulec zmianie w czasie i w przestrzeni pod wpływem różnych czynników zewnętrznych [Żurek-Pysz, 1997]. Badania mikrostrukturalne (jakościowe i ilościowe) pozwalają zdiagnozować typ osadu oraz przewidywać, w jakim kierunku będą przebiegać zmiany w osadzie pod wpływem działającego czynnika zewnętrznego. Przy wstępnej ocenie wskaźników litologicznych osadów należy uwzględnić warunki klimatyczne panujące w czasie sedymentacji, kształt zbiornika, kierunki przepływu i intensywność życia biologicznego. Procesy kształtujące elementy litologiczne osadów węglanowych oddziaływały bowiem w różnych warunkach morfologicznych i klimatycznych.

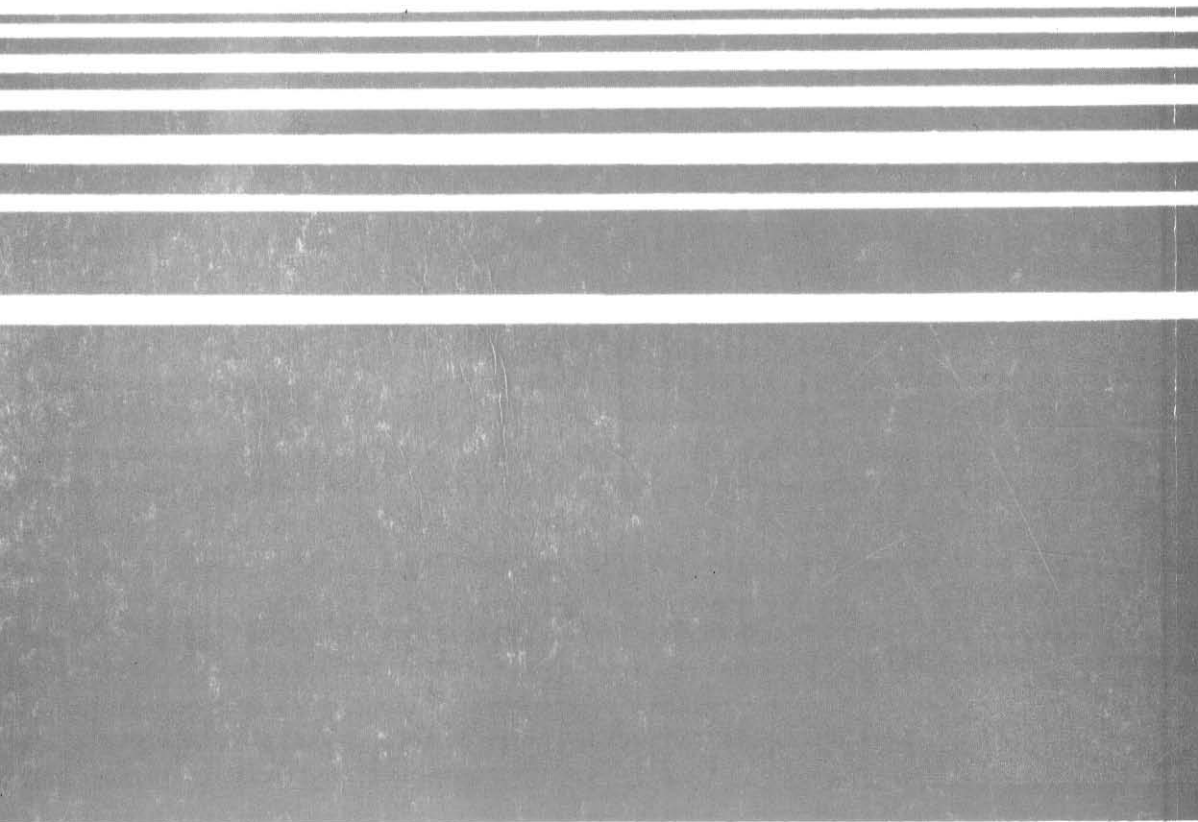
Można powiedzieć, że kompleksowe ujęcie badań w skali, makro-, mezo- i mikro- oraz analiza ich wyników pozwala na wyciągnięcie w miarę wiarygodnych wniosków o naturze tak specyficznych osadów, jakimi są kreda jeziorna i gytie, a także umożliwi ich porównanie.

Powiązanie natury osadów oraz procesów sedymentacyjnych i postsedymentacyjnych z właściwościami fizycznymi i chemicznymi gruntów jest istotne przy ich wykorzystaniu w szeroko rozumianej ochronie litosfery (kopaliny towarzyszące, tzw. złoża wtórne, rekultywacja gleb, oczyszczanie ścieków) oraz w budownictwie i w rolnictwie. Osady mogą być zastosowane do rekultywacji gleb kwaśnych, piaszczystych i gliniastych i do produkcji kredy pastewnej. Kreda jeziorna jest obecnie cennym surowcem do produkcji rolniczego nawozu węglanowo-wapniowego. W Polsce zapotrzebowanie na tego typu nawóz jest bardzo duże, bo około 70% gleb wymaga wapnowania. W połączeniu z węglem brunatnym i torfem jest surowcem do produkcji ekopreparatów ogrodniczych.

4. LITERATURA

- [1] ALEXANDROWICZ S.W., Tchórzewska D.: *Kreda jeziorna w osadach czwartorzędowych Środkowego Pomorza*. Kwart. AGH, Geologia 4, s.59-71. Kraków (1981)
- [2] FILONOWICZ P., Krzysińska J.: *Starszy holocen w dolinie Grabowej*. Studia i Materiały Oceanologiczne 56, PIG, s.331-337. Sopot (1989)
- [3] GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. i in.: *Atlas of Microstructure of Clay Soils*. PWN (1984)
- [4] KONDRACKI J.: *Geografia regionalna Polski* WN PWN. Warszawa (1998)
- [5] LEŚNIAK G.: *Zastosowanie komputerowej analizy obrazu w badaniach petrofizycznych*. Prz.Geol., vol.47, nr 7, s.644-651 (1999)
- [6] RYBICKI S., Żurek-Pysz U.: *Inżyniersko-geologiczna charakterystyka kredy jeziornej i gytii ze złóż środkowego Pomorza*. Kwart.Geol., 1989, t.33, nr 2, s.313-328. (1989)
- [7] RZEPECKI P.: *Klasyfikacja i główne typy litologiczne osadów jeziornych*. ZN AGH, Geologia 9, s.73-94. Kraków (1983)

- [8] TRZCIŃSKI J.: *Ilościowa analiza mikrostrukturalna w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) gruntów poddanych oddziaływaniu wody*. In: Grabowska-Olszewska B. (ed.): *Geologia stosowana. Właściwości gruntów nienasyconych*. WN PWN. Warszawa (1998)
- [9] WYRWICKI R., Dobak P.: *Hydroizolacyjne właściwości kredy jeziornej*. *Prz.Geol.*, vol.48, nr 5, s.412-415. (2000)
- [10] ŻUREK-PYSZ U.: *Strength and deformability of an organic-calcareous lacustrine deposit (gyttja) in relation to its water content and colloid content*. *Bulletin of IAEG*, n 45, s.117-126. (1992)
- [11] ŻUREK-PYSZ U.: *Litologia i właściwości fizyczne gytii ze złoża Grabowo w świetle badań makro- i mikrostruktury*. *Mat. Konf. Geologia i geomorfologia*. s.171-184. Słupsk (1995)
- [12] ŻUREK- PYSZ U.: *Wskaźniki litologiczne gytii w nawiązaniu do ich właściwości geologiczno-inżynierskich*. *Mat. Konf. "Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce"*. J. Liszkowski (red.), s.173-180. (1997)



wskazują, że odczyn gleb w pierwszym roku po zastosowaniu wapna uległ poprawie. W latach następnych następowało obniżenie pH. Na niektórych kombinacjach średnie roczne obniżenie odczynu wynosiło około 0,5 jednostki. W roku 1990 pH niewiele różniło się od wyjściowego. W tych warunkach mogło dochodzić do silnej sorpcji chemicznej a zwłaszcza fosforu przez jony Al, Mn [Mercik, Sas, 1998].

TABELA 2

*Zawartość składników form ogółem i przyswajalnych w utworach glebowych
Dobroszowa Wielkiego [mg w kg]*

| Nr poletka | formy ogólne | | | | | | | | | | formy przyswajalne | | | |
|-----------------------|--------------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|
| | N | | P | | K | | Ca | | Na | | P | | K | |
| | 1986 | 1990 | 1986 | 1990 | 1986 | 1990 | 1986 | 1990 | 1986 | 1990 | 1986 | 1990 | 1986 | 1990 |
| 1/I | 896 | 592 | 384 | 382 | 916 | 1337 | 134 | 199 | 118 | 139 | 59 | 14 | 62 | 50 |
| 2/I | 784 | 648 | 630 | 422 | 1186 | 1499 | 144 | 266 | 125 | 169 | 54 | 21 | 66 | 60 |
| 3/I | 616 | 728 | 415 | 456 | 998 | 1750 | 120 | 188 | 101 | 207 | 54 | 23 | 78 | 60 |
| 4/I | 840 | 896 | 420 | 396 | 1210 | 1922 | 124 | 211 | 124 | 175 | 49 | 26 | 66 | 105 |
| 5/I | 784 | 616 | 210 | 536 | 472 | 1909 | 99 | 200 | 75 | 201 | 33 | 32 | 62 | 105 |
| 6/I | 504 | 784 | 310 | 628 | 854 | 1748 | 120 | 251 | 96 | 177 | 22 | 31 | 46 | 70 |
| 7/I | 580 | 926 | 366 | 630 | 867 | 1328 | 133 | 174 | 101 | 170 | 26 | 26 | 66 | 85 |
| 8/I | 616 | 728 | 195 | 540 | 620 | 1313 | 112 | 194 | 93 | 172 | 42 | 18 | 56 | 60 |
| 9/I | 504 | 896 | 288 | 596 | 782 | 1273 | 125 | 156 | 105 | 129 | 19 | 29 | 56 | 65 |
| Średnia | 680 | 754 | 358 | 511 | 878 | 1564 | 123 | 204 | 104 | 171 | 40 | 24 | 56 | 73 |
| 1/II | 336 | 336 | 306 | 288 | 849 | 932 | 113 | 167 | 103 | 104 | 17 | 12 | 70 | 30 |
| 2/II | 616 | 448 | 303 | 312 | 471 | 993 | 99 | 146 | 71 | 133 | 19 | 14 | 56 | 25 |
| 3/II | 560 | 504 | 149 | 315 | 564 | 732 | 96 | 141 | 77 | 74 | 12 | 17 | 74 | 55 |
| 4/II | 448 | 560 | 255 | 406 | 469 | 1031 | 101 | 126 | 72 | 122 | 22 | 18 | 50 | 50 |
| 5/II | 560 | 392 | 252 | 378 | 493 | 1114 | 103 | 172 | 69 | 160 | 6 | 32 | 56 | 70 |
| 6/II | 392 | 448 | 174 | 420 | 415 | 434 | 102 | 121 | 68 | 169 | 18 | 36 | 58 | 65 |
| 7/II | 448 | 506 | 244 | 396 | 478 | 953 | 100 | 142 | 67 | 128 | 19 | 40 | 58 | 70 |
| 8/II | 448 | 448 | 318 | 320 | 716 | 952 | 114 | 147 | 79 | 112 | 26 | 24 | 46 | 50 |
| 9/II | 448 | 506 | 292 | 415 | 618 | 1007 | 117 | 128 | 83 | 136 | 31 | 49 | 66 | 70 |
| Średnia | 472 | 560 | 254 | 361 | 564 | 972 | 105 | 143 | 77 | 126 | 19 | 26 | 59 | 54 |
| NRI dla orek | 153,8 | | 128,9 | | 300,6 | | 54,4 | | 31,4 | | n.i. | | n.i. | |
| NRI dla nawożenia NPK | 219,0 | | 182,3 | | 428,0 | | 76,9 | | 44,4 | | | | | |

5. WNIOSKI

Uzyskane wyniki upoważniają do sformułowania następujących wyników:

1. Zastosowane czynniki w doświadczeniu zmieniły zawartości form ogólnych oznaczonych składników mineralnych w sposób wysoce istotny. Największe zmiany dotyczyły potasu i fosforu.
2. Pod wpływem niższych dawek nawożenia fosforowo-potasowego stwierdzono zmniejszenie zawartości przyswajalnych form P i K. Wyższe nawożenie zwiększyło zawartości tych składników.

wapienna, drewno, elementy ceramiczne, gipsowe, szkło budowlane, posortowane żwiry i piaski budowlane. Charakterystycznym dla większości miast Polski (w tym Zielonej Góry) jest powszechna obecność w gruntach miejskich żużli z elektrociepłowni, ciepłowni i zakładów metalurgicznych, z tym że zarówno materiały budowlane jak żużle występują w różnych warstwach i na różnych głębokościach profilu glebowego. W większości lokalizacji stwierdzono również obecność odpadów komunalnych i szkła z opakowań. O ile jednak odpady komunalne występują w różnych warstwach profilu glebowego, a w okolicy ul. Wazów w całym profilu (wypełnianie takimi materiałami zagłębień terenu w niegdyś podmiejskich terenach), to szkło z opakowań jest jednoznacznie związane z powierzchnią warstwą gleb i bezglebowych gruntów miejskich. Jest to niewątpliwie związane z nierozwiązanym ciągle problemem wdrożenia systemu skupu opakowań szklanych, a w ostatnich latach również ze stosowaniem w miejskich terenach zielonych nieodpowiednio sortowanych kompostów z odpadów komunalnych jako substancji nawozowej.

Poza zawartością konkretnych materiałów antropogenicznych nie bez znaczenia jest ich ilość i układ w profilu glebowym, co potwierdzają m.in. prace AK-S der DBG. Z tego tytułu wyniki dla Zielonej Góry zebrano osobno dla antropogenicznych warstw o znacznej miąższości (tab. 1) i szerzej traktowanego występowania domieszek w profilach glebowych w ujęciu przestrzennym miasta (rys. 1).

TABELA 1

Materiały antropogenicznego pochodzenia stwierdzane w znacznych ilościach w glebach zielonogórskich

TABLE 1

Anthropogenic materials occurring in the big amounts in Zielona Góra urban soils

| Lokalizacja | Głębokość [cm] | Forma zalegania | Materiał główny | Domieszki poboczne |
|--------------------|----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| ul. Dworcowa | 0-60 | wymieszane | gruz betonowy | gruz ceglany |
| ul. 3 Maja | 0-90 | wymieszane | gruz budowlany | mat. ceramiczne |
| ul. Łużycka | 40-150 | warstwa ciągła | gruz budowlany | odpady komunalne |
| ul. Szafrana | 20-120 | warstwa ciągła | gruz budowlany | szkło, żwir |
| ul. Wiśniowa | 5-100 | wymieszane | gruz budowlany | piaski |
| ul. Zawadzkiego | 20-40 | warstwa ciągła | gruz budowlany | żwir |
| ul. Niepodległości | 7-140 | wymieszane | gruz ceglany | gruz betonowy |
| ul. Zachodnia | 5-30 | warstwa ciągła | gruz cementowy | żużel |
| Wzgórze Winne | 0-150 | wymieszane | nasypany piasek | gruz budowlany |
| ul. Wazów | 50-130 | wymieszane | odpady komunalne | gruz budowlany |
| ul. Jaskółcza | 30-60 | warstwa ciągła | piaski budowlane | tluczeń drogowy |
| ul. Batorego | 60-120 | warstwa ciągła | żużel | gruz budowlany |
| ul. Dworcowa | 0-66 | wymieszane | żużel | gruz budowlany |
| ul. Pod Topolami | 0-120 | wymieszane | żużel | odpady paleniskowe |
| Wzgórze Winne | 0-80 | wymieszane | żużel | gruz budowlany |
| ul. Festiwalowa | 10-150 | warstwa ciągła | żwir | kamienie |

Obecność materiałów antropogenicznych w glebach zielonogórskich stwierdzono w mniejszej ilości poziomów glebowych niż w Essen, Gelsenkirchen czy Berlinie co wynika z różnic w skali industrializacji oraz urbanizacji między tymi miastami.

1. WSTĘP

Na temat zanieczyszczenia metalami ciężkimi gleb napisano już dość dużo, zwłaszcza jeżeli chodzi o okolice Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM) [2, 4, 7, 8]. Zanieczyszczenia te były jednak z reguły spowodowane emisją do atmosfery pyłów metalonośnych.

Powódź w 1997 roku skierowała uwagę na możliwość rozprzestrzeniania się tych zanieczyszczeń przez wody powodziowe, a także mniej gwałtowne wylewy Odry w czasie wezbrań. Celem pracy było określenie zawartości Pb, Ca, Zn i Cu w glebach zalewanych przez Odrę w otoczeniu Huty Miedzi „Głogów” i około 10 km poniżej tego źródła emisji, aby można było uchwycić wpływ wód transportujących zanieczyszczenia metaliczne na ich akumulację w glebach poza zasięgiem wpływu emisji atmosferycznej. Jak wykazały wcześniejsze badania, istotne zwiększenie zawartości metali ciężkich w glebach na skutek osiadania pyłów z atmosfery w koło Huty Miedzi „Głogów” zanotowano w promieniu do odległości około 3–5 km od źródła emisji [4, 7].

2. METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w 1998 roku na terenach mad w obrębie wałów przeciwpowodziowych koło Huty Miedzi „Głogów” oraz na terenach zalewowych koło Bytomia Odrzańskiego. W pobliżu Huty Miedzi „Głogów” gleby nie były w ogóle użytkowane, a w Bytomiu Odrzańskim służyły one jako pastwiska. Na obu obiektach wykonano po 4 odkrywki w odległości około 100 m jedna od drugiej i z charakterystycznych warstw pobrano próbki (tab. 1 i 2).

W próbkach wykonano analizy ogólnych właściwości gleb metodami powszechnie przyjętymi w gleboznawstwie [3], oraz metale ciężkie cynk, ołów, i kadm w 2 M HNO₃ na gorąco metodą Andersena [1]. Metoda ta okazała się przydatna do badań gleb zanieczyszczonych antropogenicznie. Oznaczenia metali ciężkich wykonano na spektrofotometrze atomowo-absorpcyjnym firmy Varian.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Najważniejsze wyniki badań przedstawiono w tabelach nr 1 i 2. W glebach okolic Huty Miedzi „Głogów” (tab. 1) widoczny wzrost zawartości badanych metali ciężkich wystąpił do głębokości od 10 do 30 cm. Głębiej ich stężenia można uznać za normalne dla gleb nie zanieczyszczonych [6]. Ze względu na to, że na tym terenie przynajmniej od kilkadziesiąt lat nie prowadzono żadnych zabiegów uprawowych, tę zanieczyszczoną warstwę można uznać za namuły, które rzeka osadziła w okresie działania huty. Największe koncentracje stwierdzono dla miedzi, co wynika z profilu produkcji tego zakładu. Znaczne stężenia stwierdzono także dla pozostałych metali ciężkich. Emisja pyłów zawierających ołów wynikała ze znacznej lotności związków tego pierwiastka, będącego domieszką w rudach miedzi.

trzenie bardziej zapobiega więc dalszemu pogarszaniu się jakości wody niż procesom odnowy. Nie może być zresztą mowy o skutecznej rekultywacji zatoki, do której uchodzą ścieki oraz jeżeli ma ona swobodne połączenie z głównym akwenem jeziora, w którym woda jest niewiele lepszej jakości. Odnowy wymaga całe jezioro, a tego metodą punktowego sztucznego napowietrzania na takim jeziorze jak Gopło, się oczywiście nie osiągnie.

Na stanowisku 2 napowietrzanie rozpoczęto w sierpniu 1998 r. Jest to dość rozległy głęбочek, bowiem pomiędzy izobata 7 m rozciągłość wzdłuż osi jeziora sięga 1 km, a w najgłębszym miejscu przekracza 10 m. Takie głęбочki na całym Goplu są zaledwie 4 i żaden z nich nie jest tak rozległy, wszystkie położone są w południowej części jeziora. Poza nimi dno jeziora leży na głębokości 3-5 m. W wybranym głęбочku latem tworzy się na ogół trwała stratyfikacja termiczna. Kilka metrów nad dnem stwierdzono tam ostre deficyty tlenowe i obecność siarkowodoru. Dobre natlenienie do dna występowało tylko w okresach homotermii. Jednakże poziom deficytów tlenowych w znacznej mierze zależał od warunków pogodowych w ciągu lata. Długie okresy silnych wiatrów i niższych temperatur, ograniczały zasięg stratyfikacji.

Po około miesięcznym napowietrzaniu, natlenienie wód głęбочka było dość dobre. Tylko tuż nad dnem stwierdzano niedobory. Zasięg poziomy napowietrzania wydawał się dość duży. Wyraźne wzbogacenie w tlen następowało jeszcze w odległości około 600 m od miejsca napowietrzania. Nie było jednak pewności, czy tak dobre natlenienie osiągnięte zostało tylko w wyniku sztucznego napowietrzania. W drugiej połowie lata 1998 panowały bowiem pod tym względem bardzo dobre warunki naturalne. Było dość chłodno, występowały silne wiatry i deszcze. Dlatego z ciekawością oczekiwano na weryfikację tych rezultatów w roku następnym. W roku 1999 wyniki nie były niestety już tak dobre. W lipcu stwierdzono w głęбочku deficyty tlenu począwszy od głębokości 60 m, w sierpniu było lepiej, ale natlenienie wody nad dnem też nie było dostateczne. Gorsze natlenienie niż przed rokiem występowało też w punktach pomiarowych w odległości 200 i 600 m od aeratorów. O ile w roku 1998 tlen występował do dna, to rok później, 2-3 m nad dnem stwierdzano jedynie jego ślady. Trudno jednak dokładnie określić w jakim stopniu pogorszenie natlenienia było wynikiem gorszych pod tym względem warunków pogodowych, czy też nieco mniejszą intensywnością napowietrzania. Dotlenienie naddennych warstw wody ograniczyło zasilanie wewnętrzne. Stężenia fosforu i azotu w warstwach naddennych są na tym stanowisku niższe. Pod tym względem można więc mówić o pozytywnych skutkach napowietrzania. Jednakże nie ma to odniesienia do innych wskaźników charakteryzujących jakość wody. W warstwach powierzchniowych wskaźniki nie wykazywały żadnych zmian. Zainstalowanie drugiego zespołu aeratorów na Goplu z pewnością nie było zasadne. Ograniczenie tym sposobem zasilania wewnętrznego jest w sumie niewielkie. Głęбочek zajmuje zaledwie około 5% dna całego jeziora. Z uwagi na małe głębokości, większość dna Gopła znajduje się w zasięgu falowania, jest to tzw. dno aktywne, z którego przedostają się do wody znaczne ilości fosforu i azotu. Zwłaszcza w okresach ciszy i cieplej pogody, kiedy nad dnem występują braki tlenu. W Polsce lato najczęściej składa się na przemian z okresów lepszej i gorszej pogody. Biogeny z osadów mogą więc okresami być rozprowadzane po całym jeziorze. Trudno na tak dużym jeziorze przeciwdziałać temu za pomocą sztucznego napowietrzania.

sprawę z tego, że bez ograniczenia napływu związków biogennych, żadna rekultywacja nie będzie skuteczna.

Po znacznym ograniczeniu zasilania ze zlewni, można rozważyć zastosowanie technicznej rekultywacji w obrębie misy jeziornej. Spośród stosowanych metod rekultywacji [Lossow, Gawrońska, 2000; Mioduszewski i in. 2000], na Gople mogą być rozpatrywane tylko dwie – bagrowanie osadów dennych i inaktywacja związków fosforu. Bagrowanie osadów dennych dotyczyć może jednak tylko niewielkich fragmentów jeziora. Jednakże dla zatoki przy Mysiej Wieży, jest to jedyna metoda, która pozwoliłaby zatrzymać eutrofizację, a także poprawić warunki środowiskowe i estetyczne. Przed ewentualnym zastosowaniem tej metody, konieczne będzie sporządzenie koncepcji poprzedzającej projekt techniczny. Zawierać ona musi między innymi wytypowanie odpowiednich obszarów na utylizację osadów. Nie może to być teren położony nad brzegami jeziora, bowiem odciek na powrót skieruje biogeny do wody jeziornej.

Metodę drugą – strącanie fosforu do osadów i tam jego zablokowanie, można zastosować na wybranych akwenach. Będzie to ewentualnie północna część jeziora, w rejonie Kruszwicy. Bardzo skuteczny w usuwaniu fosforu z wody jak i hamowaniu wzbogacania wewnętrznego wydaje się być wodny roztwór polichlorku glinu [Gawrońska i in., 1999].

Jedną z metod możliwych do zastosowania na Gople od zaraz, jest wdrożenie odpowiedniej biomanipulacji. Byłaby to operacja stosunkowo prosta i w porównaniu z innymi metodami niezbyt droga. W ostatnich latach znacznie wzrosła nasza wiedza o wpływie ryb na jakość wody, jest on już obecnie doceniany, choć w wielu aspektach nie do końca poznany. Dobry przegląd tego zagadnienia znaleźć można w wydanej niedawno pracy [Opuszyńskiego, 1997]. Nie wnikając bliżej w to zagadnienie, należałoby w Gople wybitnie zwiększyć ilość ryb drapieżnych. Obecnie zdecydowanie przeważają ryby, które przynajmniej w młodości odżywiają się zooplanktonem, jak leszcz, krap, karaś, tołpyga, karp. Brak drapieżnego zooplanktonu, głównie wrotek sprawia, że fitoplankton nie ma głównego naturalnego wroga. Jednak narybek ryb drapieżnych, jak wykazują ostatnie doniesienia, należałoby przez kilka lat wprowadzać w bardzo dużych ilościach [Gołdyn, 2000]. Choćby ze względów finansowych nie będzie to więc takie łatwe. Jakość wód Gopla byłaby także z pewnością lepsza, gdyby udało się reaktywować podwodne łąki, które w ostatnich dziesięcioleciach z dna jeziora znikły niemal całkowicie. W istotnym stopniu przyczyniło się do tego żerowanie ryb bentosożernych. Roślinność porastająca dno z pewnością ograniczyłaby zasilanie wewnętrzne. Jej restytucja nie będzie jednak łatwa, bowiem oprócz presji ryb, bujny rozwój fitoplanktonu nie przepuszcza wystarczającej ilości światła.

6. LITERATURA

- [1] BRODZIŃSKA B., Jańczak J.(Red.), Kowalik A., Sziwa R.: *Atlas jezior Polski. 1996. T.1, Jeziora Pojezierza Wielkopolskiego i Pomorskiego w granicach dorzecza Odry*. Bogucki Wyd. Nauk. Poznań
- [2] GAWROŃSKA H., Lossow K., Grochowska J., Brzozowska R.: *Możliwości zastosowania koagulantu PAX w rekultywacji jezior*. Mat. Konf. Nauk. Radzyń

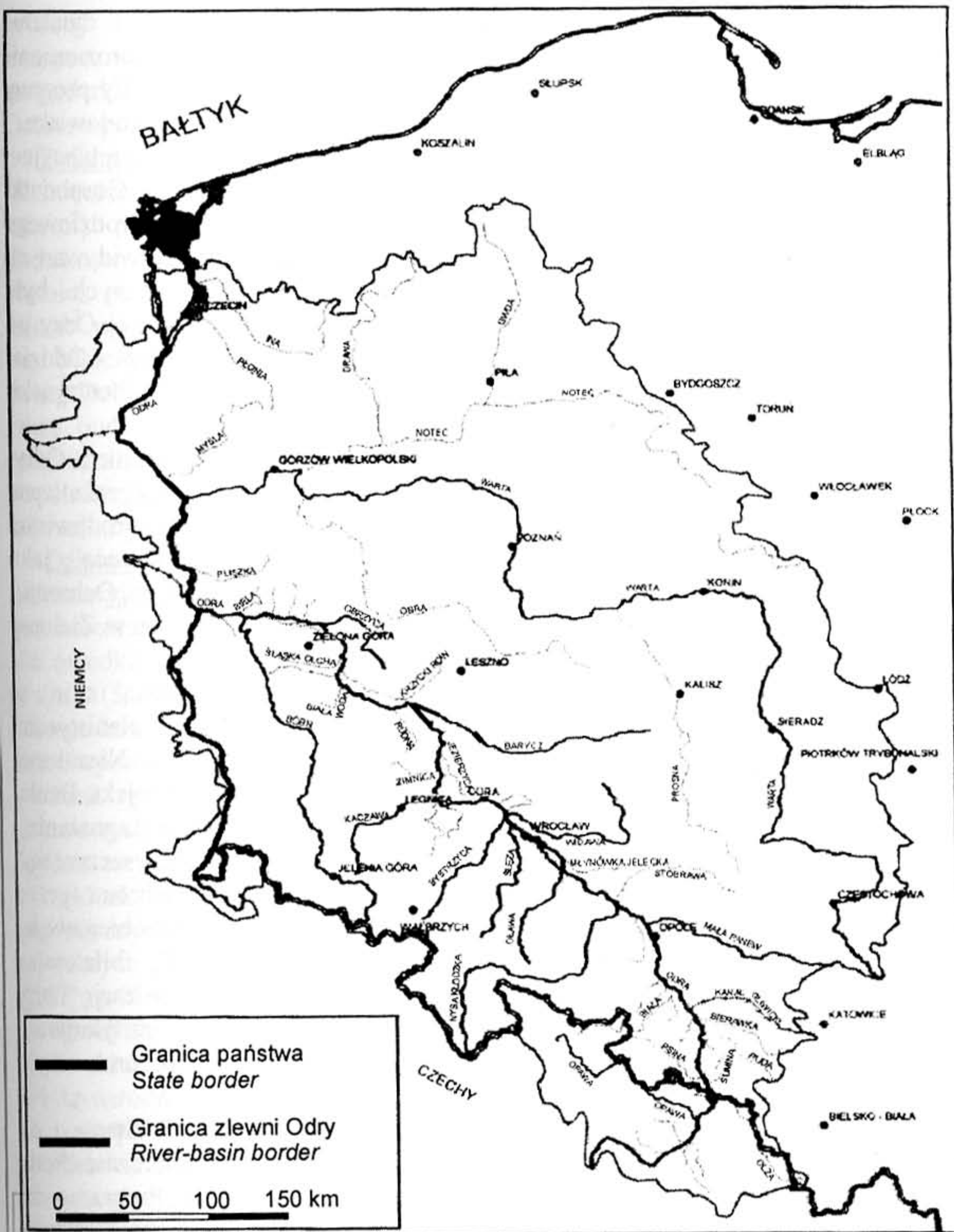
Najstarsze ślady bytności człowieka nad brzegami Odry pochodzą z paleolitu; dotyczą one południowej części rzeki. W neolicie i późniejszych okresach kultury ludzkie zamieszkiwały niemal wzdłuż całej doliny rzecznej. Grodziska i zamki potwierdzają jej historyczne znaczenie gospodarcze i strategiczne. Już w czasach rzymskich wykorzystywano rzekę w wyprawach po bursztyn, jednak wyraźne ślady żeglugi na Odrze pochodzą dopiero ze średniowiecza. W XVII w. wybudowano kanał Odra-Sprewa otwierający drogę do Łaby, a w XVIII w. – Kanał Bydgoski łączący Odrę z Wisłą. Wówczas także wykonano pierwsze prace regulacyjne. Jednak prawdziwą rewolucję w zakresie zagospodarowania Odry przyniósł wiek XIX, kiedy to zrealizowano szereg prac kanalizujących i regulujących rzekę oraz zbudowano pierwsze elektrownie. Z tego właśnie okresu pochodzi pierwszy kompleksowy program dla Odry, który został uchwalony przez parlament pruski oraz Atlas Kellera, przedstawiający m.in. konieczne inwestycje w dorzeczu Odry.

Należy podkreślić fakt, że obszary nadodrzańskie – jako przygraniczne -podlegały w historii różnym wpływom politycznym, co niewątpliwie utrudniało ich rozwój gospodarczy. Sytuacja zmieniła się po 1945 r., kiedy Odra, wraz z niemal całym dorzeczem (89%) znalazła się w Polsce (rys.1).

Obecnie Odra płynie systemem swobodnym lub skanalizowanym. W górnym biegu, na odcinku około 70,0 km, jest rzeką nieżeglowną, zabudowaną ostrogami. Kolejny fragment rzeki (o długości 186 km), położony pomiędzy Kędzierzynom-Koźle i Brzegiem Dolnym, to odcinek skanalizowany, wyposażony w 24 stopnie wodne pokonujące spad 64 m. Według polskich przepisów prawnych stanowi on drogę wodną II i III klasy. W dalszym biegu rzeka została uregulowana jedynie ostrogami i jest drogą wodną II (do ujścia Warty) oraz III i IV klasy (od ujścia Warty do Szczecina) [Kołodziejczyk, 2000 b].

W dorzeczu Odry funkcjonuje 16 dużych zbiorników retencyjnych [Staśko i in., 1999], w tym największe: Otmuchów (o pojemności 124,5 mln m³) oraz Nysa (o pojemności 116,8 mln m³).

Odra ma olbrzymie znaczenie gospodarcze [Kołodziejczyk, 2000 a]. Na pierwszy plan wysuwa się tutaj zlewnia rzeki jako źródło wody pochodzącej z wód powierzchniowych (19,9 mld m³) i podziemnych (1,4 mld m³), wykorzystywanych do celów pitnych, gospodarczych i przemysłowych. Olbrzymią rolę odgrywa Odra w transporcie. Stanowiąc na odcinku 742 km (razem z Kanałem Gliwickim) najlepszy szlak żeglugowy w Polsce, umożliwia transport ładunków, który w szczytowym okresie rozwoju gospodarczego (1980-1981) wyniósł 22,2 mln t/rok, a obecnie – po faktycznym upadku górnictwa węgla kamiennego na Górnym Śląsku - 9,4 mln t/rok. Dorzecze Odry stanowi zaplecze energetyczne kraju. Aktualnie pracuje tutaj 46 elektrowni wodnych o zainstalowanej mocy 155.000 kW i rocznej produkcji około 380.000 MWh. Nie można też zapomnieć o walorach przyrodniczych i turystyczno-rekreacyjnych rzeki. Dolina Odry jest swoistym ekosystemem, bogatym w liczne gatunki flory i fauny [Jankowski, Świerkosz; 1995]. Wydzielono tutaj 3 parki narodowe, 143 rezerваты przyrody, 22 parki krajobrazowe oraz 34 obszary chronionego krajobrazu, co łącznie stanowi blisko 10% dorzecza.



Ryc.1 Dorzecze Odry.

Po wielkiej powodzi Odry w 1997r. - zwanej powodzią tysiąclecia - powstało szereg inicjatyw, m.in. utworzenie w lipcu 1997r. Narodowego Programu Odbudowy i Modernizacji Dorzecza Odry. W tym okresie podjęto również dwie pionierskie próby koordynacji działań przeciwpowodziowych o zasięgu międzynarodowym. Pierwszą z nich było Porozumienie Ministrów Ochrony Środowiska trzech państw nadodrzańskich z 4.08.1997, które do istniejących wcześniej ram współpracy, dotyczących przede

wszystkim ochrony wód przed zanieczyszczeniem, włączyło działania przeciwpowodziowe, a drugą – trójstronne, międzynarodowe Porozumienie Szczecińskie z 22.08.1997, zwane Projektem Odra, wprowadzające jednolity program działań transgranicznych w zakresie planowania przestrzennego i ochrony środowiska.

Kompleksowym opracowaniem uwzględniającym wyniki analizy symulacyjnej przeprowadzonej na modelu opracowanym przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW), określającym stopień zabezpieczenia przeciwpowodziowego największych aglomeracji miejskich, a także ocenę wariantów przewidywanych zabezpieczeń przeciwpowodziowych oraz ich uwarunkowań społecznych była „Generalna strategia ochrony przed powodzią dorzecza górnej i środkowej Odry po wielkiej powodzi lipcowej 1997r.”, która została opracowana przez IMGW - Oddział we Wrocławiu i „Hydroprojekt” – Oddział we Wrocławiu w 1998r. [Nalberczyński, 1999].

Rok 1998 był bogaty w kolejne inicjatywy związane z zagospodarowaniem Odry. Należy tutaj wymienić liczne konferencje, jak np.: „Program dla Odry”, zorganizowaną w październiku 1998r. we Wrocławiu przez Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, „International Odra Research Conference”, jaka odbyła się w czerwcu 1998 r. w Krakowie, Międzynarodową Konferencję „Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry” przeprowadzoną we wrześniu 1998r. w Zielonej Górze i inne.

W tym okresie kontynuowano również współpracę międzynarodową, m.in. w ramach programu „Region odrzański – transnarodowa koncepcja planistyczna zapobiegawczej ochrony przeciwpowodziowej rejonu odrzańskiego”. Niezależne działania na rzecz dorzecza Odry były także prowadzone poprzez Projekt Banku Światowego (Składowa B - Osłona przeciwpowodziowa i ograniczenie zagrożenia), Tymczasową Międzynarodową Komisję „Ochrona wód Odry przed zanieczyszczeniem” (grupa Powódź), polsko-czesko-niemiecki program „Prewencyjna ochrona przed powodzią w dorzeczu Odry”, „Transnarodową koncepcję w zakresie zapobiegawczej ochrony przeciwpowodziowej w dorzeczu Odry - ODERREGIO”, bilateralną współpracę polsko - holenderską w ramach programu „MATRA”, organizację Porty Odrzańskie i in. Wszystkie te działania miały jednak charakter partykularny, inwentaryzujący jedynie poszczególne problemy. Jednak nadal brak było kompleksowych prac dotyczących gospodarowania w dorzeczu Odry.

Próba rozwiązania tego problemu jest „Programu dla Odry - 2006”. Stanowi on integrację „Programu Odra 2006”, przygotowanego przez Kancelarię Prezesa Rady Ministrów – Biuro Terenowe we Wrocławiu [Minister -..., 1998] oraz „Programu dla Odry”, opracowanego równolegle przez Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Podstawą tych opracowań były doświadczenia powodziowe zestawione m.in. w „Generalnej strategii ochrony przed powodzią dorzecza górnej i środkowej Odry po wielkiej powodzi lipcowej 1997r.” oraz inne prace, w tym: „Program rozwoju drogi wodnej Odry do 2005r.”, utworzony w latach 1995-1996 w ramach prac międzyresortowych i „Studium przystosowania rzeki Odry do europejskiego systemu dróg wodnych” z 1994r.

„Program dla Odry - 2006” przedstawia system zintegrowanej gospodarki wodnej dorzecza Odry, uwzględniający zrównoważony rozwój społeczno-gospodarczy Nadodrza oraz całokształt prac koniecznych dla zabezpieczenia przeciwpowodziowego,

ochrony i czystości wód, ochrony środowiska przyrodniczego, wykorzystania transportowego i gospodarczego Odry, a także rozwoju turystyki i innych dziedzin gospodarki.

Ochrona przeciwpowodziowa obejmuje tutaj działania strukturalne i niestukturalne.

Działania strukturalne dotyczą budowy nowych zbiorników retencyjnych (Kamieniec Ząbkowicki - o pojemności 68 mln m³ i Racibórz - o pojemności 170 mln m³) i powiększenia zdolności retencyjnych istniejących zbiorników, co pozwoli na dodatkowe zretencjonowanie 295 mln m³ wody. Do działań strukturalnych zalicza się również rozbudowę polderów, które będą mogły zatrzymać dodatkowo około 100 mln m³ wody, modernizację systemu obwałowań rzecznych, budowę stopni wodnych (np. Malczyce, Lubiąż) oraz poprawę warunków żeglugowych Odry (np. na odcinku Brzeg Dolny – ujście Nysy Łużyckiej). W zakres „Programu dla Odry 2006” wchodzi także budowa siedemdziesięciu oczyszczalni ścieków komunalnych i czterdziestu oczyszczalni ścieków przemysłowych. Lokalizacja tych obiektów została ustalona wspólnie z Międzynarodową Komisją Ochrony Wód Odry Przed Zanieczyszczeniami, a ich realizację poparła Komisja Unii Europejskiej.

Działania niestukturalne to między innymi utworzenie Ośrodka Koordynacyjno-Informacyjnego, zajmującego się gromadzeniem i przetwarzaniem danych w zakresie monitorowania i ostrzegania przeciwpowodziowego oraz przygotowywaniem danych dla ośrodków decyzyjnych. Ośrodek ten, wraz z „Systemem Monitoringu i Osłony Kraju” (SMOK), realizowanym przez jednostki terenowe Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej [Zieliński i in., 1999], będzie nadzorował osłonę przeciwpowodziową kraju.

Czas realizacji „Programu dla Odry - 2006” zależy od dostępnych środków finansowych. Przewiduje się wersję 12-letnią oraz 60-letnią. Planowane nakłady ogółem na niezbędne zadania przeznaczone do realizacji do 2015r. wynoszą blisko 7,7 mld zł. Środki finansowe będą pochodzić z budżetu państwa (53%), kredytów zagranicznych (21%), funduszy Unii Europejskiej (30%), funduszy gmin i kapitałów prywatnych (17%). W maju 2000r. Rada Ministrów przyjęła „Program dla Odry – 2006” za dokument programowy oraz skierowała go do sejmu jako projekt ustawy „Program dla Odry – 2006”.

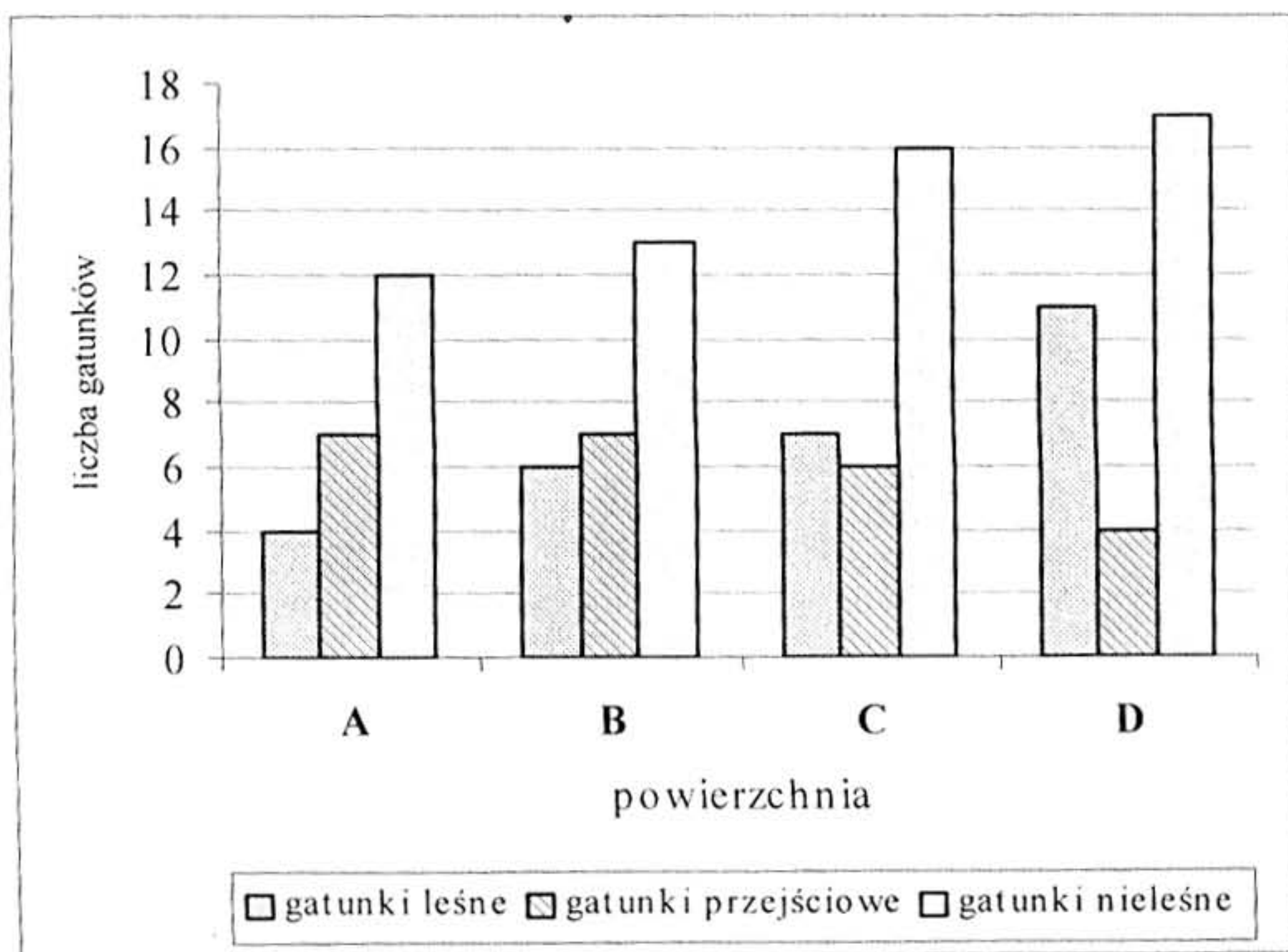
W celu zagospodarowania Odry podjęto również szereg innych inicjatyw, głównie międzynarodowych. Między innymi utworzono stowarzyszenie Partnerstwo dla Odry. W sierpniu 1999r. ministrowie Polski, Niemiec i Czech, przy współudziale przedstawiciela Komisji Unii Europejskiej, zawarli porozumienie dotyczące prewencyjnej ochrony przed powodzią w dorzeczu Odry. W ramach tego porozumienia strona polska zaproponowała „Program dla Odry – 2006” (razem ze Składową B Projektu Banku Światowego pt. „Osłona przeciwpowodziowa i ograniczenie zagrożenia”), strona czeska – „Narodowy program ochrony przeciwpowodziowej”, natomiast strona niemiecka – opracowanie „Bezpieczeństwo i przyszłość dla Regionu Odrzańskiego”. Kolejnym szczeblem współpracy międzynarodowej było współfinansowanie przez stronę kanadyjską „Studium wykonalności dla Programu dla Odry – 2006”. Współpraca z rządem kanadyjskim zaowocowała także wdrożeniem w naszym kraju programu CEQUEAU, który charakteryzuje zlewnie rzek i pozwala na prognozowanie przepływów, fal wezbraniowych oraz hydrogramów [Nalberczyński, 1998]. Rozwija się również

Z kompleksowej analizy wyników badań wałów przeciwpowodziowych Odry zlokalizowanych w obrębie całego województwa lubuskiego wynika, że zarówno w podłożu wałów jak w ich korpusie występuje duże zróżnicowanie pod względem uziarnienia osadów oraz ich parametrów inżyniersko-geologicznych. Przeprowadzone badania wykazały, że stan wałów przeciwpowodziowych jest w znacznym stopniu determinowany stanem podłoża, gdzie często zalegają osady madowe, bogate w substancję organiczną oraz torfy. Utwory te z biegiem lat ulegają rozkładowi, prowadząc do powstawania pustek powietrznych oraz zmian w strukturze gruntu i jego wytrzymałości [Kowalski, 1988; Kołodziejczyk, 2000]. Doliny rzeczne, stanowiące podłoże wałów, charakteryzują się dużym zróżnicowaniem budowy geologicznej, co sprzyja procesom sufozji, drenażu, przebieg hydraulicznych. Posadowienie wałów przeciwpowodziowych na słabym podłożu spowodowało, że podczas długotrwałych wezbrań filtracja przyjęła charakter ustalony, a w wałach wystąpiły liczne przesiąki i wykopysy. Korpusy wałów przeciwpowodziowych zostały zbudowane z materiału zróżnicowanego pod względem uziarnienia oraz stanu zagęszczenia. Materiał był dostarczany z najbliższego otoczenia, a formowanie wałów zachodziło najczęściej w sposób całkiem przypadkowy. Efektem tego jest zróżnicowanie parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów. Zjawisko to spotęgował czas. Kolejne powodzie, niewłaściwe użytkowanie wałów, jak np. rozjeżdżanie ich przez samochody, a także procesy erozyjne doprowadziły do naruszenia struktury gruntu. Finał tych zjawisk miał miejsce podczas powodzi, kiedy w wałach powstawały liczne spękania i powierzchnie osłabień, a w konsekwencji – doszło do utraty stateczności zboczy i tworzenia wyrw wałowych.

WNIOSKI

Z przeprowadzonych rozważań i przedstawionych badań wałów przeciwpowodziowych w trakcie i po przejściu wysokiej fali powodziowej w lipcu 1997 r. wynikają - ważne nie tylko dla Środkowego Nadodrza, lecz także dla całej Niziny Środkowopolskiej - wnioski ogólne:

1. Konserwacja, nadbudowywanie, poszerzanie i wydłużanie wałów przeciwpowodziowych, jak również konserwacja i budowa wszystkich innych obiektów i urządzeń hydrotechnicznych powinna być planowana, przygotowywana i realizowana w sposób ciągły, a nie dorywczo i tylko wówczas, gdy nadchodzi lub gorzej – gdy nadeszła wysoka fala powodziowa.
2. Porównanie kosztów przygotowania się do przyjęcia fali powodziowej i ewentualnego zretencjonowania części jej wód ze stratami ponoszonymi w wyniku katastrofalnych powodzi wskutek zaniechania realizacji przedsięwzięć ochronnych wskazuje jednoznacznie na opłacalność realizacji takich przedsięwzięć w całym okresie międzypowodziowym, przy czym koszty tych przedsięwzięć są znacznie niższe, niż strat spowodowanych katastrofalną powodzią.
3. Kontrolne badania stanu wałów przeciwpowodziowych powinno przeprowadzać się regularnie i zawsze w czasie przechodzenia wielkiej fali powodziowej oraz bezpośrednio po jej przejściu, w wyznaczonych przekrojach poprzecznych, z wykorzystaniem metod polowych, makroskopowych i laboratoryjnych.



Ryc. 4 Udział gatunków leśnych, przejściowych i nieleśnych w warstwie runa na poletkach z różnymi kombinacjami neutralizacji w 1995 r.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

1. Efekty przeprowadzonej przed 25 laty leśnej rekultywacji zwałowiska wewnętrznego odkrywki D byłej kopalni „Przyjaźń Narodów” w Łęknicy są pozytywne. Wskazuje na to sukcesja roślinności leśnej oraz wymiary drzewostanu sosnowego, który osiągnął II i III bonitację, jak też procesy zachodzące w inicjalnych glebach np.: zmiany zawartości siarki, postępująca (choć obecnie niska) kumulacja azotu ogólnego, wzrost w porównaniu ze stanem wyjściowym zawartości składników pokarmowych oraz korzystniejsze wartości pH wierzchnich warstw glebowych.
2. Udział diagnostycznych gatunków zbiorowisk leśnych przewidywanych na tych terenach (BMśw) jest jeszcze niewielki i odbiega od charakterystycznego składu, co wskazuje, że są one socjologicznie niewyrównane. W przyszłości na rekultywowanych terenach potencjalnie powstaną siedliska upodabniające się do siedliskowych typów lasu głównie boru świeżego i boru mieszanego świeżego, a na utworach związanych zaś lasu mieszanego bądź fragmentarycznie nawet lasu liściastego.
3. Wyniki analizy chemicznej igliwia sosny wykazują, że pierwiastkiem deficytowym w najbliższej przyszłości może stać się azot, którego aktualna zawartość nie zapewnia odpowiedniego stanu odżywienia. Nieznaczny w ostatnich pięciu latach spadek zawartości fosforu i potasu w glebie może być związany ze zwiększającą się intensywnością poboru składników pokarmowych przez drzewostan przechodzący z fazy młodnika do tyczkowiny. Obecnie stan zaopatrzenia w potas,

makroelementów w badanych glebach przyjęto normy stosowane w Stacjach Chemiczno-Rolniczych. W poziomach powierzchniowych analizowanych gleb zawartość przyswajalnych form fosforu wynosi od 8,30 do 25,50 mg/100g gleby i ilość tego składnika określono jako średnią w madzie rzecznej i glebie gruntowo-glejowej, wysoką w glebie rdzawej i bardzo wysoką w glebie płowej. Najwyższe ilości przyswajalnych form fosforu odnotowano na polu odłogowanym w Komornikach i Wilczkowie. Natomiast zawartość przyswajalnego potasu w poziomach powierzchniowych badanych gleb wahała się od 9,00 do 26,50 mg/100g gleby i określona została jako średnia i niska w madzie rzecznej i glebie rdzawej, średnia w glebie płowej i bardzo wysoka w glebie gruntowo-glejowej. Największe zróżnicowanie zanotowano w zawartości przyswajalnego magnezu i kształtowała się ona na polach uprawnych od 1,60 do 14,10 mg/100g gleby i na odłogach od 1,70 do 16,00 mg/100g gleby. Zgodnie z oceną zawartości przyswajalnego magnezu w badanych glebach występował on od bardzo niskich do bardzo wysokich ilości (tab.2). W ujęciu profilowym zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu maleje wraz z głębokością, z wyjątkiem potasu, którego ilość znacznie wzrasta w poziomie skały macierzystej w Kawicach i magnezu w poziomie skały macierzystej wszystkich obiektów badawczych, co związane jest ze zróżnicowanym składem granulometrycznym badanych gleb (tab. 2).

TABELA 2

Właściwości chemiczne badanych gleb

| Miejscowość | Kategoria użytkowania gleby | Głębokość pobrania próbki (cm) | pH | | C ogr. % | N og. % | C/N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------|----------|---------|-------|-------------------------------|------------------|-------|
| | | | w H ₂ O | w 1M KCl | | | | | | |
| Prochowice | pole uprawne | 0-10 | 7,56 | 6,70 | 1,48 | 0,17 | 8,71 | 14,70 | 16,00 | 14,10 |
| | | 15-25 | 7,55 | 6,74 | 1,37 | 0,16 | 8,56 | 14,70 | 12,00 | 13,70 |
| | odłóg 5 lat | 0-10 | 6,51 | 5,47 | 1,76 | 0,20 | 8,80 | 13,80 | 15,00 | 16,00 |
| | | 15-25 | 6,63 | 5,54 | 1,45 | 0,18 | 8,06 | 13,10 | 12,50 | 14,10 |
| | | 30-40 | 6,99 | 5,69 | 0,46 | - | - | 0,30 | 8,00 | 15,50 |
| | | 60-70 | 6,68 | 5,16 | 0,17 | - | - | 0,30 | 10,00 | 19,30 |
| | | 100-110 | 6,26 | 5,07 | 0,33 | - | - | 0,20 | 10,00 | 32,50 |
| 120-130 | 6,21 | 5,18 | 0,07 | - | - | 0,20 | 6,50 | 13,30 | | |
| Kawice | pole uprawne | 0-10 | 5,54 | 4,56 | 1,08 | 0,13 | 8,31 | 17,50 | 9,00 | 1,70 |
| | | 15-25 | 5,53 | 4,53 | 0,97 | 0,12 | 8,08 | 17,90 | 9,00 | 1,60 |
| | odłóg 8 lat | 0-10 | 5,20 | 4,10 | 1,25 | 0,12 | 10,42 | 16,40 | 15,00 | 3,70 |
| | | 15-25 | 5,01 | 4,09 | 0,65 | 0,10 | 6,50 | 14,70 | 10,00 | 2,90 |
| | | 40-50 | 5,13 | 4,38 | 0,28 | - | - | 1,20 | 5,50 | 1,80 |
| | | 80-90 | 5,06 | 4,03 | 0,14 | - | - | 0,20 | 22,00 | 19,30 |
| Wilczków | pole uprawne | 0-10 | 5,35 | 4,31 | 0,74 | 0,08 | 9,25 | 8,30 | 22,00 | 2,80 |
| | | 15-25 | 5,46 | 4,38 | 0,65 | 0,07 | 9,29 | 9,10 | 20,50 | 3,70 |
| | odłóg 7 lat | 0-10 | 5,09 | 3,92 | 0,71 | 0,07 | 10,14 | 12,80 | 26,50 | 2,30 |
| | | 15-25 | 4,92 | 3,83 | 0,46 | 0,06 | 7,67 | 9,90 | 22,50 | 1,70 |
| | | 32-46 | 5,48 | 4,62 | 0,30 | - | - | 1,90 | 16,00 | 1,60 |
| | | 50-60 | 6,71 | 5,54 | 0,03 | - | - | 0,20 | 10,50 | 1,60 |
| | | 85-95 | 6,42 | 5,29 | 0,02 | - | - | 0,70 | 5,00 | 1,40 |
| 115-125 | 5,94 | 4,66 | 0,09 | - | - | 0,20 | 11,00 | 14,60 | | |
| Komorniki | pole uprawne | 0-10 | 6,88 | 6,14 | 1,20 | 0,13 | 9,23 | 21,90 | 15,00 | 7,60 |
| | | 15-25 | 6,87 | 6,26 | 1,06 | 0,12 | 8,83 | 22,70 | 18,00 | 8,10 |
| | odłóg 6 lat | 0-10 | 6,80 | 6,15 | 1,29 | 0,12 | 10,75 | 25,50 | 20,50 | 6,00 |
| | | 15-25 | 7,17 | 6,68 | 1,17 | 0,10 | 11,70 | 25,50 | 15,00 | 8,10 |
| | | 35-45 | 7,15 | 6,23 | 0,23 | - | - | 1,40 | 6,00 | 2,80 |
| | | 50-60 | 7,03 | 5,75 | 0,25 | - | - | 0,30 | 9,00 | 12,80 |
| | | 80-90 | 5,36 | 4,22 | 0,14 | - | - | 0,20 | 7,50 | 17,50 |

4. CIEKAWOSTKI ARCHEOLOGICZNE

Na terenie tutejszych lasów znajduje się wiele stanowisk archeologicznych. Są to grodziska, kurhany, kręgi kamienne, groby popielnicowe. Spotyka się również pozostałości obozów wojennych z okresu wojny XXX-letniej jak i pamiątki militarne z okresu sprzed II wojny światowej: bunkry, fabryki zbrojeniowe, umocnienia, linie obronne. RDLP w Zielonej Górze oraz poszczególne nadleśnictwa utrzymują stały kontakt z Muzeum Archeologicznym Środkowego Nadodrza w Świdnicy.

5. NAJCIEKAWSZE DRZEWOSTANY

Na terenie RDLP zachowały się drzewostany charakteryzujące się dużym stopniem naturalności. Są to między innymi pozostałości ginących już lasów łęgowych i niskich grądów w okolicy Nowej Soli i Krępy (10 km na północ od Zielonej Góry). Wymienione lasy nadodrzańskie stanowią najcenniejsze fragmenty ginących już ekosystemów leśnych związanych z dolinami wielkich rzek. Lasy nadrzeczne zachowały się również wzdłuż kilku rzek: Nysy Łużyckiej, Bobru, Pliszki i Ilanki. Piękne lasy bukowe zachowały się w rezerwatach „Buczyna Łagowska” i „Buczyna Szprotawska”.

6. PODEJMOWANE DZIAŁANIA PROEKOLOGICZNE

Wychodząc naprzeciw proekologicznemu kierunkowi prowadzenia gospodarki leśnej, na terenie RDLP Zielona Góra w ubiegłym roku, zostały podjęte działania mające zmniejszyć negatywny wpływ na środowisko leśne podczas prowadzenia prac zrębowych. Są to między innymi decyzje o zastosowaniu olejów biodegradacyjnych do smarowania pił łańcuchowych, zakaz stosowania ognia w czasie prac leśnych i obowiązek rozdrabnianie gałęzi pozostających na zrębach.

Nie mniej ważnym działaniem na rzecz ochrony przyrody w dużej skali jest właściwe rozpoznanie glebowo-siedliskowe. Na terenie tutejszej RDLP rozpoznanie takie zostało wykonane na ponad połowie powierzchni. Dzięki dokładniejszemu rozpoznaniu gleb i siedlisk na terenie poszczególnych nadleśnictw zidentyfikowano większą powierzchnię siedlisk żyznych. W związku z tym znaczna część drzewostanów posiada obecnie inny sposób zagospodarowania. (W lasach dobór rębni i sposobu zagospodarowania podlega wewnętrznym przepisom i zależy od żyzności siedliska). Zamiast zrębów zupełnych stosowane są rębnie częściowe. Wpływa to pozytywnie na zróżnicowanie drzewostanów:

- gatunkowe - przy żyzniejszych siedliskach bogatszy jest zestaw gatunków w składzie upraw,
- wiekowe - na siedliskach żyzniejszych stosowane są rębnie gniazdowe i częściowe, dzięki czemu wiek młodego pokolenia jest zróżnicowany,
- przestrzenne - zwłaszcza w rębni tzw. gniazdowej powstają kępy młodego pokolenia zróżnicowane przestrzennie.

Jadwiga PIESIK

MOŻLIWOŚCI REWITALIZACJI URBANISTYCZNEJ POBRZEŻA ZALEWU SZCZECIŃSKIEGO

POSSIBILITIES OF TOWN-PLANNING REVITALISATION OF SZCZECIN LAGOON COAST

Politechnika Szczecińska, Instytut Architektury i Urbanistyki
Technical University in Szczecin, Institute of Architecture and Urban Planning

Strefa brzegowa nad Zalewem Szczecińskim obejmuje pas terenu kilkukilometrowej szerokości, którego struktura przestrzenna ukształtowała się przede wszystkim pod wpływem środowiska przyrodniczego wodnego. Na obszarze pobrzeża zalewu wykształciły się 24 małe porty i przystanie nadzalewowe – Trzebież, Nowe Warpno, Stepnica, Wolin i inne.

Małe porty i przystanie na Zalewie pełnią rolę w zakresie obsługi transportowej przemysłu terenowego, przeładunków towarów dla zaopatrzenia gmin, przewozów towarów pomiędzy małymi portami takich jak drewno, artykuły rolno-spożywcze, torf, trzcina.

Również przemysł tu lokalizowany ma zasięg lokalny i regionalny w zakresie zaplecza remontowego dla floty rybackiej i jachtów. Inne funkcje morskie jakie pełnią porty i przystanie na zalewie i pobrzeżu to administracja portu /kapitanaty i bosmanaty/, ochrona graniczno-celna /punkty graniczno-celne/, zaopatrzenie w paliwa i smary /stacje paliw/, ratownictwo morskie /stacje ratownictwa brzegowego/.

Miejscowości leżące na pobrzeżu zalewu można podzielić na małe struktury portowe posiadające aktualne i potencjalne możliwości rozwojowe, małe struktury portowe nie wykazujące cech rozwojowych oraz duże struktury zbiorcze - Świnoujście i Szczecin, które posiadają odmienną charakterystykę gospodarczą i przestrzenną. Zespół portowy Szczecin-Świnoujście tworzą dwa duże porty Szczecin i Świnoujście, które wyraźnie dominują w gospodarce, handlu, przeładunkach i żegludze towarowej na obszarze północno- zachodniej Polski.

Wzdłuż brzegu Zalewu Szczecińskiego największe powierzchnie zajmują nieużytki rolne. Ze względu na duże znaczenie ekologiczne tych terenów stanowiących na ogół ostoje ptaków wodno-błotnych lub obiekty przyrodnicze (bagna, torfowiska ,) winny one być chronione przed przekształceniem.

Pobrzeże zalewu obejmuje ekosystemy lądowe i wodne o walorach przyrodniczo-krajobrazowych i określonych funkcjach ekologicznych. Stanowi także ważne ogniwo w tworzeniu systemu obszarów chronionych o regionalnym i międzyregionalnym znaczeniu na obszarze aglomeracji szczecińskiej i w dolinie rzeki Odry.

2. CHARAKTERYSTYKA POSZCZEGÓLNYCH REJONÓW OBSZARU POD KĄTEM TURYSTYKI PRZYWODNEJ.

2.1. Wybrzeże Bałtyku

Odcinek wybrzeża objęty opracowaniem zawiera się pomiędzy granicą Państwa na zachodzie i granicą gminy Dziwnów na wschodzie. Administracyjnie przyporządkowany jest: miastu Świnoujście, gminie Międzyzdroje, gminie Wolin, gminie Dziwnów.

Omawiany odcinek o długości ok. 56 km posiada najatrakcyjniejsze walory turystyczno - rekreacyjne w odniesieniu do całego wybrzeża Polski.

Składają się na to :

- płytkie i stosunkowo ciepłe przybrzeżne partie morza i Zalewu Szczecińskiego, które wraz piaszczystymi plażami stanowią idealne warunki dla kąpielisk, plażowania i uprawiania sportów wodnych;
- plaże morskie w zależności od morfologii brzegów osiągają do kilkudziesięciu metrów szerokości;
- wały wydmore i wzgórza morenowe w sąsiedztwie plaży silnie urozmaicone w tej części wybrzeża tworzą szczególne piękno nadmorskiego krajobrazu;
- występujące złoża borowiny oraz źródła wód solankowych;
- unikalny układ akwenów o dużych walorach turystycznych - Zatoka Pomorska - Zalew Szczeciński
- Woliński Park Narodowy.

Miejscowości kąpieliskowe: Świnoujście, Międzyzdroje, Wiselka, Świętousć, Międzywodzie, Dziwnów, Dziwnówek, Łukęcin

Miejscowość o funkcji uzdrowiskowej - Świnoujście

2.2. Zalew Szczeciński

Zmienność warunków brzegowych Zalewu stanowi o zróżnicowanej przydatności ich do zagospodarowania turystycznego.

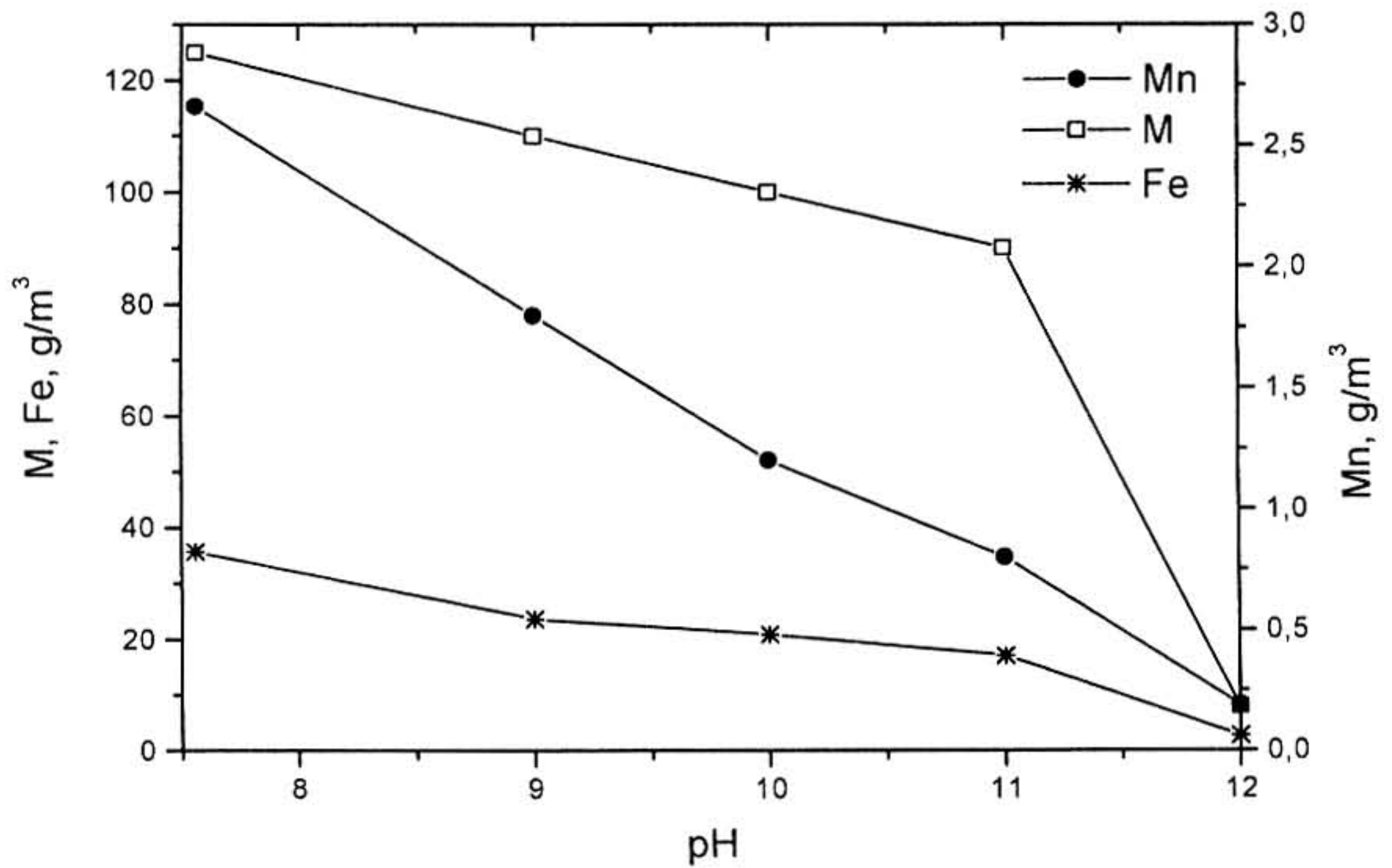
Atrakcyjnymi obszarami są:

- południowy brzeg wyspy Wolin od Wicka do Wolina;
- południowy brzeg Zalewu od Trzebieży do Nowego Warpna;
- zachodni brzeg rz. Dziwny;
- wschodni brzeg Zalewu Kamieńskiego.

Pozostałe obszary są mniej atrakcyjne turystycznie ze względu na niskie rzedne terenu (podmokłe łąki) czy wały p/powodziowe; niemniej istnieją punktowe miejsca atrakcyjne turystycznie np. Stepnica.

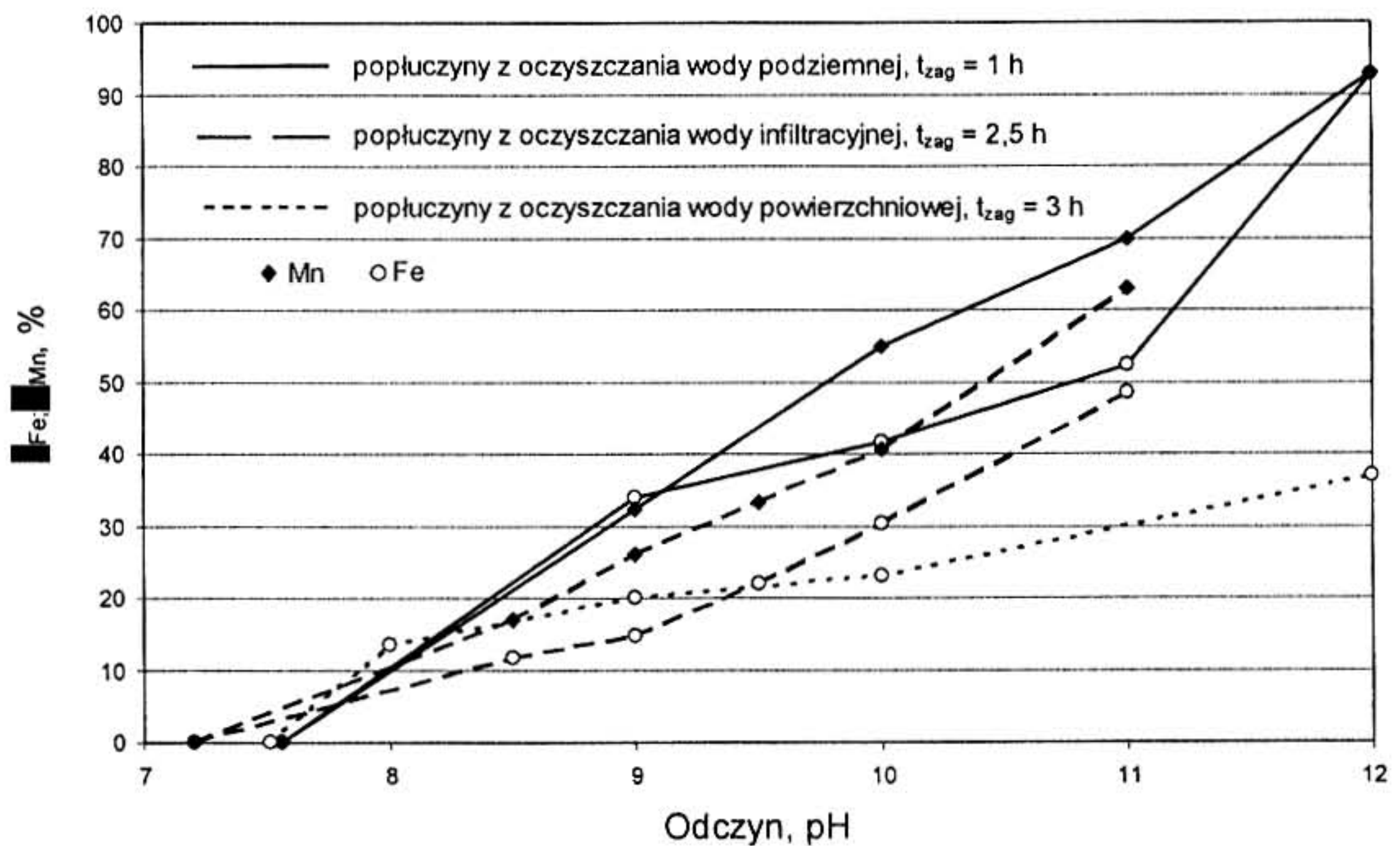
Miejscowości położone nad Zalewem Szczecińskim posiadają dwie wiodące funkcje turystyczne:

- 1) wypoczynek sobotnio - niedzielny
- 2) działalność ośrodków przywodnych w zakresie turystyki, sportów wodnych, żeglarstwa itp.



Rys. 2 Wpływ alkalizacji popłuczyn „żelazistych” na wybrane parametry jakości wody nadosadowej

Wpływ kondycjonowania wapnem popłuczyn z oczyszczania wody infiltracyjnej i powierzchniowej na jakość wydzielonych z nich wód nadosadowych zwiększał się również wraz ze wzrostem pH. Alkalizacja tych popłuczyn zmniejszyła stężenie żelaza i manganu lecz w mniejszym stopniu (%) niż to miało miejsce w przypadku popłuczyn żelazistych (rys. 3).



Rys. 3 Wpływ korekty pH popłuczyn na zmniejszenie (η) stężenia żelaza i manganu w wodach nadosadowych