



You have downloaded a document from
RE-BUŚ
repository of the University of Silesia in Katowice

Title: Charakterystyka hydrologiczno-hydrochemiczna zlewni rzeki Koszarawy

Author: Andrzej T. Jankowski, Angelika Piecuch

Citation style: Jankowski Andrzej T., Piecuch Angelika. (2009).
Charakterystyka hydrologiczno-hydrochemiczna zlewni rzeki Koszarawy.
"Acta Geographica Silesiana" ([T.] 6 (2009), s. 31-42).



Uznanie autorstwa - Użycie niekomercyjne - Bez utworów zależnych Polska - Licencja ta zezwala na rozpowszechnianie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie w celach niekomercyjnych oraz pod warunkiem zachowania go w oryginalnej postaci (nie tworzenia utworów zależnych).



Andrzej T. Jankowski, Angelika Piecuch

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

CHARAKTERYSTYKA HYDROLOGICZNO-HYDROCHEMICZNA ZLEWNI RZEKI KOSZARAWY

Янковский А. Т., Пецух А. **Гидрологическая и гидрохимическая характеристика бассейна реки Кошаравы.** Гидрологическая характеристика бассейна р. Кошаравы, с учетом избранных гидрохимических элементов, опирается на анализ: результатов гидрометрических исследований, проведенных в гидрологическом году 2007/2008, а также данных Воеводского инспектората охраны среды (WIOŚ), полученных в рамках мониторинга поверхностных вод. Бассейн р. Кошаравы отличается большой изменчивостью расходов, что связано с дифференциацией составляющих географической среды и воздействием человека. Результаты выполненного гидрохимического анализа свидетельствуют о том, что поверхностные воды данного бассейна принадлежат к I классу качества.

Jankowski A. T., Piecuch A. **Hydrological and hydrochemical characteristics of the catchment area of river Koszarawa.** Hydrological characteristics of the catchment area of the river Koszarawa including selected hydrochemical components was based on the analysis: the results of hydrometric research carried out in hydrological year 2007/2008 and hydrological data of the quality surface water monitoring by WIOŚ. The catchment area of the river Koszarawa is characterized by high variability of flows, result from the diversity of components of the geographical environment and the human activity. The hydrochemical analysis classify surface waters of this catchment area to the first class quality.

Streszczenie

Charakterystyka hydrologiczna zlewni rzeki Koszarawy, uwzględniająca wybrane elementy hydrochemiczne, powstała na podstawie analizy: wyników badań hydrometrycznych przeprowadzonych w roku hydrologicznym 2007/2008 oraz danych WIOŚ-u uzyskanych w ramach monitoringu wód powierzchniowych. Zlewnię tej rzeki charakteryzuje duża zmienność przepływów, co wynika ze zróżnicowania elementów środowiska geograficznego oraz wpływu człowieka. Przeprowadzona analiza hydrochemiczna pozwala na zakwalifikowanie wód powierzchniowych tej zlewni do I klasy jakości.

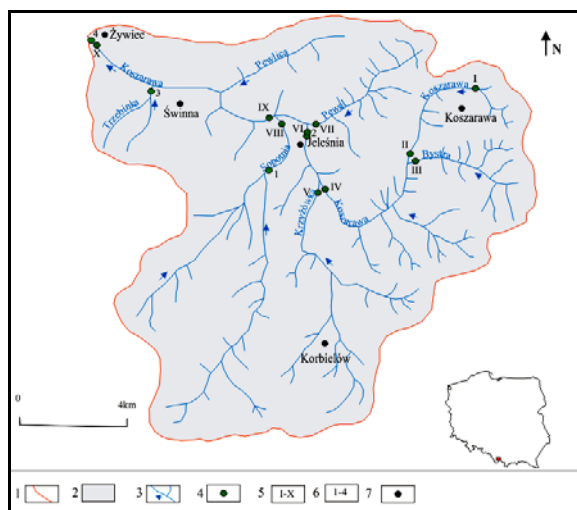
wadzona na podstawie wyników terenowych badań hydrometrycznych (XI. 2007–X.2008) dokonanych w 10 przekrojach pomiarowych na rzece głównej oraz na jej większych dopływach: Bystrej, Kamiennej, Pewli i Sopotni (rys. 1). Wyniki pomiarów hydrometrycznych zostały uzupełnione danymi WIOŚ-u dotyczącymi podstawowych wskaźników fizyko-chemicznych wód powierzchniowych z okresu X.2007–X.2008, oznaczanych w 4 punktach monitoringu operacyjnego, pod kątem bytowania ryb i wykorzystania do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia (rys. 1).

LOKALIZACJA OBSZARU BADAŃ

Zlewnia rzeki Koszarawy obejmuje fragmenty trzech mezoregionów fizycznogeograficznych, wydzielonych przez J. KONDRACKIEGO (1981): Beskidu Żywieckiego (513.511), Beskidu Makowskiego (513.48) oraz Kotliny Żywieckiej (513.46). Położona jest w granicach administracyjnych województwa śląskiego, w obrębie czterech gmin powiatu żywieckiego: miejskiej (Żywiec) oraz wiejskich (Jeleśnia, Świnna i Koszarawa).

ZARYS PROBLEMU

Koszarawa jest – obok Soły – najważniejszą rzeką Żywiecczyzny (MATUSZCZYK, 1996). Jest to prawostronny dopływ Soły o powierzchni zlewni wynoszącej 250 km² (PUNZET, 1971). Niniejsza praca zawiera charakterystykę: poszczególnych elementów środowiska geograficznego zlewni rzeki Koszarawy, przestrzennego i czasowego zróżnicowania jej odpływu oraz analizę wybranych właściwości fizyko-chemicznych wód powierzchniowych decydujących o ich klasie jakości. Charakterystyka hydrologiczna zlewni Koszarawy została przepro-



Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych na obszarze zlewni rzeki Koszarawy (opracowanie własne na podstawie: *Mapa hydrograficzna Polski*, 2002):

1 – dział wodny, 2 – obszar zlewni, 3 – ważniejsze ciekii, 4 – punkty pomiarowe; 5 – miejsca pomiarów hydrometrycznych od źródeł do ujścia rzeki Koszarawy do Soły (I – odcinek źródłowy rzeki Koszarawy, II – rzeka Koszarawa powyżej ujścia Bystrej, III – Bystra, IV – rzeka Koszarawa powyżej ujścia Krzyżówki, V – Krzyżówka, VI – rzeka Koszarawa powyżej ujścia Pewli, VII – Pewel, VIII – Sopotnia, IX – rzeka Koszarawa poniżej ujścia Sopotnia, X – odcinek ujściowy rzeki Koszarawy do Soły; 6 – punkty pomiarowe monitoringu jakości wód WIOŚ-u (1 – Sopotnia (km 0,5) – poniżej dopływu Sopotnia Mała; 2 – Koszarawa (km 11,4) – most obok Delphi; 3 – Trzebinka – przy ujściu do Koszarawy; 4 – Koszarawa (km 0,5) – odcinek ujściowy; 7 – ważniejsze miejscowości

Fig. 1. Location of the measuring points in the catchment area of the River Koszarawa (compiled on the basis of its own: *Mapa hydrograficzna Polski*, 2002):

1 – watershed, 2 – the catchment area, 3 – more important streams, 4 – the measuring points, 5 – the place of the hydrological measurement from spring to the mouth of the River Koszarawa to the River Sola (I – the part of spring of the River Koszarawa, II – the River Koszarawa above the mouth of the Bystra, III – Bystra, IV – the River Koszarawa above the mouth of the Krzyżówka, V – Krzyżówka, VI – the River Koszarawa above the mouth of the Pewel, VII – Pewel, VIII – Sopotnia, IX – the River Koszarawa below the mouth of the Sopotnia, X – the part of the mouth of the River Koszarawa to the River Sola; 6 – the measuring points of the quality water monitoring by WIOŚ (1 – Sopotnia (km 0,5) – below tributary Sopotnia Mała; 2 – Koszarawa (km 11,4) – bridge next to the Delphi; 3 – the mouth of the Trzebinka to the River Koszarawa; 4 – the mouth of the River Koszarawa to the River Sola (km 0,5); 7 – more important localities

CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO

Budowa geologiczna

W dnie doliny Koszarawy występują mady, piaski i żwiry rzeczne wieku holoceniowego, a także

mady, mułki, piaski i żwiry rzeczne plejstocenu. Z tego samego okresu pochodzą żwiry, piaski i gliny występujące w rejonie Sopotni i Jeleśni oraz gliny zwietrzelinowe, napływowe i lessowate, wyściełające górny odcinek rzeki Koszarawy (*Mapa geologiczna Polski*, 1952). Paleogen reprezentują piaskowce, łupki oraz oligoceńsko-eoceńskie margle serii magurskiej. W rejonie Świnnej, Koszarawy i Korbielowa ukazują się także łupki i piaskowce podmagurskie, hieroglifowe, margle, piaskowce zlepieńcowe, łupki pstre serii magurskiej eoceńsko-paleoceńskie. Oligoceńsko-eoceńskie piaski i łupki krośnieńskie, łupki menilitowe z rogowcami oraz margle globigerynowe, łupki i piaskowce hieroglifowe, glaukonitowe eoceńsko-paleoceńskie oraz łupki cieszyńskie dolne z mezozoiku budują obszar ujściowy Koszarawy do Soły (*Mapa geologiczna Polski*, 1954). Zlewnia rzeki Koszarawy położona jest w obrębie płaszczowiny magurskiej (ALEKSANDROWSKI, 1985), w której odsłaniają się głównie skały fliszowe o wieku od późnej kredy do paleogenu (STUPNICKA, 2007) oraz w obrębie płaszczowiny godulskiej, będącej częścią płaszczowiny śląskiej (MIZERSKI, 2002).

Rzeźba terenu

Jak podaje S. GILEWSKA (1999), zlewnia rzeki Koszarawy usytuowana jest w Beskidach Zachodnich, a ściślej na obszarze Beskidu Żywieckiego, będącego częścią Beskidu Wysokiego oraz Kotliny Żywieckiej, która jest pochodzenia erozyjno-denuwacyjnego i wchodzi w skład Obniżenia Jabłonkowskiego. Z kolei źródła Koszarawy znajdują się w Beskidzie Makowskim na wysokości około 1000 m n.p.m. Część zlewni położona jest w Beskidzie Średnim na wysokości od 300 do 500 m n.p.m. Średnia wysokość zlewni rzeki Koszarawy wynosi 917,5 m n.p.m. Najwyższy punkt na obszarze zlewni znajduje się na wysokości 1490 m n. p. m. na Hali Słowikowej na Górze Pięciu Kopców, natomiast najniższy punkt położony jest przy ujściu do rzeki Soły na wysokości 345 m n. p. m. Zatem deniwelacja wynosi 1145 m (*Mapa topograficzna*, 2003).

Klimat

Różnorodność warunków klimatycznych na obszarze zlewni rzeki Koszarawy skłoniła M. HESSA (1965) do wydzielenia następujących pięter klimatycznych: umiarkowanie ciepłego (400–680 m n.p.m. ze średnią roczną temperaturą powietrza powyżej 6°C), umiarkowanie chłodnego (680–1080 m n.p.m. ze średnią roczną temperaturą powietrza 4–6°C), chłodnego (1080–1400 m n.p.m. ze średnią roczną temperaturą powietrza 2–4°C) oraz bardzo chłodnego (powyżej 1400 m n.p.m. ze średnią roczną tempe-

raturą powietrza 0–2°C w masywie Pilska i Małej Babiej). Średnia roczna temperatura powietrza na obszarze zlewni Koszarawy waha się od 5,5°C w części szczytowej Beskidu Żywieckiego do 7,5°C w obszarze ujściowym Koszarawy do Soły. Najwyższe roczne sumy opadów przekraczają 1300 mm i notowane są w najwyższych partiach Beskidu Żywieckiego (grupa Wielkiej Raczy, Pilska i Babiej Góry). W cieniu opadowym znajduje się Kotlina Żywiecka z roczną sumą opadów poniżej 1000 mm (LEŚNIAK, OBRĘBSKA-STARKŁOWA, 1983). Opady występują średnio 194 dni w roku (ZIĘTARA, 1976). Najwięcej opadów (40% sumy rocznej) przypada na czerwiec i lipiec, z kolei opad śnieżny stanowi około 18–20% opadów rocznych (CEBULAK, 1994).

Stosunki wodne

Wody powierzchniowe. Zlewnia Koszarawy zajmuje 18,2% dorzecza Soły i cechuje się bardzo rozległym obszarem źródłowym. Główne źródła to wykapy na południowo-zachodnich stokach Jałowca (1111 m n.p.m.) i na północnych stokach Czerniawy Suchoj (1062 m n.p.m.), czyli szczytów Pasma Jałowieckiego w Beskidzie Żywieckim (PUNZET, 1971). Zlewnię Koszarawy cechuje asymetria (rys. 1). Z prawej strony uchodzą do niej tylko dwa większe dopływy, natomiast z lewej jest ich znacznie więcej (ZIĘTARA, 1976). Sieć rzeczna ma układ dendryczny. Koryto Koszarawy przy ujściu do Soły (fot. 1) osiąga szerokość ponad 20 m. Jego dno jest głównie skaliste, najczęściej utworzone przez kamieńce i osady zwirowe. Duża gęstość sieci rzecznej na obszarze zlewni Koszarawy uwarunkowana jest niewielką retencyjnością podłoża fliszowego, urozmaiconą rzeźbą i dużym zasilaniem z opadów (DYNOWSKA, POCIASK-KARTECZKA, 1999). Największa gęstość sieci rzecznej występuje w części wschodniej zlewni Koszarawy, zwłaszcza w obrębie zlewni Pewli, będącej jej prawostronnym dopływem. Rozmieszczenie cieków nie jest równomierne: największą gęstością odznaczają się obszary zbudowane z łupków, z kolei najmniejsze w warstwach piaskowców magurskich. Potoki mają duże spadki, zwłaszcza w odcinkach źródłowych. W biegu Koszarawy wyróżnia się odcinek górny o spadku 31% (do ujścia Krzyżowej), środkowy o spadku 6,9% (dno Kotliny Jelesni) oraz dolny poniżej kotliny charakteryzujący się spadkiem 1,8% (ZIĘTARA, 1976).

Wody podziemne. Zlewnia rzeki Koszarawy należy do karpackiego regionu hydrogeologicznego (XXIII), podregionu zewnętrznokarpackiego (XXIII 1). Typowe dla tego terenu są wody szczelinowe, rzadziej szczelinowo-porowe występujące



Fot. 1. Podniesienie stanów wody w wyniku kilkudniowych opadów w odcinku ujściowym rzeki Koszarawy do Soły (fot. A. Piecuch, 2009)

Phot. 1. Increase of water levels because of a few days rainfall in the mouth of the River Koszarawa to the River Sola (photo by A. Piecuch, 2009)

w utworach kredy i paleogenu – głównie w piaskowcach, mułowcach, łupkach, marglach i zlepieńcach (*Mapa hydrogeologiczna Polski*, 1981). Z pracy A. WITKOWSKIEGO i P. SIWKA (2000) wynika, że zasoby wód podziemnych są ściśle związane z występującymi na obszarze zlewni rzeki Koszarawy Głównymi Zbiornikami Wód Podziemnych (GZWP), a mianowicie: z przepływowym GZWP 446 – Dolina rzeki Soły (QIII) oraz szczelinowo-porowym GZWP 445 – Magura (Babia Góra).

Gleby

Na obszarze zlewni rzeki Koszarawy gleby brunatne kwaśne występują powszechnie w reglu dolnym Beskidów (SKIBA, 1995). W kotlinach śródgórskich pokrywą glebową tworzą także gleby płowe, które często powstają z odwapnionych utworów pyłowych (KOMORNICKI, 1983). W najwyższych częściach Beskidów (Babia Góra i Pilsko) zbudowanych z odpornych na wietrzenie piaskowców, występują gołoborza, litosole i rankery (SKIBA, 1995), a w dolinach rzecznych i w dnach kotlin – mady.

Roślinność i świat zwierząt

Jak piszą B. LEŚNIAK i B. OBRĘBSKA-STARKŁOWA (1983), zwarte zespoły leśne występują w grupie Pilska i Wielkiej Raczy (180 km²), a także na stokach Babiej Góry (100 km²). Jeżeli chodzi o zespoły łąkowe to występują one wśród lasów na większych spłaszczeniach stokowych. Polany te wykorzystywane są jako pastwiska, a czasem jako kośne łąki górskie (ZIĘTARA, 1976). Zespoły łąkowe występują wzdłuż koryt rzecznych w dnach dolin i zajmują łóżyisko rzeki. Związane są więc z sie-

dliskami hydrogenicznymi (MATUSZKIEWICZ, 2002). Pozostałe obszary zajęte są pod uprawy, grunty orne i sadownictwo, koncentrujące się w kotlinach, dnach dolin, na zboczach o mniejszym nachyleniu oraz na szerokich wierzchołkach nie przekraczających 750 m n.p.m. (ZIĘTARA, 1976).

Fauna na tym obszarze jest bogata i różnorodna. Jelenie, daniela, sarny i dziki występują głównie w lasach beskidzkich. Ostoją dla niedźwiedzi, wilków i ryś jest Beskid Żywiecki. Z kolei żeremia bobrów spotykane są nad Sołą i Koszarawą. Na południowych stokach beskidzkich można spotkać rzadko występującego gniewosza plamistego. Na obszarze zlewni Koszarawy znajdują się ponadto miejsca gniazdowania puchacza (KONDRACKI, 1981).

Z *Mapy sozologicznej* (1994, 1995) wynika, że na obszarze zlewni Koszarawy znajdują się następujące formy ochrony przyrody: Żywiecki Park Krajobrazowy, 6 rezerwatów przyrody (Gawroniec, Grapa, Pięć Kopców, Pilsko, Pod Rysianką, Romanka), liczne pomniki przyrody (jaskinie osuwiskowe w piaskowcach magurskich: Wickowa w Sopotni Wielkiej i Przed Rozdrożem w Korbielowie oraz wodospad ześlizgowy w Sopotni Wielkiej), a także użytek ekologiczny w postaci torfowiska wysokiego na zachodnich zboczach góry Grojec.

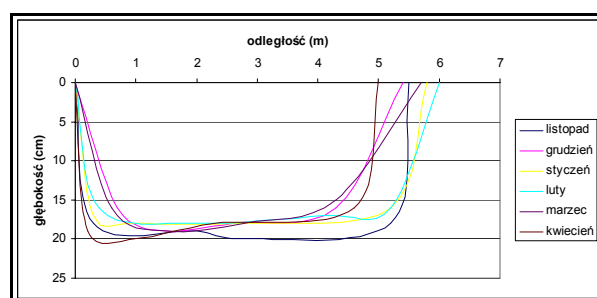
Zagospodarowanie przestrzenne

Ogromny wpływ na przemiany środowiska naturalnego wywarł człowiek. Dla przykładu, leśne piętro pogórza zajęte jest pod uprawę żyta, pszenicy i ziemniaków (ZIEMOŃSKA, 1973). Eksploatacja powierzchniowych warstw litosfery przyczynia się do zmian powierzchni Ziemi (KONDRACKI, 1981). W Korbielowie i Krzyżowej istnieją kamieniołomy piaskowców. Żwiry rzeczne są eksploatowane i wykorzystywane do budowy nawierzchni dróg, natomiast glina i il – do wypalania cegły (ŁAJCZAK, 1998). Bardzo ważną rolę w przeobrażaniu stosunków wodnych odgrywa zajmowanie coraz większych powierzchni pod zabudowania i drogi. W wyniku intensywnego przekształcania terenu przez zabudowę miejską, rozbudowę miejskiej kanalizacji i drenowanie pól w Kotlinie Żywieckiej, zmniejszeniu ulegają także zdolności infiltracyjne gruntu (*Mapa hydrograficzna Polski*, 2002).

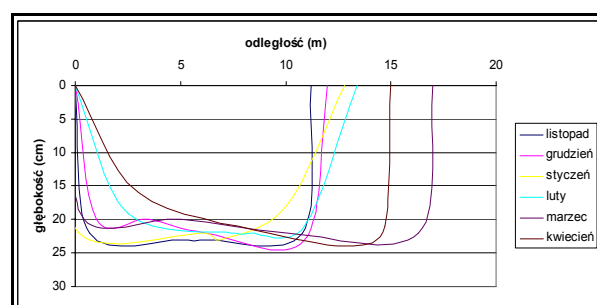
ZRÓŻNICOWANIE DNA KORYTA

Znaczne i częste zmiany w dnie koryta Koszarawy i jej dopływów były obserwowane w czasie prowadzonych badań terenowych w roku hydrologicznym 2007/2008. Najbardziej ustabilizowane koryto dotyczy półrocza zimowego, szczególnie w przypadku Krzyżówki, będącej lewostronnym dopływem

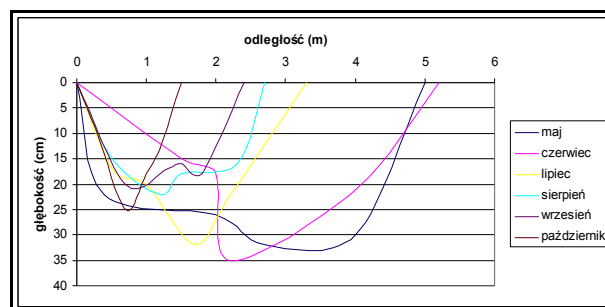
Koszarawy (rys. 2) oraz na Koszarawie powyżej ujścia Pewli (rys. 3). Z kolei znaczne przekształcenia koryta rzecznoego były obserwowane w półroczu letnim, co jest związane z częstymi opadami deszczu w tym czasie (rys. 4 i 5). Intensywne opady atmosferyczne w okresie letnim przyczyniają się do zwiększenia objętości przepływu, co w konsekwencji wpływa na nasilenie procesów pogłębiania dna w wyniku wzmożonego transportu rumowiska. Znaczne zmniejszenie szerokości koryta nastąpiło w przypadku potoku Bystra (rys. 5), co miało związek z prowadzonymi w tym miejscu pracami hydrotechnicznymi od sierpnia 2008 roku.



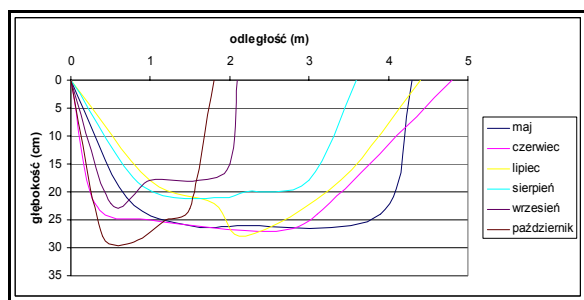
Rys. 2. Zmiany w dnie koryta rzeki Krzyżówki w półroczu zimowym XI.2007–IV.2008 (opracowanie własne)
Fig. 2. Changes in the bottom of the river-bed Krzyżówka in winter half-year V.2008–X.2008 (own study)



Rys. 3. Zmiany w dnie koryta rzeki Koszarawy powyżej ujścia potoku Pewel w półroczu zimowym XI.2007–IV.2008 (opracowanie własne)
Fig. 3. Changes in the bottom of the river-bed Koszarawa above the mouth of the stream Pewel in winter half-year XI. 2007–IV. 2008 (own study)



Rys. 4. Zmiany w dnie koryta rzeki Koszarawy powyżej ujścia Bystrej w półroczu letnim V.2008–X.2008 (opracowanie własne)
Fig. 4. Changes in the bottom of the river-bed Koszarawa above mouth of Bystra in summer half-year V.2008–X.2008 (own study)



Rys. 5. Zmiany w dnie koryta potoku Bystra w półroczu letnim V.2008–X.2008 (opracowanie własne)

Fig. 5. Changes in the bottom of the stream-bed Bystra in summer half-year V.2008–X.2008 (own study)

ZRÓŻNICOWANIE ODPLYWU W OKRESIE BADAŃ

Przepływy

W okresie badań terenowych w roku hydrologicznym 2007/2008 wartości przepływu (tab. 1) były zróżnicowane od 0,05 do 4,86 m³/s. Warto wspomnieć, że najniższe wartości przepływu notowane są w górnej części zlewni rzeki Koszarawy (punkty pomiarowe I–V). Dość niskim przepływem charakteryzuje się także potok Pewel w punkcie pomiarowym VII (prawostronny dopływ Koszarawy), na którym od wiosny przepływ ulega zmniejszeniu w wyniku zatamowania koryta potoku powyżej punktu pomiarowego, przez sztucznie wzniesioną zaporę z materiału gruzowego. Stąd najniższe przepływy z obszaru zlewni rzeki Koszarawy dotyczyły tego właśnie przekroju pomiarowego (rys. 1). Najwyższe wartości przepływu pojawiły się w styczniu, gdy zanotowany

został także wzrost temperatury wody. Objętość przepływu dochodziła do 4,7 m³/s (Sopotnia) i 4,86 m³/s (Koszarawa poniżej ujścia Sopotni). Najprawdopodobniej wynika to ze śródzimowego topnienia pokrywy śnieżnej. Z reguły wraz z biegiem rzeki wzrasta przepływ, ale w tym przypadku najwyższe wartości były notowane w punktach pomiarowych na dopływie Sopotnia oraz na Koszarawie poniżej ujścia Sopotni. Przy ujściu do Soły Koszarawa osiąga maksymalny przepływ także w styczniu (3,56 m³/s). Wynika z tego, że Sopotnia odgrywa ważną rolę w zasilaniu rzeki Koszarawy.

Opady atmosferyczne przyczyniają się do zwiększenia objętości przepływu w sierpniu. Potoki Bystra i Krzyżówka także wpływają na zwiększenie przepływu rzeki Koszarawy (tab. 1). Przy jej ujściu do Soły objętość przepływu ulega zmniejszeniu, co wynika między innymi z wybudowania na tym odcinku korekcji progowej. Poza tym część wody jest odprowadzana Młynówką, która wpływa do Soły poniżej wodowskazu Żywiec. Liczne zaburzenia w przepływie na obszarze zlewni Koszarawy mogą być efektem prac hydrotechnicznych. W okresie badań na Krzyżówce od XII.2007 do I.2008 roku umacniano brzozy koryta opaskami betonowo-siatkowymi. Na potoku Bystra od IX.2008 prowadzono prace związane ze zmniejszeniem szerokości koryta potoku. Z kolei od kwietnia 2008 do stycznia 2009 roku prowadzono prace związane z budową nowego mostu w Jeleśni, co także mogło przyczynić się do zmian w przepływie Sopotni czy bezpośrednio Koszarawy. Od źródeł Koszarawy do ujścia potoku Bystra (fot. 2) prowadzone były także prace związane z pogłębianiem dna i wybieraniem materiału skalnego i żwirowego z koryta rzeki.

Tabela 1. Zmienność przepływu (m³/s) w punktach pomiarowych w zlewni rzeki Koszarawy w roku hydrologicznym XI.2007–X.2008 (opracowanie własne)

Table 1. Variability of flow (m³/s) at the measuring points in the catchment area of the River Koszarawa in hydrological year XI.2007–X.2008 (own study)

Punkty pomiarowe	Daty pomiaru											Średnia	
	17.11.2007	15.12.2007	19.01.2008	23.02.2008	15.03.2008	19.04.2008	17.05.2008	14.06.2008	12.07.2008	09.08.2008	06.09.2008		11.10.2008
I	0,14	0,13	0,23	0,25	0,10	0,11	0,32	0,20	0,12	0,11	0,08	0,20	0,17
II	0,23	0,14	0,45	0,39	0,31	0,20	0,62	0,44	0,17	0,20	0,07	0,11	0,28
III	0,38	0,16	0,65	0,58	0,27	0,31	0,59	0,55	0,32	0,14	0,12	0,23	0,36
IV	0,48	0,41	1,27	0,75	1,02	1,06	1,18	0,56	0,62	0,53	0,41	0,88	0,76
V	0,67	0,57	0,51	0,47	0,60	0,86	0,58	0,46	0,66	0,58	0,55	0,88	0,62
VI	1,63	0,95	2,04	1,64	3,62	2,88	0,88	1,15	1,24	2,48	0,93	1,29	1,73
VII	0,62	0,15	0,20	0,08	0,09	0,07	0,07	0,05	0,13	0,47	0,11	0,26	0,19
VIII	1,03	0,97	4,70	2,49	2,01	2,21	1,42	0,99	1,18	1,21	0,81	0,95	1,66
IX	1,94	1,66	4,86	2,12	1,70	1,92	1,73	1,97	2,26	1,63	0,97	3,61	2,20
X	1,74	1,62	3,56	1,85	1,23	2,18	2,03	1,53	1,31	1,54	1,40	2,83	1,90



Fot. 2. Rzeka Koszarawa powyżej ujścia potoku Bystra (fot. A. Piecuch, 2009).
Phot. 2. The River Koszarawa above the mouth of the stream Bystra (photo by A. Piecuch, 2009)

Na podstawie wyników pomiaru objętości przepływu obliczono jego wartości średnie dla poszczególnych punktów (tab. 1). Najwyższe wartości występują w punkcie pomiarowym zlokalizowanym na rzece Koszarawie poniżej ujścia Sopotni ($2,2 \text{ m}^3/\text{s}$). Nieco niższe średnie przepływy zanotowano w odcinku ujściowym Koszarawy do Soły ($1,9 \text{ m}^3/\text{s}$), na Koszarawie powyżej ujścia Pewli ($1,73 \text{ m}^3/\text{s}$) oraz na Sopotni ($1,66 \text{ m}^3/\text{s}$). Natomiast najniższe śred-

nie przepływy stwierdzono w odcinku źródłowym Koszarawy ($0,17 \text{ m}^3/\text{s}$) i na potoku Pewel ($0,19 \text{ m}^3/\text{s}$).

ODPŁYWY JEDNOSTKOWE

Na podstawie wartości przepływów w poszczególnych punktach pomiarowych obliczono wartości spływów jednostkowych w celu przeanalizowania czasowego i przestrzennego zróżnicowania odpływu ze zlewni rzeki Koszarawy. Z tab. 2 wynika, że najwyższe spływy jednostkowe wystąpiły w zlewni Sopotni (VIII) oraz w zlewni odcinka źródłowego Koszarawy (I). Odpływy jednostkowe wahają się w odcinku źródłowym od $15,6 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ we wrześniu 2008 roku do $62,5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ w maju 2008 roku, natomiast Sopotnia charakteryzuje się odpływem od $16,8 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ zanotowanym we wrześniu 2008 roku do $81,5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ w styczniu 2008 roku. Najniższe wartości spływów jednostkowych odnotowano w punkcie pomiarowym na potoku Pewel (VII). Odpływ w tym miejscu znacznie zmalał z $4,1 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ w marcu 2008 roku do $2,3 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ w czerwcu 2008 roku, w wyniku utworzenia wspomnianej wcześniej zapory na potoku. Niskie wartości odpływu notowane są we wrześniu w wyniku zmniejszenia udziału zasilania cieków wodnych przez opady atmosferyczne.

Tabela 2. Zmienność odpływów jednostkowych ($\text{l/s}\cdot\text{km}^2$) w punktach pomiarowych w zlewni rzeki Koszarawy w roku hydrologicznym XI.2007–X.2008 (opracowanie własne)

Table 2. Variability of outflow ($\text{l/s}\cdot\text{km}^2$) at the measuring points in the catchment area of the River Koszarawa in hydrological year XI.2007–X.2008 (own study)

Punkty pomiarowe	Daty pomiaru												Średnia
	17.11.2007	15.12.2007	19.01.2008	23.02.2008	15.03.2008	19.04.2008	17.05.2008	14.06.2008	12.07.2008	09.08.2008	06.09.2008	11.10.2008	
I	27,3	25,4	44,9	48,8	19,5	21,5	62,5	39,1	23,4	21,4	15,6	39,1	32,4
II	18,1	11	35,4	30,7	24,4	15,7	48,7	34,6	13,4	15,7	5,5	8,6	21,8
III	22,4	9,4	38,2	34,1	15,9	18,2	34,7	32,4	18,8	8,2	7,1	13,5	21,1
IV	7,4	6,3	19,6	11,6	15,8	16,4	18,2	8,7	9,6	8,2	6,3	13,6	11,8
V	17,6	15	13,4	12,4	15,8	22,6	15,3	12,1	17,4	15,3	14,5	23,1	16,2
VI	14,3	8,4	17,9	14,4	31,8	25,3	7,7	10,1	10,9	21,8	8,2	11,3	15,2
VII	28	6,8	9	3,8	4,1	3,2	3,2	2,3	5,9	21,2	5	11,8	8,7
VIII	17,9	16,8	81,5	43,2	34,9	38,3	24,6	34,2	39,2	28,3	16,8	49,1	35,4
IX	9,9	8,5	24,9	10,8	8,7	9,8	8,8	10,1	11,6	8,3	5	18,5	11,2
X	6,9	6,4	14,2	7,4	4,9	8,7	8,1	6,1	5,2	6,1	5,6	11,2	7,6

W styczniu 2008 roku następuje zwiększenie odpływu we wszystkich punktach pomiarowych w wyniku śródziemnego topnienia pokrywy śnieżnej (fot. 3), skutkującego wzrostem zasilania cieków w zlewni Koszarawy. Ponadto opady występujące w okresie letnim powodują okresowe zwiększenie spływu

jednostkowego, co widoczne jest w maju, sierpniu i październiku. Z obliczonych sporadycznych miesięcznych spływów jednostkowych obliczono wartości średnie, traktując je jako orientacyjne (tab. 2). Przestrzenny rozkład odpływów jednostkowych w zlewni rzeki Koszarawy jest związany głównie

ze zróżnicowaniem wysokości n.p.m. poszczególnych zlewni cząstkowych. Wraz ze wzrostem średniej wysokości zlewni wzrasta odpływ. Najwyższym średnim odpływem jednostkowym charakteryzuje się zlewnia odcinka źródłowego rzeki Koszarawy ($32,4 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$) oraz Sopotni ($35,4 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$). Natomiast najniższe wartości średniego odpływu dotyczą odcinka ujściowego rzeki Koszarawy ($7,6 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$) oraz potoku Pewel ($8,7 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$).

Z obliczonych wartości wynika, że na terenie badanej zlewni przeważa odpływ w półroczu letnim (52,9%). Ponadto w ciągu roku wyraźnie zaznaczają się dwa wezbrania: wiosenne (maksimum w kwietniu) oraz letnie (maksimum w lipcu). Wtedy przepływy osiągają 147% wartości średniego rocznego przepływu (*Mapa hydrograficzna*, 2002).



Fot. 3. Pokrywa śnieżna oraz zjawiska lodowe na rzece Koszarawie powyżej ujścia do Soły (fot. A. Piecuch, 2009).
Phot. 3. Snow cover and ice events on the River Koszarawa above the mouth of the river Koszarawa to Sola (photo by A. Piecuch, 2009).

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNE WÓD POWIERZCHNIOWYCH ZLEWNI RZEKI KOSZARAWY

Jak wynika z badań przeprowadzonych w roku hydrologicznym 2007/2008 (tab. 3), temperatura wody wahała się od $0,8^\circ\text{C}$ (XI.2007 – Sopotnia) do $20,1^\circ\text{C}$ (VII.2008 – odcinek ujściowy Koszarawy). Wynika stąd, że wody powierzchniowe w zlewni Koszarawy zaliczane są do I klasy jakości (*Rozporządzenie...*, 2008). Maksymalne temperatury wód powierzchniowych były wyższe w przypadku punktów zlokalizowanych na rzece głównej.

Wzrost temperatury wody nastąpił w styczniu i w lutym, co było związane ze wspomnianą wcześniej śródzimową odwilżą. Natomiast w marcu, w wyniku opadów śniegu i tworzenia się pokrywy śnieżnej, nastąpił spadek temperatury. Od kwietnia zanotowano wzrost temperatury, z niewielkim jej spad-

kami w czerwcu, sierpniu i październiku, jako reakcja na ochłodzenie i intensywne opady deszczu zaistniałe w tym czasie.

Odczyn wód rzeki Koszarawy i jej dopływów był dość zróżnicowany i wahał się od 5,3 do 8,3 pH (tab. 3), co jednak kwalifikuje wody powierzchniowe tego obszaru do I klasy jakości (*Rozporządzenie...*, 2008). Od listopada do grudnia 2007 roku odczyn wzrastał w punktach pomiarowych I–V, natomiast w przypadku pozostałych punktów odczyn malał. Istotne były również duże spadki pH od stycznia do marca 2008 roku we wszystkich punktach pomiarowych, z wyjątkiem odcinka źródłowego (punkt I). Najwyższe pH zanotowano w lipcu i we wrześniu 2008 roku, natomiast istotny spadek zanotowano w sierpniu 2008 roku.

W okresie badań hydrometrycznych w roku hydrologicznym 2007/2008 zanotowano zróżnicowanie przewodności elektrycznej właściwej od $80,2$ do $315,1 \mu\text{S/cm}$ (tab. 3). Najniższe wartości notowano w styczniu. Najmniejszą przewodność stwierdzono w potoku Bystra, z kolei najwyższą wartość zanotowano na potoku Pewel. W przypadku potoku Pewel zauważalne są bardzo wysokie wartości przewodności w porównaniu z innymi punktami, czego przyczyną może być wzrost dopływu zanieczyszczeń od wiosny 2008 roku. Mogło to mieć związek z wybudowaniem tamy z materiału gruzowego (fot. 3) i wykorzystywaniem potoku jako miejsca do czyszczenia kół samochodów ciężarowych powyżej punktu pomiarowego. Wartości przewodności elektrycznej właściwej również świadczą, że wody na obszarze zlewni Koszarawy odpowiadają I klasie jakości (*Rozporządzenie...*, 2008).



Fot. 4. Wpływ działalności człowieka na stosunki wodne na przykładzie dopływu rzeki Koszarawy – Pewli (fot. A. Piecuch, 2009)
Phot. 4. Influence of the human activity on the hydrological conditions for example the tributary of the River Koszarawa – Pewel (photo by A. Piecuch, 2009)

Tabela 3. Wybrane właściwości fizyko-chemiczne wód rzeki Koszarawy i jej dopływów w okresie XI.2007-X.2008 (opracowanie własne)
 Table 3. Selected physico-chemical properties of water the Koszarawa River and its tributaries in the period XI.2007-X.2008 (own study)

Wskaźnik	Punkty pomiarowe	Daty pomiaru												Średnia
		17.11.2007	15.12.2007	19.01.2008	23.02.2008	15.03.2008	19.04.2008	17.05.2008	14.06.2008	12.07.2008	09.08.2008	06.09.2008	11.10.2008	
Temperatura °C	I	1,6	1,6	7,3	5,9	2,6	5,5	11,6	10,6	15,1	11,1	15,6	12,1	8,4
	II	1,4	1,1	6,9	6,6	3,3	5,8	13	12	16,6	12,6	17,7	14,2	9,3
	III	1,2	1,3	6	6,2	3,1	5,6	12,9	13,1	18	13	16,2	14,3	9,2
	IV	1,6	0,8	6,2	6,6	3,9	6	13,7	13,4	20,5	14,1	18,9	16,8	10,2
	V	1,5	0,9	5,8	6,5	3,7	5,9	14	14	18,1	13,8	18,3	14,6	9,8
	VI	2,2	1,3	6,2	6,9	4,1	6,3	14,7	13,9	19,4	14	18,3	14,3	10,1
	VII	1,7	1,9	4,9	6,6	4,3	6,5	14,6	13,8	18	14,3	16,4	14,2	9,8
	VIII	0,8	1,2	5,4	6,3	4,1	6,2	14,4	13	18	14,4	18,2	13,2	9,6
	IX	1,9	1,8	6,3	7,6	4,2	6,4	15	14,1	19,8	14,6	18,8	12,9	10,3
	X	2,3	1,7	5,3	7,4	4,9	6,9	15,2	14,2	20,1	14,8	19,3	13,1	10,4
Odczyn	I	6,1	6,7	5,8	5,7	6,7	6,3	6,9	6	7,4	5,9	7,2	6,8	6,5
	II	6,8	7,1	7	6,5	6,3	6,9	7	6,7	7,6	6,3	7,6	7,2	6,9
	III	6,3	7,2	6,5	6,3	6,2	6,8	7,1	7	7,5	6,5	7,8	7,1	6,9
	IV	7	7,2	6,9	6,6	6	6,9	7,2	7,2	8,1	6,7	7,9	7,3	7,1
	V	7,3	7,4	7	6,8	6	7	7,3	7,4	7,8	6,8	8,2	7,2	7,2
	VI	7,8	7,4	7,3	6,7	5,4	6,7	7,1	7,3	7,8	6,7	8	7	7,1
	VII	8	7,4	7,3	6,8	5,6	6,9	7,2	7,3	7,9	6,6	7,7	6,8	7,1
	VIII	7,7	7,5	7,4	6,4	5,3	6,7	7,6	7,8	8	6,7	8,1	6,2	7,1
	IX	8	7,5	7,3	6,6	5,3	6,6	7,5	7,6	8,3	6,5	8,1	5,9	7,1
	X	8,3	7,5	7,5	6,5	5,5	6,8	7,3	6,6	8,1	6,2	8,1	6,3	7,1
Przewodność elektryczna właściwa µS/cm	I	123,4	122	81,2	101,7	126,1	124,3	129,3	122	152	146,5	216,1	142,9	132,3
	II	151,8	143	103,4	123,4	149,1	146,3	153,2	141	143,9	156,4	182,5	169,1	146,9
	III	128,5	121	80,2	103,5	119,5	116,4	121,8	116,3	185,3	170,2	245,3	134,7	136,9
	IV	139,6	130,2	96,7	117,4	145,6	152,3	197,3	220,1	182,8	168,3	230,1	167	162,3
	V	213	183	136,5	173,5	167,8	159,8	173,2	169,1	194	184,7	249,2	195,8	183,3
	VI	186	166,9	116,8	156,3	171,4	163,8	211,3	206,2	212	207,6	248,9	195	186,9
	VII	197,1	182,9	149,6	183,5	229,6	215,4	298,3	302,1	254	223,4	315,1	241	232,7
	VIII	129,3	147,5	101,8	105,8	127,7	124,3	168,3	152,1	153,3	138,3	186,2	142,3	139,7
	IX	161,2	162	116,5	139,5	153,1	148,5	190,4	179,2	183,3	152,4	216,1	176,8	164,9
	X	198,1	187,3	132,2	157,7	174,8	172	160,1	156,3	248	174,9	231	208	183,4

Analiza wyników biochemicznego zapotrzebowania tlenu BZT₅ (tab. 4) wykazała, że wody powierzchniowe zlewni rzeki Koszarawy można zaliczyć do I klasy jakości wód (*Rozporządzenie...*, 2008). Tylko w odcinku ujściowym wartości graniczne dla I klasy zostały przekroczone w lutym 2008 roku (3,1 mg O₂/l) i w lipcu (3,4 mg O₂/l) oraz na dopływie Koszarawy – Trzebinie (3,3 mg O₂/l) także w lutym 2008 roku (tab. 4). Najniższe wartości notowane są w sierpniu i wrześniu, z kolei najwyższe w lutym i w lipcu.

Latem stężenie tlenu jest zwykle mniejsze. Zimą wzrasta, z wyjątkiem czasu trwania pokrywy lodowej (ŚWIETLIK, DOJLIDO, 1999). Tak jest w przypadku zlewni rzeki Koszarawy (tab. 4). Najniższe stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie zanotowano w sierpniu 2008 roku na Trzebinie 9,3 mg O₂/l, a najwyższe w lutym także na Trzebinie (14,2 mg O₂/l). To właśnie od czerwca do sierpnia nastąpił spadek zawartości tlenu do około 10 mg O₂/l.

Duża ilość opadów atmosferycznych wpływa na wzrost stężenia związków odżywczych w wodzie. Jak wskazuje K. KORZENIEWSKI (1986), latem stężenia amoniaku są bardzo małe (pobieranie przez rośliny i nityfikacja). Zimą w wodzie zanika życie biologiczne, stąd amoniak występuje w ilości nawet kilku mg/dm³. Jednak w przypadku zlewni rzeki Koszarawy najwyższy wzrost stężenia amoniaku obserwowano w lipcu 2008 roku, a w okresie październik-grudzień i luty-czerwiec stężenie utrzymuje się na względnie stałym poziomie (tab. 4).

Stężenie azotanów w okresie wegetacji w wodach powierzchniowych jest niewielkie. Wzrasta zimą (DOJLIDO, 1995). W przypadku punktów monitoringu na rzece Koszarawie stężenia azotanów wahały się od 1,548 mg NO₃/l w maju 2008 roku do 5,309 mg NO₃/l w lutym 2008 roku (tab. 4). Z kolei obecność azotynów w wodzie świadczyła o procesach utleniania lub redukcji. Stężenia azotynów w przypadku zlewni rzeki Koszarawy wahały się od 0,007 mg NO₂/l w lutym 2008 roku do 0,069 mg NO₂/l w czerwcu 2008 roku. Najwyższe stężenia wystąpiły latem. W pozostałej części roku stężenia były dużo niższe.

Źródło pochodzenia fosforanów w wodzie to wietrzenie i rozpuszczanie minerałów fosforanowych, erozja gleby, nawozy fosforowe (DOJLIDO, 1995). Z tab. 4 wynika, że fosforany w zlewni rzeki Koszarawy występują w stężeniach niewielkich: od 0,005 mg PO₄/l do 0,11 mg PO₄/l. W punkcie pomiarowym na Trzebinie oraz w odcinku ujściowym rzeki Koszarawy związki te nie były oznaczane. Zauważalny jest wzrost zawartości fosforanów w listopadzie 2007 roku (0,05 mg PO₄/l) i w sierpniu 2008 roku na Sopotni (0,08 mg PO₄/l) i na Koszarawie (most obok Delphi) – 0,13 mg PO₄/l.

Wody powierzchniowe czyste zawierają 0,01–0,1 mg/l PO₄³⁻, tak jak w przypadku zlewni Koszarawy (ŚWIETLIK, DOJLIDO, 1999). Najwyższe stężenia fosforu ogólnego zanotowano w październiku 2007 roku, z kolei najniższe stężenia dotyczą zimy (tab. 4). Wody powierzchniowe tego obszaru można więc zaliczyć do I klasy jakości.

Miedź bardzo rzadko występuje w wodach naturalnych. W przypadku zlewni Koszarawy stężenia tego pierwiastka nie przekraczają 0,025 mg Cu/l. Stężenia miedzi wykryte w czasie oznaczeń we wszystkich punktach monitoringu w zlewni rzeki Koszarawy były niewielkie, stąd I klasa jakości wód (*Rozporządzenie...*, 2008).

Związki ołowiu i rtęci są bardzo toksyczne, gdyż mogą kumulować się w organizmach żywych (DOJLIDO, 1995). Związki ołowiu wystąpiły we wszystkich punktach monitoringu wód analizowanej zlewni (*WIOŚ*, 2008) w listopadzie 2007 roku (0,005 µg/l) oraz w czerwcu 2008 roku (0,0025 µg/l). Stężenia te są jednak niewielkie. Z kolei związki rtęci zostały stwierdzone w trzech punktach monitoringu w zlewni rzeki Koszarawy w listopadzie 2007 roku (0,0001 µg/l) na Sopotni i na rzece Koszarawie (most obok Delphi) oraz w czerwcu 2008 roku (0,0003 µg/l) na wszystkich punktach monitoringu, z wyjątkiem odcinka ujściowego Koszarawy do Soly (*WIOŚ*, 2008). Stężenia te są śladowe.

Główne źródło pochodzenia żelaza w wodach powierzchniowych związane jest z wymywaniem skał i gleb, ze zrzutami wód kopalnianych i ścieków z zakładów metalowych czy galwanizerni (DOJLIDO, 1995). Związki żelaza stwierdzono w czasie oznaczeń w trzech punktach monitoringu (tab. 4) w listopadzie 2007 roku oraz w lutym, maju i w sierpniu 2008 roku. Stężenia wynosiły odpowiednio: 0,01 mg Fe/l na wszystkich punktach monitoringu w lutym i w maju 2008 roku, 0,02 mg Fe/l w listopadzie oraz 0,03 mg Fe/l w sierpniu 2008 roku (*WIOŚ*, 2008).

Mangan zwykle występuje obok związków żelaza. Jego związki pojawiły się w trzech punktach monitoringu w listopadzie 2007 roku oraz w lutym, maju i w sierpniu 2008 roku. Stężenia wahały się od 0,015 mg Mn/l w sierpniu 2008 roku do 0,02 mg Mn/l w listopadzie 2007 roku. W lutym i w maju 2008 roku stężenia manganu wynosiły 0,01 mg Mn/l. Ponadto stężenia wynoszące 0,02 mg Mn/l wystąpiły w przypadku Sopotni oraz Koszarawy (most obok Delphi) w październiku i grudniu 2007 roku (*WIOŚ*, 2008).

Źródło cynku w wodach powierzchniowych to warstwa gruntu, przez którą przepływa woda oraz ścieki z zakładów obróbki metali (huty cynku) i przemysłu chemicznego (DOJLIDO, 1995). Związki cynku stwierdzono w trzech punktach monitoringu w zlewni rzeki Koszarawy (tab. 4) w listopadzie

Tabela 4. Zmiany stężenia wybranych wskaźników fizyko-chemicznych wód rzeki Koszarawy i jej dopływów w okresie X.2007-X.2008 (opracowanie własne na podstawie: dane WIOŚ, 2008)
 Table 4. Changes in concentrations of selected physico-chemical indicators of water the Koszarawa River and its tributaries in the period X.2007-X.2008 (compiled on the basis of its own: the data WIOŚ, 2008)

Wskaźnik	Punkty monito- ringu	Daty pomiaru													
		08.10.2007	12.11.2007	11.12.2007	22.01.2008	12.02.2008	11.03.2008	15.04.2008	13.05.2008	10.06.2008	15.07.2008	12.08.2008	09.09.2008	14.10.2008	
tlen rozpusz- czony mg O ₂ /l	1	11,7	12,4	11,8	11,1	13,8	12	11,8	10,6	9,9	9,9	9,7	10,4	11,7	
	2	11,5	12,5	11,8	11,6	13,5	11,5	11,8	11	9,9	9,8	9,7	10	11,1	
	3	11,2	11,8	11,8	12	14,2	11,6	11,9	11,1	10,1	9,5	9,3	9,8	9,5	
	4	11,5	12,8	12,2	11,7	14,1	12,1	12	11,8	9,8	9,8	9,9	10,3	11,2	
BZT ₅ mg O ₂ /l	1	1,8	1,9	1,4	1,2	2,7	2	2,1	1,8	1,2	1,7	0,9	1,4	1,6	
	2	1,4	2,1	1,7	2	2,8	2,4	2	1,7	1,7	2,7	1,4	1	1,4	
	3	2,4	2	1,8	2,9	3,3	1,8	1,9	1,5	1,4	2,9	1	1	1,8	
	4	1,2	2,4	1,9	1,9	3,1	2,2	2,4	1,9	2,4	3,4	1,2	1,2	1,4	
amoniak mg NH ₄ /l	1	0,129	0,129	0,129	0,129	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,206	0,064	0,064	0,064	
	2	0,129	0,129	0,129	0,129	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,155	0,064	0,064	0,064	
	3	0,129	0,129	0,129	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,232	0,064	0,064	0,155	
	4	0,129	0,129	0,129	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,258	0,064	0,155	0,064	
azotany mg NO ₃ /l	1	2,124	2,728	3,097	3,672	4,557	3,937	3,672	2,389	2,124	3,097	2,876	2,124	2,566	
	2	2,256	3,141	3,053	3,672	4,822	4,291	4,203	1,991	3,185	3,318	3,185	3,23	3,716	
	3	1,858	4,336	2,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4	2,743	3,451	3,628	4,38	5,309	4,822	3,76	1,548	3,23	3,672	2,522	3,053	3,141	
azotyny mg NO ₂ /l	1	0,01	0,016	0,01	0,03	0,007	0,016	0,007	0,01	0,026	0,026	0,013	0,01	0,01	
	2	0,01	0,02	0,016	0,023	0,013	0,02	0,02	0,033	0,046	0,049	0,03	0,01	0,02	
	3	0,016	0,026	0,016	0,026	0,013	0,016	0,013	0,016	0,023	0,056	0,016	0,013	0,01	
	4	0,016	0,023	0,016	0,013	0,013	0,013	0,016	0,02	0,069	0,053	0,02	0,016	0,016	
fosforany mg PO ₄ /l	1	0,005	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,025	0,06	0,025	0,025	0,08	0,025	0,025	
	2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025	0,025	0,025	0,11	0,025	0,13	0,025	0,08	
	3	0,06	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4	0,05	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
fosfor ogólny mg P/l	1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,015	0,06	0,05	0,015	0,015	
	2	0,22	0,03	0,03	0,03	0,04	0,09	0,05	0,03	0,06	0,08	0,06	0,04	0,05	
	3	0,15	0,03	0,03	0,015	0,03	0,04	0,06	0,06	0,07	0,1	0,08	0,07	0,06	
zawiesina ogólna mg/l	4	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09	0,07	0,04	0,04	0,015	
	1	4	4	4	4	2	2	2	2	5	55	6	2	2	
	2	4	4	9	4	2	134	2	4	28	83	2	2	2	
	3	4	4	4	2	2	2	2	2	9	59	6	6	5	
4	4	4	4	8	4	4	2	2	83	153	2	2	2		

2007 roku oraz w lutym, maju i w sierpniu 2008 roku. Stężenia były zróżnicowane od 0,005 mg Zn/l w sierpniu 2008 roku do 0,022 mg Zn/l w listopadzie 2007 roku. W przypadku odcinka ujściowego Koszarawy do Soły związku cynku zanotowano tylko w listopadzie w ilości 0,018 mg Zn/l (WIOŚ, 2008). Stężenia te są jednak śladowe.

We wszystkich punktach monitoringu w czerwcu i w lipcu 2008 roku zanotowano zwiększone stężenie zawiesiny ogólnej (tab. 4).

Ponadto na rzece Koszarawie (most obok Delphi) wzrost odnotowano także w marcu aż do 134 mg/l. W pozostałych punktach wartości wahały się od 2 mg/l do 9 mg/l. Największe odchylenia wartości minimalnych występują w marcu i w lipcu 2008 roku. Od października do lutego, w kwietniu, w maju oraz od sierpnia do października wody powierzchniowe można zaklasyfikować do I klasy jakości (poniżej 25 mg/l), ale w czerwcu i lipcu wody zaliczane są do pozaklasowych, ponieważ wartość graniczna dla II klasy to 50 mg/l (*Rozporządzenie...*, 2008).

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie prowadzonych badań hydrograficznych można stwierdzić, że zlewnia rzeki Koszarawy charakteryzuje się nieregularnymi przepływami, co może wynikać ze zróżnicowania elementów środowiska geograficznego oraz rosnącym wpływem człowieka na otaczające go elementy środowiska przyrodniczego.

Zróżnicowanie poszczególnych elementów środowiska geograficznego wpływa na odmienny charakter odpływu w części górnej i dolnej zlewni Koszarawy. W części górnej oraz w górnej części dopływów (Sopotnia, Krzyżówka), położonej w Beskidzie Żywieckim, zauważalne są większe spadki, znaczne rozczłonkowanie terenu, co wymusza szybki spływ powierzchniowy. Z kolei w części dolnej (Kotlina Żywiecka) i środkowej (Beskid Średni), gdzie spadki są mniejsze i podłoże cechuje się większą przepuszczalnością, odpływ ma charakter spływowo-wsiąkowy. Zauważalny jest także wzrost odpływu jednostkowego wraz z wysokością n.p.m., podobnie jak w przypadku zlewni rzeki Żylicy, która jest lewostronnym dopływem Soły (ABSALON, 1990).

Ważną rolę w kształtowaniu odpływu na tym obszarze odegrał człowiek. W przypadku zlewni Koszarawy zaburzenia w przepływie mogły być spowodowane m. in. przez wspomniane wcześniej prace regulacyjne w korycie Koszarawy na odcinku od źródeł do potoku Bystra (fot. 5) oraz na Krzyżówce (wybieranie materiału skalnego z dna koryta i jego pogłębianie), a także prace na potoku Bystra (zmniejszanie szerokości koryta). Istotną rolę w kształto-

waniu odpływu w roku hydrologicznym 2007/2008 odegrała budowa mostu w Jeleśni, która trwała od kwietnia 2008 roku do stycznia 2009 roku. Działalność gospodarcza człowieka wpływa więc na zmiany reżimu rzek. Im większy wpływ antropopresji na wody powierzchniowe, tym większe złagodzenie sezonowości odpływu (JANKOWSKI, 1986).



Fot. 5. Ujście potoku Bystra do rzeki Koszarawy (fot. A. Piecuch, 2009)

Phot. 5. The mouth of the stream Bystra to the River Koszarawa (photo by A. Piecuch, 2009)

Z badań prowadzonych przez WIOŚ w okresie od października 2007 roku do października 2008 roku wynika, że pod względem analizowanych elementów fizyko-chemicznych, takich jak: warunki termiczno-tlenowe, zawartość substancji biogennej czy metali ciężkich, wody rzeki Koszarawy i jej dopływów charakteryzują się dobrą jakością, bowiem mieszczą się w I klasie według kategorii jednolitych części wód powierzchniowych (*Rozporządzenie...*, 2008). Jedynie zawartość zawiesiny ogólnej znacznie przekracza normy, której duże stężenie wynikać może z występujących w tym czasie opadów atmosferycznych powodujących zmyw powierzchniowy.

LITERATURA

- Absalon D., 1990: Zróżnicowanie odpływu w zlewni Żylicy. Geographia, Studia et Dissertationes, 14. UŚ, Katowice: 162 s.
- Aleksandrowski P., 1985: Tektonika regionu babiogórskiego, interferencja zachodnio- i wschodniokarpackich kierunków fałdowych. Rocznik PTGeol., Kraków, 55/3-4: 375-422.
- Cebulak E., 1994: Zmienność maksymalnych opadów dobowych w dorzeczu górnej Wisły. Wiadomości IMiGW, XVII (XXXVIII), 1: 83-91.
- Dojlido J., 1995: Chemia wód powierzchniowych. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok: 342 s.

- Dynowska I., Pociask-Karteczka J., 1999: Obieg wody. W: Starkel L. (red.): Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. PWN, Warszawa: 343–373.
- Gilewska S., 1999: Rzeźba. W: Starkel L. (red.): Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. PWN, Warszawa: 243–288.
- Hess M., 1965: Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. ZN UJ, CXV. Prace geograficzne, 11: 267 s.
- Jankowski A. T., 1986: Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych na obszarze uprzemysłowionym i urbanizowanym (na przykładzie Rybnickiego Okręgu Węglowego). UŚ, Katowice: 277 s.
- Komornicki T., 1983: Gleby województwa bielskiego. Folia Geographica, Series Geographica-Physica, XV: 67–73.
- Kondracki J., 1981: Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa: 463 s.
- Korzeniewski K., 1986: Hydrochemia. WSP, Słupsk: 225 s.
- Leśniak B., Obrębka-Starkłowa B., 1983: Klimat województwa bielskiego. Folia Geographica, Series Geographica-Physica, XV: 21–47.
- Łajczak A., 1998: Zmiany w środowisku abiotycznym i krajobrazie pod wpływem działalności człowieka. W: Bajgier-Kowalska M. i in. (red.): Przyroda Żywieckiego Parku Krajobrazowego. COLGRAF PRESS, Żywiecki Park krajobrazowy, Poznań: 79–111.
- Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 300 000, arkusz Cieszyn. Instytut Geologiczny, Warszawa, 1952.
- Mapa geologiczna Polski (bez utworów czwartorzędowych) w skali 1 : 300 000, arkusz Cieszyn. Instytut Geologiczny, Warszawa, 1954.
- Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 200 000, arkusz 71 – Bielsko-Biała, 75 – Tatry Zachodnie. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1983.
- Mapa hydrograficzna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Jeleśnia. Główny Geodeta Kraju, Warszawa, 2002.
- Mapa sozologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Bielsko-Biała. Główny Geodeta Kraju, Warszawa, 1995.
- Mapa sozologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Jeleśnia. Główny Geodeta Kraju, Warszawa, 1994.
- Mapa topograficzna powiatu żywieckiego w skali 1:50 000. Główny Geodeta Kraju, Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, Katowice, 2003.
- Matuszczyk A., 1996: Z Żywca ku Pilsku i źródłom Koszarawy. Oddział „Babiogórski” PTTK, Żywiec.
- Matuszkiewicz J. M., 2002: Zespoły leśne Polski. WN PWN, Warszawa: 358 s.
- Mizerski W., 2002: Geologia Polski dla geografów. WN PWN, Warszawa: 256 s.
- Piecuch A., 2009: Charakterystyka hydrologiczna zlewni Koszarawy z uwzględnieniem wybranych elementów hydrochemicznych. WNoZ UŚ, Sosnowiec (m-pis).
- Punzet J., 1971: Stosunki hydrologiczne w dorzeczu Soły. W: Paluch J. (red.): Prace i Studia, 9. Ossolineum, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk: 73 s.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. W: Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, Nr 162, poz. 1008. Urząd Rady Ministrów, Warszawa.
- Skiba S., 1995: Pokrywa glebowa. W: Warszńska J. (red.): Karpaty Polskie. Przyroda, człowiek i jego działalność. UJ, Kraków: 69–77.
- Stupnicka E., 2007: Geologia regionalna Polski. UW, Warszawa: 346 s.
- Świetlik R., Dojlido J. R., 1999: Metody analizy wody i ścieków. Politechnika Radomska, Radom: 188 s.
- Witkowski A., Siwek P., 2000: System monitoringu jakości wód podziemnych w województwie śląskim. W: Jankowski A. T., Myga-Piątek U., Ostaficzuk St. (red.): Środowisko przyrodnicze regionu górnośląskiego. Stan poznania, zagrożenia i ochrona. Konferencja Naukowa 19–20.X.2000, Sosnowiec–Tarnowskie Góry, WNoZ UŚ, Oddział Katowicki PTG, Sosnowiec: 149–153.
- Ziemońska Z., 1973: Stosunki wodne w polskich Karpatach Zachodnich. Prace Geograficzne PAN, 103. Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk: 127 s.
- Ziętara T., 1976: Krajobraz Ziemi Żywieckiej. WSiP, Warszawa: 115 s.
- (WIOŚ) Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, Delegatura w Bielsku-Białej – dane statystyczne dotyczące właściwości fizyko-chemicznych i jakości wód w 4 punktach monitoringu: Koszarawa (most obok Delphi i ujście do Soły), Sopotnia i Trzebinka (ujście do Koszarawy) w okresie X.2007–X.2008 (zestawienie wykonano 05.12.2008).