



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

Title: Procesy zarastania Pustyni Błędowskiej

Author: Ojmahmad Rahmonow

Citation style: Rahmonow Ojmahmad. (1999). Procesy zarastania Pustyni Błędowskiej. Sosnowiec : Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.



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).



UNIwersytet ŚLĄSKI
W KATOWICACH



Biblioteka
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

OJMAHMAD RAHMONOW

PROCESY ZARASTANIA PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ



Wydział Nauk o Ziemi
Uniwersytet Śląski
SOSNOWIEC 1999

Ojmahmad Rahmonow

PROCESY ZARASTANIA PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ

Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk o Ziemi
Sosnowiec 1999

Redaktor serii: Nauki o Ziemi
Andrzej T. JANKOWSKI

Recenzent
Zbigniew ŚNIESZKO

Przygotowanie do druku
Agnieszka MASZLEJ

Copyright © 1999 by
Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec
Wszelkie prawa zastrzeżone

Wydawca
Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

Fotografie na okładce
Tadeusz Szczypek

ISBN 83-87431-13-3

Druk: Regina Poloniae, Częstochowa, Wyd. I, n. 100

Spis treści:

Wstęp	5
Zarysowanie problemu badawczego	5
Cele pracy	5
Metody badań	6
Ukształtowanie powierzchni, warunki klimatyczne i hydrologiczne	8
Pochodzenie „pustynnego” krajobrazu badanego terenu	10
Ogólna charakterystyka transektów	13
Przegląd zbiorowisk roślinnych w obrębie transektów	18
Systematyka zespołów	18
Charakterystyka zespołów leśnych	19
Charakterystyka zespołów nieleśnych	23
Biogrupy	35
Sztuczne nasadzenia	35
Flora naczyniowa Pustyni Błędowskiej	37
Wykaz stwierdzonych gatunków naczyniowych na terenie Pustyni Błędowskiej	37
Zróżnicowanie flory pod względem wymagań w stosunku do wybranych czynników ekologicznych	41
Ekologia wiodących gatunków roślin i ich rola w zarastaniu Pustyni Błędowskiej	43
Rośliny zielne	44
Rośliny zarodnikowe	47
Rośliny krzewiasto-drzewiaste	47
Typy sukcesji roślinności na Pustyni Błędowskiej	50
Sukcesja pierwotna	50
Sukcesja wtórna	51
Przebieg sukcesji	51
Wpływ szaty roślinnej na procesy glebotwórcze	55
Podsumowanie i wnioski	64
Piśmiennictwo	66
Summary	71
Резюме	72

WSTĘP

Zarysowanie problemu badawczego

Pustynia Błędowska, położona w południowej części Polski, już od dawna wzbudzała zainteresowanie przyrodników. Prowadzone tu były badania dotyczące składu gatunkowego roślinności porastającej pustynię (*Piech*, 1924b; *Fröhlich*, 1937; *Kwiatkowska*, 1957, 1962; *Kuc*, 1966; *Kiszka*, 1979; *Michalik*, 1985; *Szczypek, Wika*, 1988; *Mrozik, Wika*, 1993; *Szczypek, Wach, Wika*, 1994; *Celiński, Czyłok*, 1995) i występującej na jej obrzeżu (*Zalewski*, 1886; *Wóycicki*, 1913; *Pax*, 1918; *Szafer*, 1946; *Dobrzańska*, 1955; *Celiński, Wika*, 1981). Zgromadzono również materiał dokumentujący litologiczne zróżnicowanie podłoża (*Zaręczny*, 1894; *Lewiński*, 1914; *Sujkowski*, 1928; *Przesmycki*, 1928; *Doktorowicz-Hrebniński*, 1935; *Żukowski*, 1949; *Kozioł*, 1952; *Krzyżkiewicz*, 1952; *Szczypek, Wach*, 1989; *Lewandowski, Zieliński*, 1990). Badaniami geomorfologicznymi na tym obszarze zajmowali się: *Alexandrowiczowa* (1962), *Szczypek, Wika* (1984 a, b); *Krawczyk, Trembacowski* (1986); *Szczypek* (1988), *Szczypek i Wach* (1993). Z uwagi na turystyczną atrakcyjność obszaru pustyni oraz występowanie na tym obszarze roślin endemicznych wykonano także szereg opracowań poświęconych jej ochronie (*Piech*, 1924a; *Stecki*, 1935; *Kulmatycki*, 1946; *Orłowicz*, 1946; *Sosnowski*, 1947; *Łańcucka-Środoniowa*, 1948; *Dudziak*, 1956; *Jaromin*, 1960; *Alexandrowiczowa*, 1962; *Kwiatkowska*, 1962; *Bogdanowski*, 1964; *Michalik*, 1985; *Mrozik, Wika*, 1993; *Szczypek, Wach, Wika*, 1994; *Szczypek, Wika*, 1995; *Celiński, Czyłok, Kubajak*, 1996). Ponadto w pracach *Dąbrowskiej* (1946), *Kwaśniewicza* (1948), *Romana* (1952) oraz *Buzka i Grygarka* (1961) Pustynia Błędowska jest wymieniana jako potencjalne miejsce eksploatacji piasku podsadzkowego przeznaczonego dla górnictwa węgla kamiennego.

W najstarszych publikacjach (*Nałkowski*, 1888, 1887; *Sujkowski*, 1921; *Przesmycki*, 1908; *Stecki*, 1935; *Kulmatycki*, 1946; *Dudziak*, 1956) można natrafić na informację, że Pustynia Błędowska była wówczas prawie zupełnie pozbawiona roślinności. W latach 1920–1940 obserwowano nawet burze piaskowe i zjawiska mirażu (*Piech*, 1924 a; *Kantor-Mirski*, 1932; *Stecki*, 1935; *Sosnowski*, 1947). Na te wiadomości powoływali się *Gilewska* (1972), *Litewka* (1974) i *Michalik* (1985) utrzymując, że Pustynia Błędowska, to w dalszym ciągu największe czynne pole deflacyjne w Polsce, prawie całkowicie pozbawione roślinności. Z analizy zdjęć lotniczych wynika jednak, że sytuacja taka istniała co najwyżej do końca lat 1950., ponieważ później obszar ten zaczął intensywnie zarastać (*Szczypek, Wach, Wika*, 1994).

Procesy zarastania Pustyni Błędowskiej nie były dotychczas przedmiotem szczegółowych badań, ponieważ obszar objęty działaniem wiatru był często pozbawiony pokrywy roślinnej. W ostatnich latach – jak wspomniano wyżej – na skutek procesów naturalnych i antropogenicznych zachodzi intensywna sukcesja roślinności. Uzasadnione wydaje się więc podjęcie interdyscyplinarnych badań, zmierzających do określenia uwarunkowań i stopnia rozwoju tego ciekawego i ważnego procesu na wspomnianym obszarze.

Cele pracy

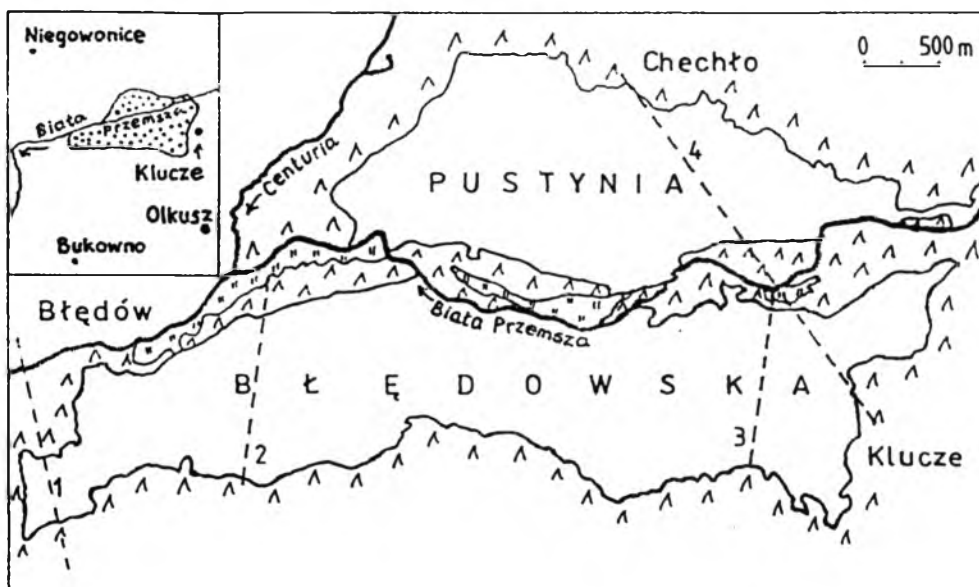
Podczas obserwacji rozwoju roślinności na obszarze Pustyni Błędowskiej, uznano ten obszar za modelowy do badań prawidłowości sukcesji w strefie gospodarczego oddziaływania GOP-u. Wstępne badania dotyczące wspomnianego problemu pozwoliły określić ramy opracowania i sformułować cele pracy, które w szczególności dotyczą:

- sporządzenia kartograficznego obrazu aktualnego stanu roślinności na wybranych powierzchniach (transektach) Pustyni Błędowskiej;
- próby określenia wpływu czynników naturalnych i antropogenicznych na proces zarastania Pustyni Błędowskiej;
- określenia prawidłowości sukcesji roślinnej i jej związku z procesami glebotwórczymi.

Metody badań

Badania terenowe prowadzono w ciągu czterech kolejnych okresów wegetacyjnych (1994–1997). Polegały one na szczegółowej penetracji terenu pod względem ekologicznym. Wybrano powierzchnie badawcze, tzw. transekty, z których zebrano materiały zielnikowe oraz pobrano próbki glebowe do analiz laboratoryjnych. Realizacja przedstawionych wyżej celów pracy wymagała zastosowania odpowiednich metod.

W celu zarejestrowania aktualnego stanu roślinności oraz określenia przyczyn i przebiegu procesów naturalnej sukcesji roślinności, założono transekty badawcze przez Pustynię Błędownską. Reprezentują one różne stadia sukcesji roślinności – od czynnych pól deflacyjnych do całkowicie zadarnionych powierzchni lub naturalnego boru sosnowego. Różnią się one między sobą długością, natomiast ich szerokości wynoszą zawsze 20 m. Nazwy transektów pochodzą od miejsca wytyczenia (rys. 1): „Przełom” (1400 m x 20 m), „Centuria” (1600 m x 20 m), „Źródliko Białej” (1300 m x 20 m), „Między Bunkrami” (3300 m x 20 m). Wytyczono je w terenie przy pomocy metod geodezyjnych.



Rys. 1. Położenie obszaru badań i lokalizacja transektów:

1 - „Przełom”, 2 - „Centuria”, 3 - „Źródliko Białej”, 4 - „Między Bunkrami”

Fig. 1. Location of area investigated and profiles:

1 - „Przełom”, 2 - „Centuria”, 3 - „Źródliko Białej”, 4 - „Między Bunkrami”

Wzdłuż transektów „Centuria” oraz „Źródliko Białej” przeprowadzono także badania odczynu glebowego (pH) na powierzchni gruntu oraz na głębokości 30 cm i 60 cm.

W celu wyróżnienia i scharakteryzowania zespołów roślinnych na powierzchniach badawczych, wykonano szereg zdjęć fitosocjologicznych metodą Brauna-Blanqueta (Fukarek, 1967). W zbiorowiskach leśnych powierzchnie zdjęć wynosiły 100–150 m², a w zbiorowiskach szuwarowych – do 20 m². W przypadku muraw psamofilnych powierzchnie badanych płatów wahały się między 4–20 m², co odpowiada zaleceniom Czyżewskiej (1992), uważającej wybór powierzchni za ważny element przy wykonywaniu zdjęć fitosocjologicznych w tego typu zbiorowiskach. W sumie wykonano 105 zdjęć fitosocjologicznych – 83 z nich zostały zestawione w tabelach, a pozostałe przedstawiały zbiorowiska o charakterze przejściowym między poszczególnymi jednostkami systematycznymi albo też stanowiły zbiór gatunków odbiegający w znacznym stopniu od kombinacji wyróżnionych

jednostek. Przynależność gatunków do poszczególnych grup syntaksonomicznych określono zgodnie z klasyfikacją *Matuszkiewicza* (1981).

Listę florystyczną oparto na spisie gatunków występujących wyłącznie na terenach piaszczystych, tj. bez doliny Białej Przemszy, a zestawiono ją w układzie systematycznym, zgodnym z kluczem do oznaczania roślin (*Szafer, Kulczyński, Pawłowski*, 1986). Nazewnictwo łacińskie i polskie roślin naczyniowych podano za *Mirkiem* i in. (1995). Nazewnictwo łacińskie porostów podano wg *Santessona* (1993), a mchów – wg *Ochyry* i *Szmajdy* (1992). Zgromadzony materiał roślinny posłużył do wyróżnienia ekologicznych grup gatunków wg *Zarzyckiego* (1984). Porosty oznaczone zostały dzięki uprzejmości Pani Profesor Krystyny Czyżewskiej z Uniwersytetu Łódzkiego, a mszaki – Pana Dra Adam Stebla z Wydziału Farmacji Śląskiej Akademii Medycznej w Sosnowcu.

W celu określenia stopnia zależności rozwoju zbiorowisk roślinnych od warunków glebowych rozszerzono obserwacje fitosocjologiczne o badania glebowe. Badania te wskazują na ścisły związek między zasiedlaniem przez roślinność a zmianami glebowymi (*Olson*, 1958). Wykonując odkrywki glebowe, uwzględniono zmienność rzeźby terenu oraz zróżnicowanie zespołów roślinnych. Określono skład chemiczny utworów glebowych w wytypowanych obszarach. Wybór miejsc do badań był uwarunkowany rodzajem roślinności. Profile glebowe zostały opisane makroskopowo, a także na podstawie wyników analizy laboratoryjnej pobranych próbek, w których dokonano następujących oznaczeń:

- składu granulometrycznego – metodą sitową;
- odczynu (pH) gleby w H₂O i 1 n KCL – metodą elektrometryczną;
- kwasowości hydrolitycznej – metodą Kappena;
- CaCO₃ – metodą Scheiblera;
- zawartości węgla organicznego – metodą Tiurina;
- potasu i sodu – metodą fotometrii płomieniowej;
- Al₂O₃ – metodą miareczkowo-kompleksometryczną;
- P₂O₅ – metodą spektrometryczną;
- zawartości: Fe, Zn, Ca, Mn, Mg i Pb – metodą absorpcji atomowej.

Metodą „Viso-Color” oznaczono natomiast wybrane przyswajalne składniki pokarmowe: NO₃, NH₄⁺, P₂O₅ oraz K.

Niniejsza praca jest obszernym skrótem rozprawy doktorskiej „Studia nad procesem zarastania Pustyni Błędkowskiej”, wykonanej w Zakładzie Biogeografii i Ochrony Przyrody Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego pod kierunkiem prof. UŚ dra hab. Andrzeja Czyłoka. Recenzentami byli: prof. dr hab. Florian Celiński z Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UŚ w Katowicach oraz dr hab. Zbigniew Śnieszko z Wydziału Nauk o Ziemi UŚ w Sosnowcu. Wymienionym osobom oraz prof. prof. Krystynie Czyżewskiej i Stanisławowi Wice, a także dr. dr. Mariuszowi Rzętałe i Adamowi Steblowi serdecznie dziękuję za dyskusję, przychylność i okazaną pomoc.

UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI, WARUNKI KLIMATYCZNE I HYDROLOGICZNE

Pustynia Błędowska położona jest we wschodniej części Wyżyny Śląskiej u podnóża kuesty górnourajskiej (Kondracki, 1988) i jest znana jako obszar największego w Polsce nagromadzenie utworów piaszczysto-żwirowych. W niniejszej pracy granice Pustyni Błędowskiej określono nawiązując do wcześniejszych wydzieleni dokonanych przez Lewińskiego (1914), Kozioła (1952), Alexandrowiczowej (1962) oraz Szczypka, Wacha i Wikę (1994). Jest to obszar o długości około 8 km i szerokości sięgającej 4 km, położony między miejscowościami Klucze na wschodzie, Rudy i Błędów na zachodzie, Chechło na północy i Laski na południu (rys 1)

Obszar Pustyni Błędowskiej jest stosunkowo płaski, łagodnie obniżający się ku zachodowi. Różnica między najwyższym punktem w pobliżu Kluczy (332 m n.p.m.) a najniższym w okolicy Błędowa (302 m n.p.m.) wynosi 30 m. Płynąca przez Pustynię Błędowską Biała Przemsza wcina się w piaski do głębokości kilku metrów. Brzegi doliny są silnie podcinane i mają miejscami charakter stromych zboczy. Część północna leży między Kuźnicą Błędowską, a wzgórzami położonymi na południe od Chechła Pustkowie. Natomiast część południowa, rozciągająca się od Kluczy do Błędowa, jest znacznie większa i rozleglejsza. Różnią się one przede wszystkim charakterem powierzchni terenu.

Na północy i północno-wschodzie granice pustyni wyznacza jurajski garb, natomiast na północno-zachodzie – lasy na zwymdionych wyniesieniach towarzyszących dolinie rzeki Centuria. Od południa granica przebiega wzdłuż zalesionych piaszczystych wałów w rejonie wywierzyisk i dawnego koryta rzeki Białej.

Na północ od Białej Przemszy teren pustyni jest płaski i pozbawiony większych wydm, z kolei część południową charakteryzuje urozmaicona rzeźba z licznymi pagórkami i wałami. Oprócz wydmowego wału ciągnącego się wzdłuż Białej Przemszy, występują tu liczne inne wydmy różnej wielkości i kształtu. Są one oddzielone są od siebie powierzchniami deflacyjnymi, gdzie można znaleźć okruchy krzemieni i dolomitów. Obecnie rzadko spotyka się czynne pola deflacyjne, ponieważ w znacznym stopniu zostały one utracone przez zbiorowiska roślinne.

Nazwa „Pustynia Błędowska” pojawiła się oficjalnie po raz pierwszy prawdopodobnie na polskich mapach wojskowych wydanych w 1933 r. Wcześniejsze przekazy o pustynnym charakterze tego obszaru pochodzą z końca pierwszej połowy XIX wieku (Łabęcki, 1841, 1850; Nalkowski, 1888; Kozłowski, 1887).

Pomimo powszechnie zaakceptowanej nazwy, obszar ten nie różni się pod względem klimatycznym od sąsiednich. Stosunki klimatyczne tego obszaru są bardziej zależne od czynników cyrkulacyjnych niż słonecznych. Powoduje to stosunkowo dużą zmienność i nieregularność stanów pogody (Nowak, 1978). Głównymi masami powietrza, które warunkują klimat tego regionu są masy powietrza polarnomorskiego napływającego od strony Oceanu Atlantyckiego. Na obszarze tym przeważają wiatry zachodnie i południowo-zachodnie. Średnia prędkość wiatrów za okres 1961–1990 wynosi 2.75–3.2 m/s (Pełka, 1994).

Średnia roczna temperatura z wielolecia oscyluje wokół 7°C (7.1–7.7°C). Średnia temperatura stycznia wynosi tu -3.4÷-3.0°C, zaś lipca – 16.5–17.3°C. Okres wegetacyjny trwa tu około 210 dni i rozpoczyna się z końcem marca. Okres bez przymrozków wynosi 2–3 miesiące. Średnie roczne sumy opadów kształtują się w granicach 676–726 mm (Roman, 1952; Michalik, 1979, 1985; Charakterystyka..., 1992).

Przez Pustynię Błędowską – jak wspomniano wcześniej – przepływa Biała Przemsza, która dzieli ją na dwie nierówne części: północną i południową. Na odcinku Klucze–Okradzionów rzeka ta przyjmuje z lewej strony wody Białej (zasilanej wodami kopalnianymi), a z prawej uchodzi do niej Dębieńca,

Na obszarze Pustyni Błędowskiej Biała Przemsza płynie wyerodowaną w piaskach doliną o głębokości 8–10 m i szerokości 200–400 m, gdzie tworzy liczne, pełniące rolę obszarów retencyjnych, zakola, boczne odnogi, rozlewiska, moczary i bagna. Mimo to przepływy tej rzeki charakteryzują się znacznymi wahaniami sezonowymi oraz wyraźnie malejącymi wartościami.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat na terenie Pustyni Błędowskiej stosunki wodne uległy znaczącym przeobrażeniom, które warunkowała eksploatacja triasowych złóż rud cynku i ołowiu, prowadzona w okolicach Olkusza (Wilk, Motyka, 1977; Rózkowski, Wilk, 1980; Jankowski, Wach, 1984). Drenaż wód podziemnych związany z prowadzonymi pracami górniczymi, spowodował obniżenie zwierciadła wód gruntowych do głębokości po-

nad 30 m (Kleczkowski, 1972). W wyniku tego procesu zasoby wód czwartorzędowo-jurajskich w strefach o małej miąższości obecnie praktycznie nie występują, a na pozostałym obszarze zostały znacznie zubożone (Szczypek, Wach, Wika, 1994). Konsekwencją tego jest zanik źródeł rzeki Białej, a także infiltracja wód Białej Przemyskiej (okolice Klucz). Lustro wód gruntowych przed okresem eksploatacji rud na tym terenie występowało na głębokości około 5 m (Kozioł, 1952).

Przejawem antropogenizacji stosunków wodnych na omawianym obszarze jest zanieczyszczenie wód powierzchniowych, podziemnych i opadowych (Jaguś, Rzętała, 1997; Leśniok, 1996). Istotną rolę w transformacji właściwości fizyko-chemicznych wód odegrały ługi posulfitowe z Zakładów Celulozowo-Papierniczych w Kluczach zrzucane do rzeki lub rozlewane po piaskach pustyni w latach 1930-1980 (Niewdana, 1993). Zanieczyszczenia te były szczególnie uciążliwe, skoro wpłynęły na zmiany sieci osadniczej – w okresie 1940–1978 nowe domy budowano z dala od rzeki, a użytkowane od dawna grunty w dolinie zostały porzucone w związku z ich skażeniem. Zmiana profilu produkcji Zakładów Celulozowo-Papierniczych oraz oczyszczanie ścieków spowodowały, że obecnie rzeka w okolicy Błędowa jest już dość czysta, a dolina zarosła nadzwyczaj bujnymi szuwarami i łęgami. Tym niemniej, ługi posulfitowe spowodowały skażenie głębszych poziomów wodonośnych, dlatego zrzuty wód dolowych z kopalni „Bolesław” do potoku Biała obok zanieczyszczeń związanych z działalnością górniczą, zawierały także spory ładunek dawnych odpadów z produkcji celulozy. W związku z tym od ujścia potoku Biała (okolice Rud) wody Białej Przemyskiej są klasyfikowane jako nie odpowiadające normom śródlądowych wód powierzchniowych (Atlas jakości..., 1995). Należy podkreślić, że w okresie przedwojennym dolina Białej Przemyskiej zwłaszcza w rejonie Okradzionowa stanowiła miejsce rekreacji i wypoczynku ludności Śląska i Zagłębia. Część ludności Okradzionowa zajmowała się wówczas obsługą letników przyjeżdżających tu na wypoczynek.

POCHODZENIE „PUSTYNNEGO” KRAJOBRAZU BADANEGO TERENU

Powstanie szczególnego typu krajobrazu Pustyni Błędownskiej jest związane z występowaniem w sąsiedztwie rud metali w płytko zalegających kruszczośnych dolomitach, z działalnością górniczą, a także tkwi w nagromadzeniu wielkich mas piaszczystych.

Pochodzenie i wiek piasków Pustyni Błędownskiej, z powodu braku jednoznacznych podstaw stratygraficznych oraz różnych podejść metodycznych, pozostaje nadal nie do końca wyjaśnione. Zgodnie z zasadniczymi poglądami mogą to być osady fluwioglacjalne (Kozioł, 1952), proluwialno-rzeczne (Różycki, 1960; Szczypek, Wach, 1989; Lewandowski, Zieliński, 1990), a w niektórych miejscach – proluwialno-deluwialne (Sendobry, Szczypek, 1991).

Powierzchniowe piaski pustyni są warstwowane, drobno- i średnioziarniste (Krawczyk, Trembacowski, 1986). Z badań Kozioła (1952) wynika, że pomiędzy piaskami występującymi w centralnej i brzeżnej części pustyni nie znaleziono większych różnic litologicznych. Autor ten wykazał, że w częściach peryferycznych większy jest udział w piaskach ziaren wapiennych. Największą miąższość piasków stwierdzono w osi pradoliny Przemszy – do 45 m. Na terenie pomiędzy rzekami Białą oraz Białą Przemszą miąższość piasków waha się w granicach 16–20 m, a w partiach położonych bardziej na południu maleje i wynosi 10–15 m.

Pomimo licznych opracowań wiek piaszczystych osadów Pustyni Błędownskiej – z uwagi na brak utworów morenowych oraz możliwych do paleontologicznego datowania warstw interglacjalnych – nie został dotychczas jednoznacznie i dokładnie ustalony (Alexandrowiczowa, 1962). Należy jednak pamiętać, że wiek piasków Pustyni Błędownskiej pozostaje pytaniem otwartym w świetle dotychczasowych badań.

Obszar Pustyni Błędownskiej obfituje w doliny kopalne, w których istniała dogodna sytuacja do akumulacji materiału piaszczysto-żwirowego, mogącego się mieszać z lokalną zwierzeliną wapieni gómojurajskich i triasowych dolomitów kruszczośnych. Materiał ten występuje w postaci wkładek oraz na powierzchni.

Plytko zalegające w warstwach triasu, a przede wszystkim w dolomitach kruszczośnych, złoża cynkowo-olowiowe były łatwo dostępne już dla średniowiecznej eksploatacji. Z tego względu był to jeden z pierwszych na ziemiach polskich obszar odkształceń środowiska naturalnego, spowodowanych zorganizowaną działalnością przemysłową. Historia górnictwa tych terenów była przytaczana wielokrotnie w różnych pracach (Łabęcki, 1841, 1850, 1894; Kosiński, 1882; Jasiński, 1884; Karwaciński, 1885; Nałkowski, 1888; Kozłowski, 1887; Siemiradzki, 1903; Romer, 1912; Kucharzewski, 1922; Lencewicz, 1937; Przesmycki, 1908, 1929; Staszic, 1955; Molenda, 1963, 1972, 1978; Kłysińska, 1985; Michalik, 1985; Stróżecki, 1991; Pietrzak, Rozmus, 1995 i in.). We wszystkich opracowaniach dotyczących tego obszaru, źródła pustynnego charakteru upatruje się w działalności gospodarczej człowieka. Jednak mimo faktu, że autorami opracowań byli niekiedy wybitni przyrodnicy, na temat odkształceń środowiska w owym czasie pisano niewiele.

Znaleziska przedmiotów ołowianych w tym regionie pozwalają przypuszczać, że miejscowa ludność wydobywała rudy ołowiu już w pierwszym tysiącleciu naszej ery. Znalezione przedmioty uznawane są przez archeologów za wyroby rodzime (Żaki, 1974). Nigdy nie ustalono miejsca powstania najstarszej kopalni. Mogła ona pojawić się wszędzie tam, gdzie złoża zalegały płytko oraz miały wychodnie, które umożliwiały ich eksploatację. Takie wyniesione partie występowały koło Sławkowa i Olkusza. Hutnictwo w owym czasie musiało już powodować istotne zakłócenia równowagi środowiska. Dane o wpływie pradziejowego górnictwa żelaza na zmiany w dolinach rzecznych na ziemiach Polski są znane z literatury.

Według danych historycznych już w połowie XIII wieku w rejonie Olkusza miejscowa ludność eksploatowała złoża do produkcji ołowiu (Kłysińska, 1985). Podstawowym materiałem opalowym w starożytnym hutnictwie był węgiel drzewny, gdyż węgla kamiennego do końca XVIII wieku w Polsce w zasadzie nie wydobywano (Jaromin, 1960). W rejonach eksploatacji kruszców wycinano więc lasy na wielką skalę, wylesiając coraz to większe obszary.

Kopalnie galeny i produkcja ołowiu stanowiły o funkcjonowaniu dawnego Olkusza. Organizowały się tu gwarectwa działające na zasadzie spółek kilku mieszczan-górników, którzy na własny koszt otwierali kopalnie.

Złoże lokalizowano na podstawie znajomości ukształtowania terenu. Obserwowano barwę ziemi, roślinność oraz piasek w rzekach i strumieniach (Molenda, 1978). Znajdowanie złóż nie sprawiało górnikom większych kłopotów, ponieważ nabywali oni w toku swej pracy doświadczenie (Agricola, 1931). Złoże odkrywano też przypadkowo przy wyrębach lasu, orce oraz kopaniu studni. Technicznym problemem dawnej eksploatacji nie był ani transport, ani dostępność rud, ale odprowadzanie wody. Z tego względu w rozwoju tutejszego górnictwa wyróżnić można trzy zasadnicze okresy.

W pierwszym okresie eksploatacja dotyczyła pokładów leżących ponad poziomem wody oraz w warstwach słabo nawodnionych. Zatem poziom wód decydował o głębokości prac górniczych. W drugim okresie eksploatowano także pokłady w poziomie wodnym. Wodę usuwano mechanicznie przez wyciąganie jej na powierzchnię przy pomocy kubłów, lin i kołowrotów, a później kieratów obsługiwanych przez kilka par koni. W miarę sięgania do głębszych pokładów metoda ta okazała się niewystarczająca. W połowie XVI wieku zaczął się trzeci okres, w którym odwadniano złoże odprowadzając wodę z kopalni do naturalnych powierzchniowych cieków przy pomocy długich podziemnych kanałów tzw. sztolni. Pozwoliło to na pogłębienie szybów i wykorzystanie głębszych pokładów kruszców. W okresie tym zbudowano w rejonie olkuskim pięć sztolni odwadniających.

Podstawowym materiałem do budowy sztolni było drewno. W okresie rozwoju górnictwa rud metali zapotrzebowanie na surowiec drzewny wzrosło w stosunku do poprzednich okresów, kiedy wykorzystywano go tylko do opału i obudowy szybów. Z powodu niedostatku drewna już w XVI wieku nawet stare obudowy były kilkakrotnie używane przy budowie kolejnych szybów. Jest to dowód na występujący już wtedy niedobór drewna w okolicy. O wzmożonym popycie na surowiec drzewny, można wnioskować na podstawie sporządzonego w 1563 roku przez urzędników Sztolni Ponikowskiej zapotrzebowania na drewno, według którego na 100 m sztolni zużyto znaczne ilości dębiny (600 sztuk na obudowę, 3000 sztuk na chodniki, 120 sztuk na podkładki okładziny, 300 na gonty). Drewno wykorzystano również na kołowroty, taczki, kawy (dachy nadszybowe) (Abt, 1957). Stuszne jest zatem twierdzenie, że w kopalniach „ginęły” lasy (Nyrek, 1975). Podobną sytuacją miała równoległe miejsce w okolicach Tarnowskich Gór (Czaja, 1996).

Intensywna eksploatacja lasów spowodowała, że już w drugiej połowie XVI wieku wystąpiły trudności w zaopatrzeniu rejonów górniczych w drewno, które nasiliły się w „okresie sztolniowym”. Przy budowie Sztolni Starczynowskiej w Olkuszu, drewna dostarczały lasy miejskie. Wobec protestów Rady Miejskiej Olkusza przeciwko ich dewastacji, zaczęto sprowadzać drewno z bardziej oddalonych miejscowości, jak: Łęka, Błędów, Ryczów oraz Chechło. Przy budowie Sztolni Ponikowskiej miasto nie wyraziło zgody na korzystanie z lasów w najbliższym otoczeniu Olkusza. Zapoczątkowano tym samym ich ochronę i racjonalną gospodarkę leśną. W związku z tym drewno zakupywano od okolicznej szlachty. W petycji do króla gwarkowie Sztolni Ponikowskiej prosili między innymi o zapewnienie im drewna do hut, „o które teraz ciężko, bo się zewsząd wiele lasów pokaziło, porębmy bydłem zepsowano, a co więcej, kuznica na żelazo wszędy w okolicy nasiadło, w której się wiele węgla, a na mały pożytek spalilo” (Molenda, 1963). Na tych terenach już w XVI i na początku XVII wieku istniały kuźnice w Bolesławiu, Błędowie, Okradzionowe i Krzykawce (Zientara, 1954; Radwan, 1963).

W czasie rozbudowy Sztolni Ponikowskiej i Pileckiej drewno było sprowadzane z Zagórza i Okradzionowa. O trudnościach w dostatecznym zaopatrzeniu w drewno świadczą stale powtarzane przez władze przepisy dotyczące prawa pierwszeństwa zakupu drewna w mieście oraz zakaz używania sprowadzonego do miasta drewna do innych celów niż górnictwo i hutnictwo. Wydano nawet całą ordynację poświęconą zaopatrzeniu w drewno i gospodarce drewnem (Abt, 1957). Mimo trudności zbudowano sztolnie, które spowodowały radykalne odwodnienie złóż kruszczośnych.

Z czasem, zbudowane ze znacznym nakładem finansowym, sztolnie nie wystarczyły już do odwodnienia głębiej leżących złóż. Koniec XVII i początek XVIII wieku uważa się za zupełny upadek górnictwa kruszcowego w tym rejonie. Dodatkową przyczyną tego upadku było także wyczerpywanie się dostępnych złóż oraz wzrost cen narzędzi, drewna i paszy dla koni kopalnianych (Molenda, 1963).

Pod koniec XVIII i na początku XIX wieku, tj. z chwilą, gdy zaczęto uzyskiwać cynk – roboty górnicze znów odżyły. Ponowny rozwój górnictwa i hutnictwa kruszcowego spowodował dalsze wylesienie tych terenów. Wzbudziło to niepokój władz ówczesnego powiatu olkuskiego, ponieważ piaski w owym czasie zasypywały od południa i południowego zachodu grunty orne oraz podwórza przed budynkami mieszkalnymi. W związku z tym w 1851 roku naczelnik powiatu poprosił gubernatora radomskiego o zezwolenie na przeprowadzenie przymusowych robót

w celu nasadzenia sosen na wydmach okalających miasto. Miała to być kara z tytułu kradzieży drewna z lasów przez miejscowych chłopów.

Ślasicz (1955) w 1815 roku tak opisywał okoliczny krajobraz – „Olkusz otoczony jest okiem nie-przejrzanym morzem piasków”. Łabęcki (1841) zaś pisał: „trudno na polskiej ziemi kąta mniej urodzajnego i więcej do pustyni podobnego jak położenie Olkusza” i dodaje „na pozór upośledzona to od natury pustynia”. Przytoczone powyżej fragmenty historycznych przekazów wskazują, że Pustynia Błędownska mogła powstać już prawdopodobnie w XVI wieku. Rozwijające się intensywne górnictwo w tym czasie oraz towarzyszące mu hutnictwo wymagało ogromnych ilości drewna do wytopu i na obudowy coraz głębszych szybów, a jedynym materiałem do wytopienia rud był węgiel drzewny. Zrozumiałe więc, że drewna dla tej produkcji dostarczały głównie okoliczne lasy.

Od najdawniejszych czasów ściągali do olkuskiego przemysłu specjaliści z innych części Europy, w tym z Niemiec i Włoch. Masowy napływ ludności powodował zwiększenie zapotrzebowania na żywność, a także paszę dla znacznej liczby koni używanych do transportu i wydobycia rud.

Eksploracja lasów ujemnie odbiła się na jakości gleb. Karczunek powodował częściowe zdzieranie cienkich poziomów akumulacji próchnicy i ekshumacje niżej leżących warstw. Prawdopodobnie dużą rolę w ówczesnej degradacji pokrywy glebowej odgrywały wypasy na zrębach (Molenda, 1963). W efekcie zniszczenia utrwalającej glebę naturalnej osłony roślinnej i wywiewania wierzchnich poziomów glebowych na powierzchnię wydostały się słabo związane piaski skały macierzystej. Te utwory bez żadnych już ograniczeń podlegały deflacji, transportowi i redepozycji eolicznej. Rozpoczęło się formowanie rozległych pól ruchomych piasków, co ograniczało lub wręcz uniemożliwiało zasiedlanie przez rośliny.

Utrzymujący się jeszcze do okresu drugiej wojny światowej obszar nagich piasków przez długi czas był wykorzystywany jako poligon wojskowy (ćwiczenia jednostek pancernych powodowały niszczenie powierzchni spontanicznie zasiedlanej przez roślinność). Podtrzymywało to pustynny charakter krajobrazu. W okresie II wojny światowej na obszarze Pustyni Błędownskiej ćwiczyły wojska niemieckie przygotowujące się do walk w piaskach Afryki Północnej. Do dziś zachowały się na obrzeżach solidne murowane punkty obserwacyjne, z których korzystał między innymi generał Rommel. Także po wojnie obszar ten służył jako poligon wojskowy. Obecnie ćwiczenia wojskowe odbywają się w północnej części tego obszaru.

Mimo że w latach 1970. teren Pustyni Błędownskiej znalazł się pod wpływem oddziaływania leja depresyjnego olkuskich kopalń rud cynku i ołowiu, to w tym właśnie okresie nasilił się proces jej zanikania. Obecnie trudno jest na Pustyni Błędownskiej znaleźć opisywane jeszcze w okresie powojennym rozległe nagie piaszczyska (Sosnowski, 1947). Teren jest już prawie całkowicie zadarniony i zakrzewiony. Pozostaje jeszcze tylko nazwa na mapie....

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TRANSEKTÓW

Powierzchnie wytyczonych transektów nie są jednorodne pod względem fizjograficznym, więc stosunkowo łatwe jest wyodrębnienie różnych zgrupowań roślinności występującej wzdłuż linii profilowych. Z analizy starych zdjęć lotniczych wynika, że badany obszar jeszcze 50 lat temu był powierzchnią piaszczystą z rzadką porośniętą roślinnością psammofilną. Interesujące jest dynamicznie postępujące wykształcenie się płatów roślinności i ich odmienne stadia sukcesyjne w poszczególnych częściach Pustyni Błędownskiej. Szybko następujące przemiany krajobrazu tego terenu i jego okolic w ciągu ostatnich 40 lat często są bezpośrednim lub pośrednim skutkiem działalności człowieka. W zależności od stadiów sukcesyjnych występujących wzdłuż linii transektów zmieniają się biotopy, a wraz z nimi zbiorowiska roślinne.

Transekt „Przełom” reprezentuje obszary, które w latach 1950. w znacznej części miały charakter „pustynny”. Miejscami rosły tu sosny o pokroju krzaczastym, tworząc rozrzedzony drzewostan. W latach 1970. obszar ten zalesiono sosną.

Wzdłuż transektu wyróżniają się następujące strefy orograficzne i siedliskowe:

- a) 0–200 m – strefa doliny Białej Przemszy;
- b) 200–260 m – niskie wały wydymowe towarzyszące dolinie Białej Przemszy;
- c) 260–1200 m – piaszczysta powierzchnia z lokalnymi wzniesieniami i obniżeniami, miejscami z niewielkimi pagórkami;
- d) 1200–1450 m – obszar łagodnych wałów wydymowych towarzyszących płaskiej dolinie rzeki Białej.

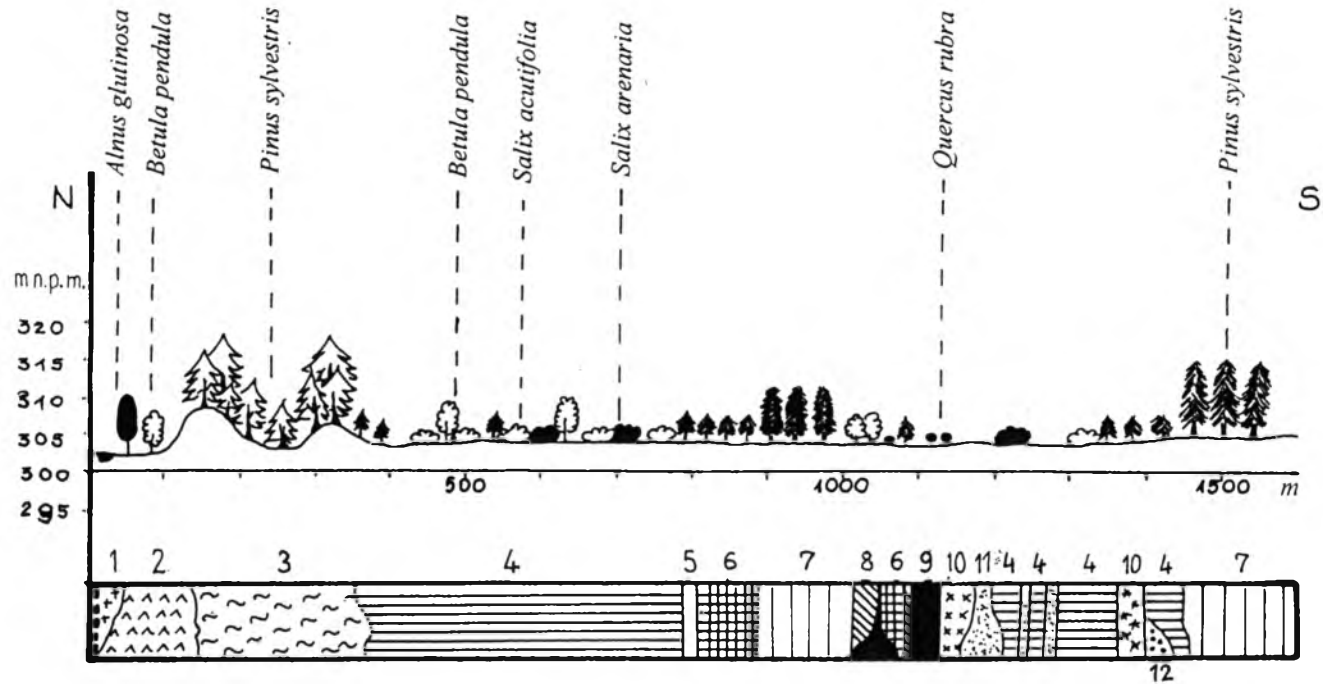
Na obszarze doliny transekt przecina rejon, których prawie cała szerokość porośnięta jest trzcinowiskiem, pośród którego w znacznym od siebie oddaleniu występują pojedyncze olsze. W rejonie samej rzeki, która w tym miejscu płynie przy lewej krawędzi doliny, transekt przechodzi przez łęg szpalerowy. W miejscu przecięcia z transektem towarzyszącym dolinie wał wydymowy jest stosunkowo niski i łagodnie przechodzi w po-falowaną powierzchnię. Rosnący tu las tworzą rozrzucone stare kępy sosny, pomiędzy którymi w ramach dolesień w dużym zwarciu dosadzono sosnę zwyczajną. Dolesienia takie ciągną się do 600 m transektu. Na następnych 230 m las ma charakter sztucznej drógowiny (brak starych okazów sosen). W podszyciu tego odcinka masowo występuje wierzba rokita. Na dalszym odcinku dominuje bór o słabym zwarciu i urozmaiconej strukturze wiekowej. Odcinek ten ma charakter zbliżony do boru naturalnego. Transekt kończy się na prawej krawędzi doliny Białej (tab. 1).

Tabela 1. Zbiorowiska roślinne występujące na transekcje „Przełom”
Table 1. Plant communities along the profile „Przełom”

Lp.	Zbiorowiska roślinne	Powierzchnia zajęta przez roślinność	Udział w powierzchni całkowitej
		[m ²]	[%]
1	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	12 900	44,50
2	<i>Leucobryo-Pinetum</i> z dosadzoną sosną	12 280	42,34
3	<i>Phragmitetum communis</i>	3 400	11,72
4	<i>Circaeo-Alnetum</i>	390	1,34
5	Rzeka i roślinność wodna	30	0,10
RAZEM:		29 000	100,00

Transekt „Centuria” (rys. 2) reprezentuje zachodni obszar pustyni znajdujący się w sąsiedztwie sztucznych zalesień, wprowadzonych w latach 1970. W jego przebiegu można wyróżnić można różniące się siedliskowo i orograficznie odcinki:

- a) 0–150 m – strefa doliny Białej Przemszy;



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia roślinności wzdłuż linii transektu „Centuria”:

1 - *Salicetum pentandro-cinereae*, 2 - *Circaeo-Alnetum*, 3 - *Leucobryo-Pinetum*, 4 - *Festuco-Koelerietum glaucae* w kompleksie z biogrupami, 5-9 - sztuczne nasadzenia drzew, 10 - zakrzewienia z dominacją *Salix acutifolia*, 11 - pole deflacyjne z glonami, 12 - *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis* subass. *Cladinetosum mitis*

Fig. 2. Scheme of plant community distribution along the profile „Centuria”:

1 - *Salicetum pentandro-cinereae*, 2 - *Circaeo-Alnetum*, 3 - *Leucobryo-Pinetum*, 4 - *Festuco-Koelerietum glaucae* in complex with biogroups, 5-9 - artificial afforestation, 10 - bushes with predominant *Salix acutifolia*, 11 - deflation plain with Algae, 12 - *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis* subass. *Cladinetosum mitis*

b) 150–350 m – strefa wałów wydmychowa towarzysząca brzegom doliny (wzniesiona 7 m względem dna doliny).

c) 350–1600 m – wyrównana powierzchnia zarastającego pola deflacyjnego z nielicznymi pagórkami.

Strefa dolinna transektu była jeszcze w latach 1950. użytkowana rolniczo jako pastwisko lub łąka kośna. Aktualnie zachodzą tu spontaniczne procesy regeneracji siedlisk łąkowych. Miejscami prowadzono tu jednak nasadzenia brzozy brodawkowatej.

Strefa wałów wydmychowa porośnięta jest borem świeżym i borem chrobotkowym. Drzewostan ten charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem wieku i pokroju drzew. Część okazów cechuje się nisko osadzoną koroną i silnym ugałęzieniem, już w dolnej części pnia, co świadczy o pierwotnie słabym zwarciu tego boru.

U podnóża wałów zaczyna się strefa biogrup sosnowo-wierzbowo-jałowcowo-brzozowych, rozdzielonych piaszczystymi murawami strzępicowymi. W miarę oddalania się od wałów brzeżnych udział sosny w biogrupach maleje na korzyść wierzby ostroliśnej, zwiększa się też między nimi przestrzeń porośnięta murawami strzępicowymi. Na odcinku 800–1120 m transekt przechodzi przez zwarte nasadzenia sosny zwyczajnej i czarnej, brzozy oraz dębu czerwonego. Za nasadzeniami profil przebiega przez zarośla wierzby ostroliśnej, a następnie przez pola deflacyjne, w przewadze utrwalone przez murawy strzępicowe i sporadycznie szczotlichowe. Tereny otwarte przechodzą w zespół biogrup, które w bardziej zwartych fragmentach można uznać za inicjalne stadia świeżego boru sosnowego. Dalej pojawiają się znowu tereny muraw strzępicowych, które graniczą z nasadzeniami sosny zwyczajnej, gdzie kończy się transekt (tab. 2)

Tabela 2. Zbiorowiska roślinne występujące na transekcie „Centuria”

Table 2. Plant communities along the profile „Centuria”

Lp.	Zbiorowiska roślinne	Powierzchnia zajęta przez roślinność	Udział w powierzchni całkowitej
		[m ²]	[%]
1	<i>Festuco-Koelerietum glaucae</i> w kompleksie z biogrupami	12 053	37,76
2	Sztuczne nasadzenia drzew	9 846	30,71
3	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	4 147	12,95
4	<i>Circaeo-Alnetum</i>	2 038	6,36
5	Pole deflacyjne z glonami	1 015	3,17
6	<i>Leucobryo-Pinetum</i> – stadium inicjalne	865	2,70
7	<i>Salicetum pentandro-cinereae</i>	757	2,36
8	Zakrzewienia z dominacją <i>Salix acutifolia</i>	634	1,98
9	<i>Cladonio-Pinetum</i>	420	1,31
10	<i>Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis</i> subass. <i>cladinetosum mitis</i>	125	0,39
11	Rzeka i roślinność wodna	80	0,25
12	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	20	0,06
RAZEM:		32 000	100,00

Transekt „Źródliśko Białej” przebiega przez obszary ze znacznym udziałem zagęszczonych biogrup przechodzących w inicjalne stadium leśne. Spontaniczne zjawiska sukcesji nie są tu bezpośrednio zaburzone poprzez nasadzenia drzew. W obrębie doliny transekt przebiega przez podtopione tereny, porośnięte roślinnością szuwarową. Wzdłuż transektu można wyróżnić, różniące się pod względem orograficznym i siedliskowym, następujące strefy:

a) 0–140 m – strefa doliny Białej Przemszy;

b) 140–290 m – strefa wałów wydmychowa, rozciągająca się wzdłuż doliny rzeki (wysokich na 10 m względem doliny);

c) 290–1300 m – utrwalone pole deflacyjne ze znacznym zróżnicowaniem orograficznym (liczne pagórki).

Strefę wałów wydmych porasta bór świeży, a dalej roślinność reprezentowana przez kępy o charakterze biogrup sosnowo-wierzbowo-jałowcowo-brzozowych. Pomiedzy biogrupami występują murawy – w większości strzępicowe, a miejscami (droga, okopy) – szczotlichowe lub wydmychrzycowe.

Następnie (już na dawnym polu deflacyjnym) biogrupy zwierają się na tyle, że można je uznać za inicjalne stadium świeżego boru sosnowego. Bór ten następnie rozluźnia się, by przejść w 100-metrową strefę kęp wierzby piaskowej, zmieniającą się w zarośla wierzby ostroliśnej. Dalej pojawiają się murawy strzępicowe, które oddzielają kępy wierzby ostroliśnej. Dalszy odcinek transektu porośnięty jest z rzadka okazami sosen o pokroju krzewiastym, a miejscami kępami młodych osik. Transekt kończy się na wałach towarzyszących dawnemu obszarowi źródłiskowemu rzeki Białej (tab. 3).

Tabela 3. Zbiorowiska roślinne występujące na transekcie „Źródliko Białej”
Table 3. Plant communities along the profile „Źródliko Białej”

Lp	Zbiorowiska roślinne	Powierzchnia zajęta przez roślinność	Udział w powierzchni całkowitej
		[m ²]	[%]
1	<i>Festuco-Koelerietum glaucae</i> w kompleksie z biogrupami	7 375	28,40
2	Zakrzewienia z domiacją <i>Salix acutifolia</i>	6 920	26,63
3	<i>Leucobryo-Pinetum</i> – stadium inicjalne	2 500	9,61
4	Zakrzewienia z dominacją <i>Salix arenaria</i>	2 080	8,00
5	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1 560	6,00
6	Rozrzucone krzewiaste <i>Pinus sylvestris</i>	1 080	4,15
7	Zarośla <i>Populus tremula</i>	970	3,73
8	<i>Thyphetum latifoliae</i>	870	3,34
9	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	550	2,11
10	<i>Circao-Alnetum</i>	520	2,00
11	<i>Phragmitetum communis</i>	490	1,88
12	<i>Spergulo morisonii-Corynephorretum canescentis</i> subass. <i>cladinetosum mitis</i>	415	1,59
13	<i>Caricetum gracilis</i>	370	1,42
14	Murawa z <i>Elymus arenarius</i>	220	0,84
15	Rzeka i roślinność wodna	80	0,30
RAZEM:		26 000	100,00

Transekt „Między Bunkrami” reprezentuje obszary, gdzie procesy naturalnej sukcesji najsilniej zaburzone są przez penetrację ludzką. Wzdłuż jego przebiegu występują różniące się orografią i warunkami siedliskowymi odcinki:

- a) 0–130 m – przykryte piaskiem zbocze garbu jurajskiego;
- b) 130–1300 m – na ogół wyrównana powierzchnia słabo utwalonych piasków z niewielkimi polami deflacyjnymi;
- c) 1300–1720 m – płaska powierzchnia obniżająca się w stronę doliny;
- d) 1720–1950 m – strefa doliny Białej Przemyś;
- e) 1950–2250 m – wały wydmy towarzyszące lewej krawędzi doliny;
- f) 2250–2650 m – płaska powierzchnia z polami deflacyjnymi;
- g) 2650–3200 m – sukcesywnie podnosząca się powierzchnia z łagodnymi pagórkami;
- h) 3200–3300 m – zbocze garbu jurajskiego.

Transekt rozpoczyna się na zboczu garbu jurajskiego, przysypanego piaskiem stale rozluźnianym przez wydeptywanie (obszar koncentracji ćwiczeń wojskowych i wydeptywany przez turystów). Utrzymują się tu płyty wydmychrzycy piaskowej oraz pojedyncze sosny o pokroju krzewiastym.

U podnóża garbu zaczyna się strefa, gdzie pomiędzy rozrzuconymi biogrupami wierzbowo-sosnowo-brzozowo-jałowcowymi występują kępy podrostów osiki oraz rozległych muraw szczotlichowych. Występują tu

też płyty wydmuchrzycy piaskowej, które grupują się w miejscach, gdzie powierzchnia została odkształcona przez wykopy, prowadzone podczas ćwiczeń wojskowych.

Dalej transekt przebiega przez zwarte nasadzenia sosnowe, a następnie przez bór świeży. W strefie doliny transekt przechodzi przez obszary okresowo zalewane, porośnięte roślinnością łągową i szuwarową.

Rozpoczynające się na lewej krawędzi doliny wały wydmowe porośnięte są borem sosnowym o charakterze zbliżonym do naturalnego. Dalej następuje rozrzedzenie boru i zaczyna się strefa biogrup sosnowo-brzozo-wierzbowo-jałowcowych. Pomiedzy nimi występują murawy strzępicowe, których udział zwiększa się w miarę przebiegu transektu. Murawa stopniowo przechodzi w zarośla wierzby ostrolistnej. Dalej wśród wierzby pojawiają się tu i ówdzie kępy sosny zwyczajnej o pokroju krzewiastym otaczające czynne pole deflacyjne, których obrzeża utrwalone są przez płyty murawy szczotlichowej. Na odcinku 2650–3200 transekt przebiega przez nasadzenia brzozy brodawkowatej, sosny zwyczajnej i dębu czerwonego. Transekt kończy się na zboczach garbu jurajskiego porośniętego przez murawę kserotermiczną (tab. 4).

Tabela 4. Zbiorowiska roślinne występujące na transekcie „Między Bunkrami”

Table 4. Plant communities along the profile „Między Bunkrami”

Lp	Zbiorowiska roślinne	Powierzchnia zajęta przez roślinność	Udział w powierzchni całkowitej
		[m ²]	[%]
1	<i>Festuco-Koelerietum glaucae</i> w kompleksie z biogrupami	17 800	27,32
2	Sztuczne nasadzenie drzew	14 710	22,08
3	Pole deflacyjne z glonami	5 800	8,78
4	Zarośla z <i>Populus tremula</i>	5 150	7,86
5	<i>Leucobryo-Pinetum</i> z dosadzoną sosną	3 600	5,45
6	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	3 250	4,93
7	<i>Circaeo-Alnetum</i>	2 440	3,62
8	Piaski antropogeniczne rozluźnione	2 370	3,57
9	<i>Leucobryo-Pinetum</i> – stadium inicjalne	1 950	2,95
10	<i>Origano-Brachypodietum</i>	1 990	2,89
11	Rozrzucone krzewiaste <i>Pinus sylvestris</i>	1 700	2,57
12	Zakrzewienia z domiacją <i>Salix acutifolia</i>	1 490	2,26
13	<i>Spergulo morisonii-Corynephorretum canescentis</i> subass. <i>Cladinetosum mitis</i>	1 150	1,77
14	<i>Phalaridetum arundinacea</i>	1 000	1,52
15	Murawa z <i>Elymus arenarius</i>	780	1,19
16	Płyty z <i>Urtica dioica</i>	430	0,65
17	<i>Thyphetum latifoliae</i>	350	0,51
18	Rzeka i roślinność wodna	40	0,08
RAZEM:		66 000	100,00

PRZEGLĄD ZBIOROWISK ROŚLINNYCH W OBRĘBIE TRANSEKTÓW

Podstawą rozważań nad zbiorowiskami roślinnymi badanego obszaru są zdjęcia fitosocjologiczne, wykonane w reprezentatywnych platach roślinności w transektach.

W transektach wytyczonych na obszarze Pustyni Błędowskiej stwierdzono obecność 16 zbiorowisk roślinnych, w tym 3 zespoły leśne i 7 nieleśnych. Na nieutrwalonych świeżych wałach okopowych i w obrębie pól wydmych wyróżniono również 6 zbiorowisk (o nieokreślonej randze fitosocjologicznej) z: *Elymus arenarius*, *Salix arenaria*, *Salix acutifolia*, *Populus tremula* oraz biogrupy i sztuczne nasadzenia. W związku z tym, że transekty w każdym przypadku przecinają dolinę Białej Przemszy lub biorą tam swój początek, uzasadniona jest także charakterystyka zespołów związanych z siedliskami wilgotnymi, a nawet wodnymi.

Należy zaznaczyć, że niniejsze opracowanie zawiera przegląd zbiorowisk roślinnych wyłącznie wzdłuż wytyczonych transektów, natomiast na innych obszarach Pustyni Błędowskiej, wraz z terenami przyległymi, analogiczne badania prowadzili Szczypek, Wach i Wika (1994).

Systematyka zespołów

Klasa: *Quercu-Fagetea* Br. - Bl. Et Vlieg. 1937

Rząd: *Fagetalia silvaticae* Pawł. 1928

Związek: *Alno-Padion* 1942 em. Medw. - Korn. Ap. Mat. et Bor. 1957

1. *Circaeo-Alnetum* Oberd. 1953

Klasa: *Vaccinio-Piceetea* Br. - Bl. 1939

Rząd: *Vaccinio-Picetalia* Br. - Bl. 1939

Związek: *Dicrano-Pinion* Libb. 1933

2. *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927

3. *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973

Klasa: *Phragmitetea* R. Tx et Prsg. 1942

Rząd: *Phragmitetalia* Koch 1926

Związek: *Phragmition* Koch 1926

4. *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939

5. *Typhetum latifoliae* Soò 1927

Związek: *Magnocaricion* Koch 1926

6. *Caricetum gracilis* (Graebn. et Hueck 1931) R. Tx. 1937

7. *Phalaridetum arundinaceae* (Koch 1926 n. n.) Libb. 1931

Klasa: *Festuco-Brometea* Br. - Bl. Et R. Tx. 1943

Rząd: *Festucetalia valesiacae* Br. - Bl. Et R. Tx. 1943

Związek: *Cirsio-Brachypodium pinnati* Hadac et Kl. 1944 em. Krausch 1961

8. *Origano-Brachypodium* Medw. - Korn. et Kornaś 1963

Klasa: *Sedo-Scleranthetea* Br. Bl. 1955 em. Müll. 1961

Rząd: *Corynephoretalia canescentis* R. Tx. 1937 em. Kraush 1962

Związek: *Corynephorion canescentis* Klika 1931

9. *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis* subass. *cladinetosum mitis*

R. Tx. (1928) 1937 em. K. Czyżewska

Rząd: *Festuco-Sedetalia* R. Tx. 1951 em.

Związek: *Koelerion glaucae* (Volk 1931) Klika 1935

10. *Festuco-Koelerietum glaucae* (Volk 1931) Klika 1931

Zbiorowiska o nie określonej randze syntaksonomicznej

11. Zbiorowisko z *Elymus arenarius*

- 12 Zbiorowisko z *Salix arenaria*
- 13 Zbiorowisko z *Salix acutifolia*
- 14 Zarośla z *Populus tremula*
- 15 Biogrupy
- 16 Nasadzenia drzew

Charakterystyka zespołów leśnych

Circaeo-Alnetum – łąg olszowy

To najpospolitsze w Polsce zbiorowisko niżowego łągu olszowego obejmuje formacje leśne z dominacją olszy czarnej. Wśród lasów łągowych fitocenozy te stanowią ogniwo nawiązujące do zbiorowisk z klasy *Alnetea glutinosae*. Od innych syntaksonów ze związku *Alno-Padion* łąg olszowy wyróżnia się stałą – choć różną co do składu i liczebności – domieszką gatunków olszowych i częściowo szuwarowych (Matuszkiewicz, 1981). *Circaeo-Alnetum* występuje na siedliskach z tendencją do zabagnienia – między innymi w dolinach wolno płynących cieków wodnych. Ich podłoże charakteryzuje się dużą żyznością oraz silnym uwilgotnieniem (Cabała, 1990).

Circaeo-Alnetum na badanym terenie (w Dolinie Białej Przemszy) reprezentuje las ze średnio zwarłym drzewostanem olszowym. W większej lub mniejszej domieszce występuje *Betula pendula*, która wysokością zwykle dorównuje olszy, lub tworzy niższą warstwę drzewostanu. Wśród drzew spotkać można czasem *Salix pentandra*. W badanych płatach zwarcie warstwy drzew wynosi tylko 70–90% (tab. 5).

Warstwa krzewów rozwinięta jest odmiennie w poszczególnych transektach; zajmuje od 10–20% powierzchni platu. Tworzą ją głównie czeremcha zwyczajna *Padus avium*, z niewielkim udziałem wierzby: *Salix cinerea*, *S. caprea* i *S. purpurea*.

Tabela 5. *Circaeo-Alnetum* Oberd 1953

Table 5 *Circaeo-Alnetum* Oberd 1953

Numer kolejny zdjęcia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	S
Numer zdjęcia w terenie	1	3	2	22	12	1	10	13	4	T
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	100	100	150	100	100	150	100	100	100	A
Data	12 06	27 07	12 08	12 09	03 07	27 08	12 06	28 07	29 06	L
Miejscowość	Transekt „Centuna”					TMB	TC	TP	TP	O
Zwarcie warstwy drzew a w [%]	80	80	90	70	80	90	80	90	90	S
Zwarcie warstwy krzewów b w [%]	10	20	-	10	20	20	10	-	20	C
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	100	90	100	100	80	80	100	80	80	
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	-	4	-	-	5	10	-	-	-	
Liczba gat. w zdjęciu	22	20	19	22	25	22	23	22	29	
D. <i>Circaeo-Alnetum</i>										
<i>Alnus glutinosa</i> a	3.3	4.4	4.4	4.4	4.4	5.5	5.5	5.5	4.4	V
<i>Fragula alnus</i> b	+	+	+	+	+	+	1.1			IV
<i>Lycopus europaeus</i> c	2.2	1.1	1.1			2.2	+		+	IV
<i>Lysimachia vulgaris</i>	1.1	1.1	+	1.1	+			+	1.1	IV
<i>Solanum dulcamara</i>	1.1			+	1.1	1.1		1.1	1.1	IV
<i>Humulus lupulus</i>	2.2	+			+	1.1		1.1	+	IV
<i>Scutellaria galericulata</i>				+				+		II
Ch.III <i>Alno-Padion</i> + Ch.CI <i>Quercus-Fagetum</i>										
<i>Padus avium</i> b	1.2	2.2	1.2	1.2	1.1	2.2	1.1	1.1	2.2	V
<i>Aegopodium podagrana</i> c		1.1		1.1	+				1.1	III
Ch.CI. <i>Alnetea glutinosae</i>										
<i>Salix pentandra</i> a	3.3	2.2			2.2				1.1	III
<i>Salix pentandra</i> b			1.3				1.2			
<i>Salix cinerea</i> c	1.1			+	1.2				1.1	III
<i>Ribes nigrum</i>	+								+	II

ChCI <i>Phragmitetea</i>										
<i>Peucedanum palustre</i> c		11	22		11	+		+	+	IV
<i>Carex acutiformis</i>	22	11		22	11				11	III
<i>Ins pseudacorus</i>	+2						12	+	+	III
<i>Carex paniculata</i>	+			+			+			II
<i>Carex gracilis</i>		11			12		+			II
<i>Phalaris arundinacea</i>				33				22	11	II
<i>Phragmites australis</i>	+							+	22	II
Ch Molino- <i>Arrhenatheretea</i>										
<i>Calltha palustris</i> c	11				+	+	11			III
<i>Cirsium oleraceum</i>					+	11		+	11	III
<i>Crepis paludosa</i>	+	11			+		+			III
<i>Equisetum palustre</i>	+			11	11		11			III
<i>Scirpus sylvaticus</i>	1.1		2.2	1.1	2.2					III
<i>Angelica sylvestris</i>				+			+	+		II
<i>Cirsium palustre</i>				11		+		+		II
<i>Juncus effusus</i>		+			12		11			II
Gatunki towarzyszące										
<i>Betula pendula</i> a			11	11		+	+			III
<i>Betula pendula</i> b	+	1.2						+	1.1	
<i>Humulus lupulus</i>	2.2	+			+	1.1		1.1	+	IV
<i>Galeopsis tetrahit</i> c	1.1	2.2	4.4	2.2	+	1.1				IV
<i>Galium aparine</i>			+	1.1			1.1		+	III
<i>Galeopsis pubescens</i>			2.2		1.1			+	1.1	III
<i>Eupatorium cannabinum</i>			1.1			2.2		1.1	+	III
<i>Urtica dioica</i>		3.3			+	3.3		1.1	2.2	III
<i>Plagiomnium ellipticum</i> d							1.3	+3	1.3	II
<i>Brachythecium rutabulum</i>		1.3		1.1			1.3			II
Gatunki sporadyczne										
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> 2d (1.3); <i>Carduus crispus</i> 2.5; <i>Galium palustre</i> 9; <i>Calligonella cuspidata</i> d 9(1.3); <i>Carex canescens</i> 5; <i>Chaerophyllum aromaticum</i> 8; <i>Galium mollugo</i> 5; <i>Geum urbanum</i> 9; <i>Glyceria fluitans</i> 3 (1.1); 7(2.2); <i>Fragaria vesca</i> 6 (1.1); <i>Mentha aquatica</i> 1; <i>Moehringia trinervis</i> 6.3 (1.1); <i>Mycelis muralis</i> 6 (1.1); <i>Menyanthes trifoliata</i> 7; <i>Plagiomnium cuspidatum</i> 4d (1.1); <i>Populus tremula</i> a,b 6 (1.1); <i>Ranunculus repens</i> 3 (1.1); <i>Rubus idaeus</i> 3 (1.1); <i>Rumex obtusifolius</i> 3 (1.1); <i>Salix caprea</i> 7 (1.2); 1 (1.1); <i>S. purpurea</i> 9; <i>Sambucus nigra</i> b 6; <i>Sorbus aucuparia</i> 6; <i>Tussilago farfara</i> 9 (1.1); <i>Viola palustris</i> 6 (1.1); <i>Valeriana sambusifolia</i> 3,8,9; <i>Dactylis glomerata</i> 7; <i>Deschampsia caespitosa</i> 8; <i>Geranium palustre</i> 4; <i>Lychnis flos-cuculi</i> 3,7; <i>Lotus uliginosus</i> 6; <i>Myosotis palustris</i> 7,9; <i>Climacium dendroides</i> d 4 (1.3); <i>Dryopteris filix-mas</i> 2; <i>Impatiens noli-tangere</i> 8; <i>Alnchum undulatum</i> d 5,6 (1.2);										

Objaśnienia: TP – transekt „Przełom”; TMB – Transekt „Między Bunkrami”

Warstwa zielna jest dobrze rozwinięta, a jej pokrycie na ogół wysokie, wahające się w granicach 80–100%. W badanej fitocenozie warstwa mchów jest słabo rozwinięta i bardzo nieregularnie rozmieszczona.

Biorąc pod uwagę bogactwo florystyczne badanej fitocenozy można zaobserwować, że gatunkom wyróżniającym omawiany zespół oraz taksonom charakterystycznym dla klasy *Querco-Fagetea* towarzyszą także elementy innych klas, np. *Alnetea glutinosae*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmitetea* oraz *Artemisietea*.

Na badanym terenie zespół *Circaeo-Alnetum* wykazuje tendencję w kierunku zbiorowisk olsowych, o czym wybitnie świadczy znaczny udział gatunków z klasy *Alnetea glutinosae*. Zespół łągi olszowego ma charakter kadłubowy; nie stwierdzono tu gatunku charakterystycznego dla tego zespołu – czartawy drobnej *Circaea alpina*. Omawiane fitocenozy są ubogie pod względem florystycznym. Przeciętą liczbą gatunków w zdjeciu wynosi 22. Przyczyną tego jest występowanie w tym łągi gatunków występujących niekiedy fałjalne, takich jak *Urtica dioica*, *Galeopsis tetrahit* czy *Phalaris arundinacea*. Wzmógłony ich rozwój powoduje większe zacielenie gleby, które w konsekwencji prowadzi do nieco większego przygluszenia innych gatunków.

Występowanie *Circaeo-Alnetum* stwierdzono na wszystkich transektach w dolinie Białej Przemysy. Zespół ten zajmuje płaskie powierzchnie na dnie wciętych dolin (transekt „Między Bunkrami”). W omawianych zbiorowiskach mozaikowy układ kępek i dolinek – charakterystyczny dla olsu – zaznacza się bardzo słabo lub nie występuje wcale. Tereny te są zabagnione, a nawet okresowo przy wysokim stanie wody zatapiane. Są to

Tabela 6. *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973 - Tabie 6. *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973

Numer kolejny zdjęcia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	S	
Numer zdjęcia w terenie	11	15	12	2	22	19	17	18	16	1	4	3	8	14	7	T	
Data	12.06	23.08	27.06	7.06	12.06	23.08	09.09	23.08	24.08	7.06	5.08	23.09	26.08	23.08	12.06	A	
Miejscowość	TC	TP	TC	TMB	TC	TP	TP	TP	TP	TMB	TC	TC	TZB	TP	TC	L	
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	O	
Zwarcie warstwy drzew a w [%]	80	90	85	80	70	80	90	100	90	70	80	80	80	90	80	S	
Zwarcie warstwy krzewów b w [%]	5	5	10	-	10	-	70	5	70	5	-	10	20	10	15	C	
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	80	10	90	30	60	60	10	80	30	50	20	20	80	40	70		
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	10	5	10	-	15	-	-	10	-	-	-	10	-	-	-		
Liczba gat. w zdjęciu	11	12	13	14	17	17	17	15	18	16	16	18	27	14	20		
Ch*+Dass Leucobryo-Pinetum																	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	2.2	1.1	3.3	+	1.1	3.3	3.3	2.2	2.2	2.1	1.3	2.2	2.2	1.1	1.1	V	
<i>Chimaphila umbellata</i> lsk.	1.1	1.1	2.2		2.2		1.1	+			1.1	+	1.1		1.1	IV	
<i>Pyrola chlorantha</i> lsk.	1.1	+	1.1	+	2.2	1.1	1.1	-	+				1.1	1.1		IV	
ChAll. Dicrano-Pinon + Ch Vaccinio-Piceetea																	
<i>Pinus sylvestris</i> a	5.5	5.5	5.5	4.4	5.5	5.5	5.5	5.5	4.4	3.3	4.4	4.4	5.5	4.4	4.4	V	
<i>Pinus sylvestris</i> b	+	+		+		+				1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1		
<i>Pinus sylvestris</i> c			+					+			1.1		+				
<i>Moneses uniflora</i>			+		+	+	1.1	+		1.1		1.1	+	1.1		III	
<i>Pyrola rotundifolia</i>		1.1	+		1.1	1.1	1.1		1.1		+		1.1		1.1	III	
<i>Orthilia secunda</i>				1.1						+	+		+				
<i>Vaccinum vitis-idaea</i>			5.5	2.2	3.3	4.4	4.4			1.2	2.2				4.4	III	
<i>Vaccinum myrtillus</i>			+	3.3	2.2	1.1		3.3		1.1	+		1.1			III	
Gatunki towarzyszące																	
<i>Betula pendula</i> a		+	+				+		+		+			+	+	III	
<i>Juniperus communis</i> b	+	+	+	+	1.1	+	+		+		+		+	+	+	V	
<i>Quercus robur</i> b	+				+	+	+	+			+	1.1	+	+	+	IV	
<i>Frangula alnus</i> b			+	+	+	+	1.1				+	+	+	+	+	III	
<i>Sorbus aucuparia</i> b					+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	III	
<i>Chamaenerion angustifolium</i>				+	+			+	1.1	1.1	+	1.1	+	1.1	+	IV	
<i>Epipactis atrorubens</i>		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	
<i>Hieracium pilosella</i>	+		+			1.1			+	+	+		1.1	1.1		III	
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	+								+	1.1		+				II	
<i>Calamagrostis epigejos</i>				+	1.1				1.1						+	II	
<i>Epipactis helleborine</i>	+											+	+		+	II	
<i>Hieracium laevigatum</i>				+	+										+	II	
<i>Rumex acetosella</i>		+							+	1.1			1.1	+		II	
<i>Salix repens</i> b			1.1					1.1	+	1.2			1.1		+	II	
<i>Salix rosmarinifolia</i>							4.4	3.3	3.3	1.1					+	II	
<i>Calluna vulgaris</i>						2.2	+	1.1								I	
<i>Epipactis helleborine</i>	+											+	+		+		
<i>Fragaria vesca</i>												1.1	1.1		1.1	I	
<i>Koeleria glauca</i>		2.2							+					2.2		I	
<i>Quercus rubra</i> b		+		+						+					1.1	I	
<i>Viburnum opulus</i> b			+			+	+									I	
Gatunki sporadyczne: <i>Angelica sylvestris</i> 12(1.1); <i>Carlina acaulis</i> 13(1.1); <i>Ceratodon purpureus</i> d 5(2.2); <i>Deschampsia caespitosa</i> 10; <i>Dryopteris filix-mas</i> 12; <i>Epipactis helleborine</i> 13, 15, 12; <i>Equisetum sylvaticum</i> 12; <i>Euphrasia rostkoviana</i> 13(1.1); 4; <i>Fragaria viridis</i> 1; <i>Hieracium leichenali</i> 15.9; <i>Hylocomium splendens</i> 5(1.3); <i>Lysimachia vulgaris</i> 12(2.2); <i>Leontodon hispidus</i> 11; <i>Luzula pilosa</i> 12; <i>Leontodon autumnalis</i> 13; <i>Lipinus angustifolius</i> 9; <i>Larix decidua</i> b 9; <i>Melampyrum pratense</i> 9; <i>Maianthemum bifolium</i> 13; <i>Molinia arundinacea</i> 13.5; <i>Quercus robur</i> b 2, 15; <i>Plantago lanceolata</i> 6; <i>Pyrola media</i> 13, 7; <i>Padus serotina</i> b 12; <i>Pohlia nutans</i> d 12, 4(1.1); <i>Polytrichum juniperinum</i> 15, 12(1.1); <i>Pleurozium schreberi</i> d 8, 11(2.3); <i>Robinia pseudacacia</i> b 10; <i>Trifolium pratense</i> 10; <i>Thymus serpyllum</i> 13(2.2); <i>Veronica chamaedrys</i> 10.																	

fitocenozy hygrofilne i eutroficzne wykształcające się na glebach silnie podmokłych typu mulowo-bagiennego lub mulowo-torfowego, których poziom próchniczno-akumulacyjny charakteryzuje się różną miąższością i posiada ostrą granicę z podłożem mineralnym. Odczyn warstwy próchniczno-akumulacyjnej jest kwaśny (wynosi 4.5 pH), co wynika z zakwaszającego oddziaływania liści olszy na podłoże (Olson, 1958). Siedliska te charakteryzują się bogactwem materii organicznej. Dodatkowym źródłem były dostarczane rurociągami (przez kilkadziesiąt lat) na zbocza doliny ługi posulfitowe z pobliskich Zakładów Papierniczych w Kluczach. Odczwierciedleniem tego są zbiorowiska roślinne tego obszaru cechujące się wysoką żywotnością oraz obecnością roślin wskazujących na żyzne siedliska. Na uwagę zasługują gatunki należące do klasy *Artemisietea*. Są to: *Eupatorium cannabinum*, *Urtica dioica*, *Malachium aqualicum* oraz z klasy *Phragmitetea*. Częste ich występowanie wskazuje na podłoże bogate w azot (Ellenberg, 1979; Sutherland, 1990, Podbielkowski, Podbielkowska, 1992). Zespół *Circae-Alnetum* w dolinie Białej Przemszy jest w znacznym stopniu odkształcony na skutek prowadzonej gospodarki przerębowo-odroślowej. Powoduje to, że znalezienie płatu mało zmienionego przedstawia spore trudności (Mrozik, 1989; Cabala, 1990).

Leucobryo-Pinetum – suboceaniczny bór świeży

Zespół należący do związku *Dicrano-Pinion* przedstawia się jako bór sosnowy o dość zwartym drzewostanie. Występuje we wszystkich transektach (TC, TP, TŻB i TMB). Drzewostan jest zwykle jednogatunkowy z dominacją sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* i sporadyczną domieszką brzozy brodawkowatej *Betula pendula*. Słabo rozwinięte warstwy krzewów zbudowane są przede wszystkim z sosny, miejscami z małą domieszką dębu szypułkowego *Quercus robur*. Ponadto w warstwie krzewów występują także jałowiec pospolity *Juniperus communis*, *B. pendula* oraz kruszyna pospolita *Frangula alnus*. W tej warstwie, szczególnie w zdjęciu 7, 8, 9, 10, niekiedy masowo występuje *Salix rosmarinifolia* tworząc fację oraz pojedynczo *S. arenaria* (tab. 6). Występowanie płatów wierzybki jest związane z obniżeniem terenu, a podłoże jest stosunkowo wilgotniejsze od innych części terenu. W tych miejscach stwierdzono ścisłą zależność pomiędzy typem zbiorowiska i morfologią terenu. Uwaga ta dotyczy transektu „Przełom”.

Warstwa zielna jest zróżnicowana w poszczególnych płatach. Jej pokrycie wynosi od 10–90%. W każdym placie występuje śmialek pogięty *Deschampsia flexuosa*, który ma duży udział w każdym zdjęciu. Jest on uważany za gatunek wyróżniający zespół *Leucobryo-Pinetum*. Miejscami występuje facjalnie i kształtuje fizjonomię runa omawianego syntaksonu. Następnym najczęściej panującym gatunkiem jest borówka brusznica *Vaccinium vitis-idaea*, której towarzyszy także borówka czarna *V. Myrtillus*, zajmująca niekiedy ponad połowę powierzchni badanego płatu. Natomiast udział wrzosu zwyczajnego *Calluna vulgaris* jest mniejszy. Z gatunków charakterystycznych dla klasy *Vaccinio-Piceetea* wymienić można: *Moneses uniflora* i *Orthilia secunda*. Obok gatunków borowych występują tu także rośliny należące do klasy *Sedo-Scleranthetea*, a będące naturalnym składnikiem muraw psammofilnych. Są to: *Cardaminopsis arenosa*, *Hieracium pilosella*, *Rumex acetosella* oraz *Koeleria glauca*. Pokrycie warstwy mszystej waha się od 5–15%. Mchy w poszczególnych płatach rozmieszczone są nieregularnie. Występują zarówno gatunki borowe jak i murawowe. Do roślin borowych należą: *Pleurozium schreberi*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum juniperinum*, natomiast z taksonów należących do muraw wymienić można *Ceratodon purpureus* i *Rhacomitrium canescens*. Analizowany zespół jest florystycznie uboższy w stosunku do terenów przyległych (Wika, 1983). Płaty omawianego zespołu występują na piaszczystym terenie płaskim lub nieco pagórkowatym, związanym z glebami bielcowymi i inicjalnymi.

Gleby bielcowe rozwijają się nad glebami kopalnymi (pogrzebanymi) i szczególnie występują w południowej części transektu „Przełom” oraz na wałach wydmych w pobliżu rzeki Białej. Poziom ściółki leśnej (O) składa się głównie z rozkładających się igieł sosnowych, a granica pomiędzy ściółką i poziomem próchnicznym jest wyraźna i ostra. Warstwy ściółki leżą luźno, bezpośrednio na mineralnej glebie. Jest to związana z brakiem mikroorganizmów doprowadzających do mieszania się komponentów mineralnych i organicznych (Motyka, 1962). Miąższość warstwy próchnicznej dochodzi do kilku centymetrów, a jej odczyn jest kwaśny i mieści się w zakresie od 5.2–5.8 pH. Profil glebowy jest zróżnicowany i zaznaczający się wyraźnie poziomem akumulacji próchnicy (A), wymycia (E) oraz wmycia (B), a niekiedy również warstwą orsztynu powstającą wskutek połączenia się związków żelaza z kwaśną próchnicą. Tworzy się w ten sposób warstwa tak twarda, że przypomina cement. Gleby te są typowe dla zespołów borowych.

Występujące miejscami na badanym obszarze gleby kopalne zachowały całą swą strukturę, a w niektórych profilach mają charakter gleb ogłowionych – ich poziom próchniczny został całkowicie usunięty w wyniku procesów deflacji aż do warstwy orsztynu.

Gleby początkowego etapu rozwojowego charakteryzują się budową profilową A-C. W profilach o bardziej zaawansowanych procesach glebotwórczych zauważa się słabe ślady bielicowania.

Cladonio-Pinetum – śródłądowy bór suchy

Platy tego zespołu występują na badanym obszarze najczęściej na wzniesieniach oraz na wałach wydmych ciągnących się wzdłuż Doliny Białej Przemszy. Zespół ten stwierdzono tylko w transekcji „Centuria”. Bór ten ma charakter naturalny; drzewostan złożony jest przeważnie z niskich sosen o niewielkich przyrostach rocznych. Po przeanalizowaniu znalezionej kłody pod kątem jej rocznych przyrostów okazało się, że pień ten o średnicy 20 cm ma aż 120 lat i charakteryzuje się zbitymi przyrostami rocznymi. Dzięki temu drewno ma większą wartość energetyczną i z tego względu było uważane za dobry surowiec energetyczny dla celów hutniczych. W ten sposób można tłumaczyć przyczynę wielkiej skali wylesienia obszaru (likwidacja borów).

Cladonio-Pinetum cechuje się specyficzną budową drzewostanu; gatunkiem dominującym jest sosna. Charakteryzuje ją specyficzny pokrój – nisko osadzone, silnie gałęziste korony są pochylone zgodnie z panującymi wiatrami. Pokrycie warstwy drzew zwykle wynosi 50–70% (tab. 7). Warstwa b jest słabo wykształcona; występuje w niej zwykle sosna, pojedynczo brzoza brodawkowata i jałowiec pospolity. W runie obok gatunków borowych znaczny udział mają także rośliny murawowe. Występowanie gatunków z klasy *Sedo-Scleranthetea* nie jest przypadkowe, ponieważ jest to jedno ze stadiów sukcesji naturalnej od murawy szczotlichowej do boru chrobotkowego. Trawy najczęściej reprezentowane są przez *Deschampsia flexuosa*.

Tabela 7 *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927

Table 7 *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927

Numer kolejny zdjęć	1	2	3	4
Numer zdjęcia w terenie	1	37		77
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	50	80	50	100
Data	28.06	28.07	2.09	12.08
Miejscowość	Transekt „Centuria”			
Pokrycie warstwy drzew a w [%]	70	50	50	60
Pokrycie warstwy krzewów b w [%]	5	-	-	-
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	50	60	40	50
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	20	20	30	20
Liczba gat. w zdjęciu	27	34	23	21
ChAss <i>Cladonio-Pinetum</i>				
<i>Cladina arbuscula</i> d	+ 2	2.2	2.3	1.3
<i>Cladonia gracilis</i>	+ 2	1.3	+ 2	1.2
<i>Cladonia furcata</i>	+ 2	1.2	+ 2	
Ch <i>Dicrano-Pinion</i>				
<i>Pinus sylvestris</i> a	3.3	3.3	4.4	3.3
<i>Pinus sylvestris</i> b	1.1			+
<i>Pinus sylvestris</i> c	+	+	+	+
<i>Chimaphila umbellata</i>	+	1.1	+	
<i>Pyrola chlorantha</i>	+	+		+
ChCl. <i>Vaccinio-Piceetea</i>				
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> c	+ 3	+ 2	1.1	+
<i>Orthilia secunda</i>	+	+		
<i>Pyrola minor</i>		+		+

Gatunki towarzyszące				
<i>Betula pendula</i> b	+			
<i>Betula pendula</i> c		+		
<i>Juniperus communis</i> b	+	+		
<i>Juniperus communis</i> c		+	+	
<i>Festuca psammophila</i>	+ 2	12	+	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	11	11	22	22
<i>Hieracium pilosella</i>	11	22	11	+
<i>Rumex acetosella</i>	11	12	+	+
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	+	+	+	+
<i>Koeleria glauca</i>	22	11	+	11
<i>Hieracium lachenalii</i>		+	+	
<i>Bryum capillare</i> d	12	+ 2	+ 2	
<i>Ceratodon purpureus</i>	13	12	33	23
<i>Polytrichum piliferum</i>	11	11		11
<i>Pleurozium schreberi</i>	11	12	22	+ 2
<i>Cladina mitis</i>	+ 2	13	13	+ 2
<i>Cladonia uncialis</i>	+ 2	12		12
<i>Coelocaulon aculeatum</i>	22	12	+	22

Gatunki sporadyczne

Achillea millefolium 4, *Calamagrostis epigejos* 1,2, *Carlina acualis* 3; *Viburnum opulus* c 3; *Corynephorus canescens* 2, *Elymus arenarius* 1; *Frangula alnus* b 3; *Jasione montana* 2, *Herniaria glabra* 2; *Quercus robur* c 3; *Q. rubra* c 2,4; *Salix arenaria* 2 (1,2); *Sorbus aucuparia* c 2; *Scleranthus perennis* 4; *Thymus serpyllum* 1 (1,2); *Polytrichum juniperinum* d 1; *Cladonia chlorophaea* d 4.

Warstwa mchów i porostów zajmuje 20–30% powierzchni. W omawianym zespole mchy reprezentowane są przez: *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum* oraz *Pleurozium schreberi*, tworzące kożuch bezpośrednio pod okapem sosny. Z porostów stwierdzono: *Coelocaulon aculeatum*, *Cladina mitis*, *Peltigera rufescens* oraz znaczny udział gatunków z rodzaju *Cladonia*. Taksony charakterystyczne dla tego zespołu to: *Cladina arbuscula*, *Cladonia gracilis* i *Cl. furcata*.

Gleby, na których wykształca się omawiane zbiorowisko, są słabo i bardzo rzadko średnio zbielcowane. Miąższość poziomu próchnicznego jest niewielka w porównaniu z borem świeżym, a jego odczyn waha się w zakresie 5.6–6.1 pH. Poziom ten ze względu na dużą przepuszczalność podłoża jest mniej kwaśny niż w *Leucobryo-Pinetum*. Siedlisko zajmowane przez ten zespół ma charakter skrajnie oligotroficzny.

Charakterystyka zespołów nieleśnych

Caricetum gracilis – zespół turzycy zaostrojonej

Zespół ten rozwija się w dolinie Białej Przemyszy na eutroficznych siedliskach silnie podmokłych (transekty: „Źródło Białe”, „Między Bunkrami”) i zajmuje niewielkie powierzchnie. Eutroficzne mokre łąki turzycowe znajdują się na terenach zalewowych i okresowo podtapianych. Po katastrofalnych deszczach, które wystąpiły w lipcu 1997 roku, łąka ta całkowicie została zalana w wyniku podniesienia się poziomu wód w dolinie.

Caricetum gracilis jest zbiorowiskiem zastępczym najżyźniejszych postaci olsu *Ribo-Alnetum* i według *Matuszkiewicza* (1981) większość tych fitocenoz ma charakter antropogeniczny. Dominującym oraz budującym gatunkiem tego zespołu jest *Carex gracilis* zajmujący całą powierzchnię płatu. Liczba gatunków w zdjęciu waha się od 12–16, a pokrycie warstwy zielonej jest pełne i wynosi 100% (tab. 8). W klasie *Phragmitetea* występuje niewiele gatunków, z których *Phalaris arundinacea* i *Peucedanum palustre* mają minimalne pokrycie. Podobna sytuacja dotyczy gatunków z klasy *Molinio-Arthenatheretea*. Mchy reprezentowane są przez

dwa gatunki – *Brachythecium rutabulum* występujący częściej i *Plagiomnium ellipticum*, który występuje w jednym przypadku.

Tabela 8 *Caricetum gracilis* (Graebn et Hueck 1931) R Tx 1937

Table 8 *Caricetum gracilis* (Graebn et Hueck 1931) R Tx 1937

Numer kolejny zdjęć	1	2	3
Numer zdjęcia w terenie	6	13	4
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	20	20	20
Data	18 07	12 08	8 07
Miejscowość	Transekt „Miedzy Bunkrami”		Transekt „Źródłiska Białej”
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	100	100	100
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	1	5	1
Liczba gat. w zdjęciu	13	16	12
ChAss <i>Caricetum gracilis</i>			
<i>Carex gracilis</i> c	5.5	5.5	5.5
ChCl. <i>Phragmitetea</i>			
<i>Peucedanum palustre</i> c		+	1.1
<i>Phalaris arundinacea</i>	1.1	1.2	
<i>Phragmites australis</i>		+	+
<i>Scutellaria galericulata</i>	+	+	
ChCl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>			
<i>Lysimachia vulgaris</i> c	+	1.1	1.1
<i>Achillea millefolium</i>	+	+	+
<i>Dactylis glomerata</i>		+	1.2
<i>Lotus uliginosus</i>	+		+
<i>Ranunculus acris</i>	+	+	
Gatunki towarzyszące			
<i>Galium mollugo</i> c	+	+2	+
<i>Galeopsis tetrahit</i>		+	1.1
<i>Equisetum arvense</i>	1.1		+
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	
<i>Vicia villosa</i>		+	+
<i>Brachythecium rutabulum</i> d	1.2	+3	1.3
Gatunki sporadyczne. <i>Aegopodium podagraria</i> 1; <i>Mentha arvensis</i> 2; <i>Vicia cracca</i> 1; <i>Plagiomnium ellipticum</i> d 2(1.3).			

Turzyca zaostrzona w niektórych regionach Polski ma znaczenie gospodarcze, a w zależności od terminu pokosu przeznaczana się ją na siano lub ściółkę (Borysiak, 1994). Z badań Zawadzkiej (1953) wynika, że wartość odżywcza turzycowej roślinności bagiennej pod względem zawartości witamin jest wyższa aniżeli roślinności łąkowej. Dla potrzeb niniejszej pracy niezwykle cenną informacją uzyskaną w drodze wywiadu jest fakt, iż mieszkańcy gminy Klucze posiadali na badanym obszarze łąki okresowo wykaszane i wypasane do czasu skażenia doliny ściekami posulfitowymi, co istotnie modyfikowało przebieg procesów zarostania

Phragmitetum communis – szuwar trzcinowy

Szuwar trzcinowy ma zwykle charakter jednogatunkowego skupienia ze zdecydowanie dominującą trawą *Phragmites australis*. Stwierdzono także płaty tego zespołu z udziałem innych roślin bagiennych o podobnych wymaganiach w stosunku do siedliska nadwodnego. W badanych płatach pokrycie warstwy zielnej jest pełne.

a liczba gatunków w poszczególnych zdjęciach jest zmienna i waha się od 6–17. Warstwa mszaków jest znikoma, a więc nie odgrywa znaczącej roli. Tylko w przypadku dwóch płatów stwierdzono występowanie *Brachythecium rutabulum* i *Pohlia nutans*.

Phragmitetum communis występuje w następujących transektach: „Przełom” i „Źródło Białej”. Z przeglądu literatury (m.in. *Haslam*, 1972; *Matuszkiewicz*, 1981) wynika, że zespół ten charakteryzuje się szeroką amplitudą ekologiczną oraz olbrzymią ekspansywnością i zajmuje duże powierzchnie oraz produkuje dużą ilość fitomasy. Płaty tego zespołu różnią się pod względem florystycznym i stopniem uwilgotnienia podłoża. Zajmuje on wilgotne siedliska lub tereny częściowo stagnujących wód, nie tolerując bardziej dynamicznego środowiska wodnego (*Lambert*, 1946). Lepiej rozwija się na dnie twardym niż na podłożu miękkim (*Bernatowicz*, *Wolny*, 1974). Warunki siedliskowe zespołu są zróżnicowane. Zawartość substancji organicznej waha się od 1–97% (*Hürlimann*, 1951; *Misra* 1938), a odczyn (pH) podłoża mieści się w szerokim zakresie – od 3.6 (*Bittmann*, 1953) do 8.6 (*Chapman*, 1960), przy czym najkorzystniejsze warunki rozwoju dostrzega się przy 5.5–7.5 pH (*Gorham*, *Pearsall*, 1956, *Matyuk*, 1960). Na badanym obszarze odczyn podłoża średnio wynosi 6.7 pH.

W omawianym zespole występują również rośliny z innych klas. Klasa *Phragmitetea* reprezentowana jest przez *Scutellaria galericulata*, *Equisetum fluviatile*, *Phalaris arundinacea*, *Poa palustris* oraz cztery gatunki występujące sporadycznie. Z kolei rośliny z klasy *Molinio-Arrhennatheretea* (tab. 9) rozwijające się na siedliskach wilgotnych i okresowo zalewanych cechują się wysokimi stopniami stałości, a z klasy *Artemisietea* występują *Urtica dioica* i *Eupatorium cannabinum*, które osiągają stosunkowo wysokie stopnie stałości (IV i III). Pokrzywa zwyczajna *Urtica dioica* w dolinie Białej Przemszy jest bardzo częstym elementem towarzyszącym *Phragmites australis*. Jej obecność jest dobrym bio wskaźnikiem, świadczącym o wysokiej nitrofilności podłoża (*Greig-Smith*, 1948), co potwierdza oparte na wynikach badań i obserwacji spostrzeżenie *Olsena* (1921) o azocie, który jest czynnikiem kontrolującym występowanie *Urtica dioica*. Podwyższoną zawartość substancji biogennych na badanym obszarze potwierdzają dane uzyskane w drodze wywiadu, z których wynika, że rzeka Biała Przemsza w latach 1970. była cuchnącym ściekiem z powodu zrzucanych od 1930 roku ługów posulfitowych z pobliskich Zakładów Papierniczych w Kluczach. Okresowe wezbrania zwiększały dostawę materii organicznej na obszar zalewowy, sprzyjając rozwojowi przytoczonych gatunków. Żyżność spowodowana jest więc wymuszona antropogenicznie obecnością związków organicznych.

Tabela 9. *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939

Table 9. *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939

Numer kolejny zdjęć	1	2	3	4	5	6	7	S
Numer zdjęcia w terenie	12	33	15	17	8	34	14	T
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	20	20	20	20	20	20	20	A
Data	28.06	8.07	15.06	12.08	09.09	27.07	03.06	Ł
Miejscowość	TP	TP	TP	TŻB	TP	TŻB	TŻB	O
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	100	100	100	100	100	100	100	Ś
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	-	-	-	15	-	-	-	Ć
Liczba gat. w zdjęciu	17	10	11	9	8	12	6	
I. ChAss. <i>Phragmitetum communis</i> + Cl. <i>Phragmitetea</i>								
<i>Phragmites australis</i> c	5.5	5.5	5.5	5.5	4.4	4.4	5.5	V
<i>Scutellaria galericulata</i>	+					+	1.1	III
<i>Equisetum fluviatile</i>					1.1	+	+	III
<i>Phalaris arundinacea</i>		1.1			+			II
<i>Poa palustris</i>					1.2	1.2		II
II. ChCl <i>Molinio-Arrhennatheretea</i>								
<i>Cirsium oleraceum</i> c		+	+	1.1	1.1	+		IV
<i>Lysimachia vulgaris</i>		1.1	1.1				+	III
<i>Geranium palustre</i>	1.1			+				II
<i>Filipendula ulmaria</i>	1.1		1.2					II

<i>Cirsium palustre</i>				11		+		II
ChC1. <i>Artemisietea</i>								
<i>Urtica dioica</i> c	22	22	11	11		+		IV
<i>Eupatorium cannabinum</i>	11	+	+				12	III
III. Gatunki towarzyszące								
<i>Galium aparine</i> c	+	12	11		+			III
<i>Galeopsis tetrahit</i>		11		+				II
<i>Solanum dulcamara</i>	22			12				II
<i>Lycopus europaeus</i>	+					11		II
Gatunki sporadyczne: I <i>Carex acutiformis</i> 4, <i>Carex paniculata</i> 1, <i>Galium palustre</i> 3, <i>Peucedanum palustre</i> 6; II <i>Angelica sylvestris</i> 1(1 2), <i>Juncus conglomeratus</i> 2, <i>Lythrum salicaria</i> 6(1 1); <i>Poa pratensis</i> 3, <i>Vicia cracca</i> 5; III <i>Aegopodium podagraria</i> 1(1 1); <i>Carex canescens</i> 2, <i>Chaerophyllum aromaticum</i> 7, <i>Ch. hirsutum</i> 6; <i>Cirsium arvense</i> 4, <i>Dryopteris filix-mas</i> 2, <i>Humulus lupulus</i> 5, <i>Impatiens noli-tangere</i> 6, <i>Rubus idaeus</i> 3; <i>Valeriana sambucifolia</i> 1, <i>Brachythecium rutabulum</i> d 3(2 3); <i>Pohlia nutans</i> d 6(1.2).								

Objaśnienia: TP – transekt „Przełom”; TZB – transekt „Źródliśko Białe”

Omawiany zespół ma wartość gospodarczą – stanowi cenny materiał dla budownictwa, a zarazem jest podstawowym pokarmem dla bydła (np. w Tadczykistanie). W związku z szybkim rozwojem i wysoką produktywnością biologiczną zbiorowisko to odgrywa znaczącą rolę w procesach zarastania naturalnych jak i sztucznych zbiorników wodnych. W sukcesji roślinnej fitocenozy te nie ustępują żadnym zbiorowiskom ze związku *Phragmition* (Matuszkiewicz, 1981).

Typhetum latifoliae – szuwar szerokopalkowy

Występowanie zespołu szuwaru szerokopalkowego w dolinie Białej Przemszy stwierdzono w transekcje „Źródliśka Białej”. Zajmuje on niewielkie powierzchnie (2.5 ara) i jest zespołem o wybitnych cechach agregacji roślinnej. Gatunkiem dominującym – charakterystycznym i nadającym specyficzną fizjonomię płatom zespołu – jest *Typha latifolia*. Palka szerokolistna osiąga wysokość 2.5 metra. Rośnie w żyznych wodach stojących o mulistym dnie, zajmując 70–90% powierzchni badanych płątów. Wymaga bardziej eutroficznego podłoża niż palka wąskolistna *Typha angustifolia* (Bemartowicz, Wolny, 1974). Obok palki szerokolistnej z klasy *Phragmitetaea* występują tu także: *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*, *Lysimachia thyrsoiflora* oraz *Carex paniculata*. Z gatunków towarzyszących odnotowano pięć taksonów. Do najczęściej stwierdzonych należy zaliczyć: *Urtica dioica* i *Galium aparine* (tab. 10).

Tabela 10. *Typhetum latifoliae* Soó 1927

Table 10. *Typhetum latifoliae* Soó 1927

Numer kolejny zdjęć	1	2	3
Numer zdjęcia w terenie	26	37	57
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	20	20	20
Data	8 06	28 06	12 08
Miejscowość	Transekt „Źródliśko Białe”		
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	90	90	70
Pokrycie warstwy mszyskiej d w [%]	-	-	-
Liczba gat. w zdjęciu	10	8	11
ChC1. <i>Phragmitetea</i>			
<i>Typha latifolia</i> c	5.5	5.5	4.4
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1.1	+	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	+	+	+

<i>Phragmites australis</i>	-		*
<i>Carex paniculata</i>	12		
Gatunki towarzyszące			
<i>Urtica dioica</i> c	11	22	11
<i>Galium aparine</i>		23	12
<i>Lysimachia vulgaris</i>	*		12
<i>Polygonum amphibium</i>	*	11	
Gatunki sporadyczne			
<i>Calystegia sepium</i> 2 <i>Lemna minor</i> 3(1 1), <i>Lysimachia thyrsoiflora</i> 1.3, <i>Lythrum salicaria</i> 1, <i>Myosotis palustris</i> 2, <i>Rumex hydrolapathum</i> 3, <i>Potamogeton natans</i> 3.			

Do gatunków występujących sporadycznie w tym zespole należy zaliczyć pływającą na powierzchni wody – wśród grubych obłych łodyg palki szerokolistej – rzesę wodną. W badanych płatach nie stwierdzono warstwy mszystej, a ich podłoże charakteryzuje się eutrofizmem porównywalnym z siedliskiem szuwaru trzcinowego.

Phalaridetum arundinaceae – szuwar mozgowy

Szuwar mozgowy występuje w transektach: „Centuria”, „Źródliko Białej” oraz „Między Bunkrami”. Dominującym gatunkiem we wszystkich badanych płatach jest *Phalaris arundinacea* – charakterystyczny dla tego zbiorowiska. Towarzyszy mu jedyny gatunek z klasy *Phragmitetea* – *Peucedanum palustre*. Równie często obserwowane były gatunki z klasy *Artemisietaea*: *Eupatorium cannabinum* i *Urtica dioica*, które – jak podaje Motyka (1962) – wskazują na zasobność podłoża w azot. Mszaki stwierdzono tylko w zdjęciu 1, 2 i 3. Są one reprezentowane przez *Brachycthemium rutabulum* i *Plagiomnium ellipticum*.

Zbiorowisko to na badanym obszarze wykształca się głównie na powierzchniach teras zalewowych, a świadczy o tym znaczny udział gatunków z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (tab. 11).

Tabela 11 *Phalaridetum arundinacea* (Koch 1926 n n) Libb 1933

Table 11 *Phalaridetum arundinacea* (Koch 1926 n n) Libb 1933

Numer kolejny zdjęć	1	2	3	4	5	6	7	S
Numer zdjęcia w terenie	37	11	38	34	13	47	4	T
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	20	20	20	20	20	20	20	A
Data	12 08	8 06	9 09	3 08	8 06	12 08	7 07	Ł
Miejscowość	TC	TMB	TMB	TMB	TŻB	TŻB	TŻB	O
Pokrycie warstwy zielonej d w [%]	100	100	100	100	100	100	100	S
Pokrycie warstwy mszystej c w [%]	-	50	20	-	-	-	-	Ć
Liczba gat. w zdjęciu	10	17	9	11	12	6	6	
Ch.Ass. <i>Phalaridetum arundinacea</i>								
<i>Phalaris arundinacea</i> c	33	33	44	44	44	55	5,5	V
I. Ch.Cl. <i>Phragmitetea</i>								
<i>Peucedanum palustre</i> c		12		+2	11	12	+	III
II. ChCl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>								
<i>Angelica sylvestris</i> c		11			12	*	*	III
<i>Cirsium oleraceum</i>	11	22	+	+				III
<i>Scirpus sylvaticus</i>		12		12	+			III
<i>Lysimachia vulgaris</i>			11	+	+	12		III
<i>Lythrum salicaria</i>	12	+2						II
<i>Cirsium palustre</i>	*	11						II
<i>Lotus uliginosus</i>	11				+			II

ChCI <i>Artemisietea</i>								
<i>Urtica dioica</i> c	11	22			22	11	*	IV
<i>Eupatorium cannabinum</i>	*	11			12	*		III
III Gatunki towarzyszące								
<i>Galium aparine</i> c	11	*	*		12			III
<i>Galeopsis tetrahit</i>					11	*		II
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>		+2		*				II
<i>Valeriana sambucifolia</i>		+	*					II
<i>Brachythecium rutabulum</i> d	13	23						II
<i>Plagiomnium ellipticum</i>		33	23					II
Gatunki sporadyczne								
I <i>Anthriscus sylvestris</i> 2, <i>Carex acutiformis</i> 3, <i>C. gracilis</i> 5, <i>Heracleum sphondylium</i> 2 (1, 2), <i>Iris pseudacorus</i> 3, <i>Phragmites australis</i> 4, <i>Scutellaria galericulata</i> 1, II <i>Caltha palustris</i> 7, <i>Cirsium rivulare</i> 4, <i>Equisetum palustre</i> 5, III <i>Aegopodium podagraria</i> 2 (1, 1), <i>Calystegia sepium</i> 4 (1, 1), <i>Geum urbanum</i> 3, <i>Padus avium</i> c 7, <i>Polygonum amphibium</i> 4 (1, 1).								

Objasnienia: TP – transekt „Przełom”, TZB – transekt „Źródło Białe”, Transekt „Między Bunkrami” – TMB

Mimo że jest to zbiorowisko o szerokiej amplitudzie ekologicznej, do pełnego rozwoju wymaga jednak siedlisk wybitnie eutroficznych o łęgowym procesie glebotwórczym, a także okresowym (wiosennym) zalewie wód płynących. *Phaladetum arundinaceae* występuje na mdach nadrzecznych, a także na glebach mułowo-torfowych. Często podłoże, na którym spotykane są płaty tego zespołu, bogate jest w węgiel wapnia (Matuszkiewicz, 1981). Przesuszenie terenu przez niewłaściwe melioracje jest szczególnie szkodliwe dla tego zbiorowiska (Nowiński, 1967).

***Spergulo morisonii-Corynephorum canescens* subass. *cladinetosum mitis* – murawa szczotlichowa, podzespół chrobotkowy**

Na badanych płatach (transekty: „Centuria”, „Źródło Białe”, „Między Bunkrami”) stwierdzono murawę szczotlichową w podzespole chrobotkowym. Zajmuje ona powierzchnie płaskie lub lekko nachylone i jest częstym podzespolem na badanym obszarze. Roślinność zielna nigdy nie osiąga pełnego zwarcia, pokrywając 50–80% powierzchni płatu. Gatunkiem budującym ten syntakson jest *Corynephorus canescens* charakterystyczny zarazem dla związku *Corynephorion*. Między jego kępkami znaczny udział mają inne gatunki z klasy *Sedo-Scleranthetea* – *Koeleria glauca*, *Rumex acetosella*, *Cerastium semidecandrum* i *Hieracium pilosella* i inne (tab. 12). Liczba gatunków w poszczególnych zdjęciach jest zróżnicowana i waha się od 7 do 18. Zbiorowiska szczotlichowe, obecnie występujące w Europie, swoją egzystencję zawdzięczają działalności antropogenicznej (Berger-Landefeldt, Sukopp 1965; Czyżewska, Olaczek, 1983; Olaczek, 1986).

Warstwa mszysto-porostowa jest różnie wykształcona. Pokrycie jej wynosi od 10 do 30% powierzchni badanych płatów. Mszaki są reprezentowane przez *Polytrichum piliferum*, *Rhacomitrium canescens* i *Ceratodon purpureus* – są to gatunki rosnące zawsze w nasłonecznionych miejscach, dobrze przystosowane do życia w warunkach skrajnie kserycznych. W omawianym zbiorowisku główną rolę odgrywają porosty, odróżniając je od podzespołu typowego *Spergulo morisonii-Corynephorum* subass. *typicum*. Ze względu na znaczny udział gatunków ze związku *Corynephorion* oraz gatunków porostów wyróżniających chrobotkowy podzespół w obrębie zespołu ze szczotlichą siwą, przynależność do omawianego zbiorowiska jest oczywista. Gatunki porostów zaliczanych do wyróżniających subass. *cladinetosum mitis* stanowią: *Cladina mitis*, *Coelocaulon aculeatum*, *Cladonia uncialis* i *Cl. cervicornis* ssp. *verticillata*. W badanych płatach przeważają gatunki zarodnikowe nad kwiatowymi, co jest prawidłowością dla tego podzespołu (Nowiński, 1967; Zielińska, 1967; Cieśliński, 1979; Krotoska, Tobolewski, 1979/1980; Czyżewska, 1986).

W omawianym zbiorowisku na uwagę zasługuje naziemny kserofilny glon z rodzaju *Tribonema*, występujący w lukach pomiędzy kępkami roślin oraz na całych powierzchniach pól deflacyjnych pozbawionych roślinności, gdzie szczególnie wiosną tworzy tzw. plisń glonową. Glon ten w podobnym zbiorowisku został też stwierdzony przez Zielińską (1967) w Puszczy Kampinoskiej. Nie ma natomiast żadnych informacji o jego obecności na powierzchniach deflacyjnych na innych terenach.

Tabela 12 *Festuco-Koelerietum glaucae* (Volk 1931) Klika 1931Table 12 *Festuco-Koelerietum glaucae* (Volk 1931) Klika 1931

Numer kolejny zdjęcia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	S
Numer zdjęcia w terenie	8	9	10	3	19	11	2	22	12	1	29	14	13	5	10	T
Data	12.06	12.06	25.05	25.05	25.05	25.05	25.05	23.07	22.06	22.06	20.07	26.08	26.07	23.06	4.06	A
Miejscowość	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC	T2B	T2B	T2B	TC	T2B	T2B	TC	TC	L
Powerchni zdjęcia w [m ²]	4	15	15	12	20	4	10	10	10	10	15	10	10	5	8	O
Pokrycie warstwy zelnej c w [%]	60	60	80	20	70	70	70	80	70	70	60	60	60	60	60	S
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	30	10	25	25	20	5	20	30	5	10	30	20	10			c
Liczba gat. w zdjęciu	12	13	12	13	15	8	13	13	10	11	13	16	6	6	6	
ChAss All Festuco-Koelerietum glaucae+ Koelerion glaucae																
<i>Koeleria glauca</i>	3.3	3.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	3.3	3.3	3.3	2.2	2.2	V
<i>Festuca psammophila</i>	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	3.3	+	+								III
I.ChCI Sedo-Scleranthetea																
<i>Corynephorus canescens</i>		+	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	+				+2	1.1	+	1.1	IV
<i>Hieracium pilosella</i>	+	+	1.1				1.1		1.2	1.1	+	+			+	III
<i>Rumex acetosella</i>		+			+	+		+		+	1.1	1.1		+		III
<i>Cerastium semidecandrum</i>		+	+								1.1	+	+			II
<i>Jasione montana</i>			+							+	+	+			+	II
<i>Polytrichum piliferum</i> d	1.2	+2	2.2	2.2	1.1	1.2	1.1			1.1	3.3	1.2	1.1			IV
<i>Ceratodon purpureus</i>	+2				+2		1.3			1.2			1.1			II
<i>Coelocaulon aculeatum</i>		2.2	1.2	2.2			1.3								1.2	II
II. Gatunki towarzyszące																
<i>Pinus sylvestris</i> b			1.1								+		1.1			I
<i>Pinus sylvestris</i> c		+	+	+	+					+	+	+	+			III
<i>Salix acutifolia</i> b		+		+	1.1	1.1				+	+	+	1.1			III
<i>Cardaminopsis arenosa</i> c	+	+	+	+		1.1				1.1		+				III
<i>Elymus arenarius</i>		+						+	+	+				+		II
<i>Herniaria glabra</i>	+				+				+	+		+	+			II
<i>Salix arenana</i>	+				1.2				1.2		+	+				II
<i>Cladonia cervicomis</i> ssp <i>verticillata</i> d	3.3		2.2		1.2		2.2	1.1								II
<i>Cladonia subulata</i>	2.2					1.2				2.3	1.2					II
<i>Cladonia phylophora</i>							+2	+2				1.2				II
<i>Cladonia glauca</i>		+2			2.2							2.2		1.1		II
<i>Cladonia cariosa</i>					1.2		+2					1.3		+1		II
<i>Diploschistes muscorum</i>				2.2			2.2	3.3	1.1							II
<i>Stereocaulon incrustatum</i>				1.2				1.3								I
Głony - Algae	1.1		1.1	2.2			2.2	3.3		2.2	2.2	+		1.1		IV
Gatunki sporadyczne: 1. <i>Scleranthus perennis</i> 4. <i>Sedum acre</i> 5. <i>Bryum capillare</i> d 8(1,3); <i>Racomitrium canescens</i> 8d (1,2) II. <i>Quercus robur</i> 8; <i>Q. rubra</i> 7. <i>Juniperus communis</i> 5. <i>Epipactis atrorubens</i> 15. <i>Taraxacum officinale</i> 5. <i>Polytrichum juniperinum</i> d 12; <i>Cladonia mitis</i> 4d (1,2); <i>Cladonia uncialis</i> 12d (1,2); <i>Cl. gracilis</i> 1; <i>Cl. chlorophaea</i> 4(2,2); <i>Stereocaulon condensatum</i> 5(1,3)																

Murawa szczotlichowa w podzespole chrobotkowym występuje na piaszczystych glebach początkowego stadium rozwoju. W miarę upływu czasu równoległe z rozwojem roślinności zachodzą procesy formowania się gleby. Piaszki luźne charakteryzujące się cienkim poziomem próchnicznym stopniowo wzbogacają się w składniki pokarmowe. Obecnie wykazują one odczyn słabo kwaśny (4.9–5.5 pH).

Na terenie Pustyni Błędowskiej występuje sporadycznie również podzespół typowy *Spergulo morisonii-Corynephorum* subass. *typicum*. Zasiada on małymi płatami miejsca słabo utwalone oraz podlegające ciągłemu wpływowi człowieka. Zbiorowisko ma charakter zubożały. Nie stwierdzono tu najważniejszego gatunku dla tego zespołu, jakim jest sporek wiosenny *Spergula morisonii*, który z reguły inicjuje sukcesję murawy szczotlichowej, a więc rozpoczyna proces zarastania i utwalania nagich piaszków. W zbiorowisku *Spergulo-Corynephorum*, które należy do typu roślinności pionierskiej, realizują się wszystkie cechy pionierskich układów roślinnych (Rychnovská–Soudková, 1961; Tüxen, 1962; Marshall, 1965, 1967; Symonides, 1974a, b, c, 1977, 1978a, b, 1979a, b; Wilkoń-Michalska, Symonides, 1974; Kornaś, Medwecka-Kornaś, 1986; Falińska, 1990; Czyżewska, 1992, 1997). Z geograficznego punktu widzenia zespół reprezentuje atlantycko-subatlantycki typ zasięgu, a niemal wszystkie jego gatunki charakterystyczne osiągają na ziemiach Polski wschodnią granicę swego występowania (Czeczottowa, 1928; Czyżewska 1992, 1997). W związku z tym, że omawiany podzespół nie występuje w transektach, zaniechano wykonania zdjęcia fitosocjologicznego.

Origano-Brachypodietum – kserotermiczne zbiorowisko ziółoroślowe-murawowe

Zespół ten, należący do klasy *Festuco-Brometea* i występujący na powierzchniach o nachyleniu 15–30°, stwierdzono na transekcie „Między Bunkrami”, tj. w południowo-wschodniej części obszaru badań (zbocze Góry Jalcowej). Są to miejsca otwarte i dobrze nasłonecznione o suchych i stromych zboczach, które są silnie wydeptywane oraz prowadzony jest tu wypas kóz. Powierzchnię podłoża stanowią wychodnie jurajskich skał wapiennych, na których wykształcają się płytkie rędziny.

W omawianym zbiorowisku pokrycie warstwy zielnej jest pełne (100%) we wszystkich zdjęciach fitosocjologicznych. Z gatunków wyróżniających dla zespołu stwierdzono następujące taksony: *Agrimonia eupatorium*, *Organum vulgare* i *Coronilla varia*. Licznie reprezentowane są gatunki charakterystyczne dla klasy *Festuco-Brometea*. Wysoki współczynnik pokrycia cechuje kłosowicę pierzastą *Brachypodium pinnatum*, dzwonek skupiony *Campanula glomerata* i krwiścią mniejszą *Sanguisorbia minor* i inne. Gatunki charakterystyczne dla związku są mniej liczne, a dużym udziałem charakteryzują się również rośliny z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Liczba gatunków w 1 zdjęciu jest tu wyjątkowo duża (średnio 37 gatunków – por. tab. 13).

Tabela 13. *Origano-Brachypodietum* Medw.-Korn. et Kornaś 1963

Table 13. *Origano-Brachypodietum* Medw.-Korn. et Kornaś 1963

Numer kolejny zdjęcia	1	2	3
Numer zdjęcia w terenie	43	42	44
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	15	10	10
Nachylenie	15°	15°	30°
Ekspozycja	S	S	S
Data	3.08	3.08	3.08
Miejscowość	Transekt „Między Bunkrami”		
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	100	100	100
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	-	-	-
Liczba gat. w zdjęciu	41	36	35
D.Ass. <i>Origano-Brachypodietum</i>			
<i>Brachypodium pinnatum</i>	3.3	3.3	2.2
<i>Organum vulgare</i>	3.3	1.1	2.2
<i>Agrimonia eupatoria</i>	1.1	1.1	1.1
<i>Coronilla varia</i>		+	+

Ch.All <i>Cirsio-Brachypodium pinnati</i>			
<i>Asperula tinctoria</i>	1 1	1 1	1 1
<i>Veronica austriaca</i>	1 1	+	+
ChCI Festuco-Brometea			
<i>Campanula glomerata</i>	1.1	1 1	2 2
<i>Centaurea stoebe</i>	+	+	+
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+	+	1 1
<i>Plantago media</i>	+	+	+
<i>Sanguisorba minor</i>	1.1	1.1	2.2
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	+	+	+
<i>Stachys recta</i>	1 1	+	+
<i>Salvia verticillata</i>	1 1		+
Ch.CI Molinio- Arrhenatheretea			
<i>Achillea millefolium</i>	1 1	1 1	1 1
<i>Centaurea jacea</i>	1 1	1 1	1 1
<i>Vicia cracca</i>	1 1	1 1	1 1
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	+	+	+
<i>Leontodon hispidus</i>	+	+	
Gatunki towarzyszące			
<i>Betonica officinalis</i>	+	1.1	+
<i>Carlina acaulis</i>	1.1	1.1	1.1
<i>Cratogeomys monogyna</i>	+	+	+
<i>Galium verum</i>	+	+	
<i>Hypericum maculatum</i>	1.1	+	
<i>Knautia arvensis</i>	+	+	1.1
<i>Medicago falcata</i>	+	1.1	1.1
<i>Nepeta cataria</i>	+	+	1.2
<i>Pastinaca sativa</i>	+	1.1	1.1
<i>Peucedanum cervaria</i>	+	+	
<i>Rosa canina</i>	1.2	+	+
<i>Silene vulgaris</i>		+	+
<i>Thymus pulegioides</i>	1.3	+	2.2
Gatunki sporadyczne: <i>Allium vineale</i> 1; <i>Anthericum ramosum</i> 1(1 1); <i>Anthyllis vulneraria</i> 1; <i>Briza media</i> 1; <i>Convolvulus arvensis</i> 1; <i>Galium verum</i> 1; <i>Fragaria viridis</i> 1(1 1); <i>Festuca ovina</i> 3; <i>Linum catharticum</i> 1; <i>Lilium martagon</i> 2; <i>Picris hieracioides</i> 3; <i>Primula veris</i> 1(1 1); <i>Trifolium medium</i> 3; <i>Thymus serpyllum</i> 2; <i>Vicia villosa</i> 3; <i>Viola hirta</i> 1; <i>Vincetoxicum hirundinaria</i> 2; <i>Leucanthemum vulgare</i> 1 (1 1); <i>Dactylis glomerata</i> 3; <i>Daucus carota</i> 2; <i>Inula salicina</i> 3; <i>Plantago lanceolata</i> 3; <i>Poa pratensis</i> 2;			

Warto nadmienić, że w omawianej murawie występują interesujące gatunki podlegające ścisłej ochronie prawnej. Są to: lilia złotogłów *Lilium martagon* i dziewięcił bezłodygowy *Carlina acaulis*, którego obecność często odnotowywano również na piaskach pustyni oraz pierwosnek lekarski *Primula veris* - chroniony częściowo.

***Festuco-Koelerietum glaucae* – murawa strzęplicowa**

Murawa strzęplicowa należy do klasy *Sedo-Scleranthetea* i związku *Koelerion glaucae*, a jej obecność stwierdzono w transektach: „Centuria”, „Między Bunkrami” i „Źródliko Białe”. Murawa strzęplicowa ma charakter kontynentalny i składa się z wąskolistnych kseromorficznych traw, roślin rozetkowych i licznych kserofitów. Ze względu na swój zasięg zbiorowisko to podlega wpływom klimatu atlantyckiego jak i kontynentalnego (Brzeg, Rakowski, 1997). Na obszarze Pustyni Błędowskiej przypomina ono miejscami „step strzęplicowy”. Dominującym i decydującym o fizjonomii tego zespołu jest gatunek *Koeleria glauca* (tab. 14).

Tabela 14. *Spergulo morisoni-Corynephorum canescentis subass. cladinetosum mitis*

R Tx (1928) 1937 em. K. Czyżewska

Table 14. *Spergulo morisoni-Corynephorum canescentis subass. cladinetosum mitis*

R Tx (1928) 1937 em. K. Czyżewska

Numer kolejny zdjęcia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S
Numer zdjęcia w terenie	17	9	5	7	8	1	6	6	25	4	T
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	10	15	10	4	5	10	15	8	5	4	A
Data	25.05	25.06	27.06	20.06	23.05	26.07	25.05	26.08	15.06	25.05	L
Miejscowość	TC	TC	T2B	TC	TC	T2B	TC	T2B	TC	TC	O
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	50	65	75	60	60	60	60	80	50	70	S
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	20	25	15	30	35	30	30	20	20	10	C
Liczba gat. w zdjęciu	18	15	12	11	9	12	7	10	11	9	
D. subass. cladinetosum mitis											
<i>Coelocaulon aculeatum</i>	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.2	1.1		V
<i>Cladonia uncialis</i>	+	1.2	1.2	1.1	3.3	2.2	1.1	+ 2			IV
<i>Cladina mitis</i>	+	1.2	1.1	2.2	2.2						III
<i>Cladonia cervicornis ssp. verticillata</i>	2.2	+ 2								1.2	II
ChO Corynephoretaia +CHCI Sedo-Scleranthetea											
<i>Corynephorus canescens</i>	3.3	3.3	4.4	3.3	2.2	3.3	3.3	4.4	2.2	3.3	V
<i>Koeleria glauca</i>	+	+	1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1	+	2.2	V
<i>Rumex acetosella</i>	1.1	+	1.1	+		+	+	+	+		IV
<i>Cerastium semidecandrum</i>		+				1.1				+	II
<i>Hieracium pilosella</i>	+			1.1					+		II
<i>Ceratodon purpureus d</i>	2.2	+			1.1	+		1.2	+ 2	+	IV
<i>Polytrichum piliferum</i>	+		1.1		+			1.1	1.2	1.1	III
<i>Rhacomitrium canescens</i>	1.1	+			+				2.3		II
Gatunki towarzyszące											
<i>Pinus sylvestris</i>	+	+		+				+		+	III
<i>Quercus robur</i>				+				+			I
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	+	+	+			+	+			2.2	III
<i>Stereocaulon incrustatum d</i>	1.2				+				+	1.1	II
<i>Cladonia glauca</i>			2.2					+	+		II
<i>Cladonia phyllophora</i>			1.2	+ 2							I
<i>Stereocaulon condensatum</i>						+			1.2		I
Główn. - <i>Abies</i>	2.2	2.2	2.2								II
Gatunki sporadyczne: <i>Juniperus communis</i> c 2; <i>Salix acutifolia</i> b 3; <i>S. repens</i> 1; <i>Elymus arenarius</i> 1; <i>Euphrasia rostkoviana</i> 2; <i>Cladonia fimbriata</i> 6; <i>C. gracilis</i> 1; <i>C. canosa</i> 7; <i>C. chlorophaea</i> 4; <i>Diploschistes muscorum</i> 6; <i>Festuca psammophila</i> 6; <i>Brachythecium albicans</i> 4.											

Omawiane zbiorowisko porasta siedliska stosunkowo zasobniejsze w substancje organiczne w odniesieniu do podłoża murawy szczołlichowej. Siedliska te są suche. Odczyn poziomu akumulacji próchnicznej wynosi od 5,1 do 5,8 pH.

Badane zbiorowisko wykazuje strukturę dwuwarstwową (warstwa zielna, warstwa mszysto-porostowa). Warstwa zielna osiąga zwarcie 60–80% powierzchni badanych płatów przy zmiennej liczbie gatunków (6–16) w poszczególnych płatach. Taksonem panującym, jak już wspomniano, jest *Koeleria glauca*. Obok niej ze stosunkowo dużą stałością rosną także gatunki należące do klasy *Sedo-Scleranthetea*, które reprezentowane są przez *Corynephorus canescens*, *Hieracium pilosella*, *Rumex acetosella*, *Cerastium semidecandrum* i *Jasione montana* (tab. 14). Pokrycie warstwy mszystej w poszczególnych zdjęciach fitosocjologicznych waha się od 5–30%. Wśród mszaków wysokie współczynniki pokrycia posiada *Polytrichum pilifeum*, a ponadto występują *Ceratodon purpureus*, *Rhacomitrium canescens*. Sporadycznie trafia się tu mech borowo-torfowiskowy *Polytrichum juniperinum*. Glony, występujące na nie zasiedlonych płatach piaszczystych pomiędzy kępami strzępicy sianej, mają w tym zbiorowisku znaczący udział i odgrywają ważną rolę w gromadzeniu i pochłanianiu wilgoci. Udział porostów jest zróżnicowany. Spośród porostów dominuje rodzaj *Cladonia*.

Zbiorowisko z *Elymus arenarius* – wydmuchrzycą piaszkową

Zbiorowisko z wydmuchrzycą piaszkową odnotowano w transektach: „Między Bunkrami” oraz „Źródliko Białe”. Fitocenazy te aktualnie na obszarze Pustyni Błędowskiej występują jedynie na luźnych piaskach, gdzie intensywnie ćwiczy wojsko, a szczególnie na wałach nie utwalonych przez roślinność i świeżych okopach, które charakteryzują się szczególnymi warunkami siedliskowymi (Salisbury, 1938, 1952; Chapman, 1964; Piotrowska, Celiński, 1965). Największe płaty tego zbiorowiska spotkać można na wałach brzeżnych przy bunkrze w pobliżu miejscowości Chechło, tj. w północnej części Pustyni Błędowskiej. Ma ono charakter antropogeniczny, ponieważ wydmuchrzyca piaszkowa budująca to zbiorowisko została wprowadzona w południowej części Pustyni Błędowskiej w okresie międzywojennym z nad Bałtyku (Krutikow, 1961) w celu utwalenia lotnych piasków. Omawiane zbiorowisko w warunkach naturalnych występuje na wydmach nadmorskich (Komas, 1972; Szafer, Zarzycki, 1972). Zbiorowiska antropogeniczne na pustyni są wyraźnie zubożałe.

Omawiana roślinność spełnia bardzo ważną rolę w procesie utwalania lotnych piasków śródlądowych jak i wybrzeży nadmorskich. Gatunki tego związku, a zwłaszcza *Ammophila arenaria* (Pejta, 1947) i *Elymus arenarius*, umacniają wydmy nadmorskie. Dzięki właściwościom ekologicznym *Elymus arenarius* utwalono wędrujące piaszki pustyni, a także wydmy docierające do wsi Kwaśniów Górny, należącej do powiatu olkuskiego (Krutikow, 1961).

Tabela 15. Zbiorowiska z *Elymus arenarius*

Table 15. Community with *Elymus arenarius*

Numer kolejny zdjęć	1	2	3	4	7	5	6	S
Numer zdjęcia w terenie	5	4	3	16	7	5	10	T
Powierzchnia zdjęcia w [m ²]	4	5	10	12	6	5	10	A
Data	26 06	2 06	22 06	3 08	22 06	9 08	7 07	Ł
Miejscowość	Transekt „Między Bunkrami”				Transekt „Źródliko Białe”			O
Pokrycie warstwy zielnej c w [%]	70	70	60	70	90	80	80	Ś
Pokrycie warstwy mszystej d w [%]	1	-	5	-	-	+	+	Ć
Liczba gat. w zdjęciu	12	6	11	8	7	5	6	
ChCl, O <i>Ammophiletæa</i> + <i>Ammophiletalia</i>								
<i>Elymus arenarius</i> c	3 3	3 3	3 3	4 4	5 5	4 4	4 4	V
ChCl. <i>Sedo-Scleranthetea</i>								
<i>Koeleria glauca</i> c	1 1	+	1 1	1 1	1 1	+	2 2	V
<i>Hieracium pilosella</i>	1 1	-		1 1	1 1			IV
<i>Rumex acetosella</i>	1 1		+	+		1 1	+	IV
<i>Corynephorus canescens</i>	1 1	2 2		+		+		III

Gatunki towarzyszące							
<i>Cardaminopsis arenosa</i> c	+	+	+	+	11		IV
<i>Crepis tectorum</i>	+	11			+		III
<i>Euphorbia cyparissias</i>			22	11	+		III
<i>Pinus sylvestris</i>	+		+			+	III
<i>Euphrasia rostkoviana</i>			11		+		II
<i>Cladonia glauca</i> d	+		+2			12	12
Gatunki sporadyczne							
<i>Carex hirta</i> 4(2 2); <i>Erigeron acris</i> 1; <i>Ceratodon purpureus</i> d 3,6 (1 2); <i>Cladonia fimbriata</i> 3(1 2); <i>Diplochystes muscorum</i> 3(1 1); <i>Salix arenaria</i> 7; <i>Taraxacum officinale</i> 1							

Pokrycie warstwy zielnej waha się w granicach 60–90%, a liczba gatunków jest zmienna w zdęciach (tab. 15). Niewątpliwie gatunkiem dominującym jest *Elymus arenarius*. Towarzyszą mu z dużą stałością: *Koeleria glauca*, *Hieracium pilosella*, *Rumex acetosella* oraz *Corynephorus canescens*. Warstwa mszysto-porostowa jest słabo wykształcona

Zbiorowisko z *Salix arenaria*

Zbiorowisko z *Salix arenaria* porasta tereny otwarte i nasłonecznione, a rzadziej spotyka się je w obrębie młodników sosnowych. Według Szczyпка, Wacha i Wiki (1994) ma ono charakter antropogeniczny, ponieważ powstało w konsekwencji celowego intrudukowania wierzby piaskowej mającej ograniczyć procesy deflacji. W kępach wierzby – obok roślin naczyniowych – występują także rośliny zarodnikowe, a wśród poziomo ułożonych gałązek wierzby zasiedlają się: *Festuca ovina*, *Koeleria glauca* i inne rośliny kwiatowe. Szczoticha siwa porasta obrzeża wierzbowych kęp, wśród których można dostrzec siewki: *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Quercus robur* i *Salix acutifolia* inicjujące powstawanie wielogatunkowych zbiorowisk, czyli biogrup. W omawianym zbiorowisku mszaki przeważnie reprezentowane są przez *Ceratodon purpureus* i *Rhacomitrium canescens*. Zasadlają się tam również porosty z rodzaju *Cladonia* jak i *Cetraria*. Wspomniane taksony występują wyłącznie w kępach wierzby piaskowej, a w przerwach między kępami – w zależności od stadium sukcesji – wykazano istnienie: nagich piasków, glonów, mszaków bądź murawy strzępicowej. Znamienne dla kęp tej wierzby jest zatrzymywanie i gromadzenie nawianej substancji organicznej obcego pochodzenia.

Zbiorowisko z *Salix acutifolia*

Występowanie tego zbiorowiska stwierdzono w transektach: „Centuria”, „Źródliko Białej” i „Między Bunkrami”, przy czym w dwóch ostatnich jest słabo rozwinięte ze względu na stałe niszczenie. Zajmuje ono niewielkie powierzchnie i charakteryzuje się występowaniem krzewów porastających często w luźnym zwarciu. Pod okapem *Salix acutifolia* zwykle osiedlają się rośliny zielne, przy czym jeśli jest szczególnie okazała występuje masowy rozwój *Festuca ovina*, która to często tworzy zwartą agregację jednogatunkową wokół krzewów wierzby. Dojrzałe kępy wierzbowe podlegają wyraźnemu procesowi starzenia. Jeśli starzejąca się wierzba występuje bez udziału sosny, mogą ją zastępować młode odrosty tego okazu, natomiast w towarzystwie *Pinus sylvestris* całkowicie ustępuje.

Zarośla z *Populus tremula*

Zarośla te występują rozrzucone w postaci niewielkich wysepek po całym obszarze pustyni. Spotkać je można na transektach: „Źródliko Białej” i „Między Bunkrami”, gdzie – zwłaszcza na obrzeżach pól deflacyjnych oraz wałów okopowych – zajmują zróżnicowane powierzchnie. Aktualnie w końcowym (tj. południowym) odcinku transektu „Źródliko Białej” zarośla osikowe eliminowane są przez leśników, a na ich miejscu sadzi się sosnę zwyczajną.

Biogrupy

Biogrupy są to zbiorowiska wielogatunkowe złożone z *Salix acutifolia*, *S. arenaria*, *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Juniperus communis* i często *Quercus robur*, które wspólnie wspierają się w początkowym etapie rozwoju w ekstremalnych warunkach pustyni (fot. na 1 stronie okładki). Zostały one stwierdzone w trzech transektach. Gatunkiem inicjującym formowanie się biogrup jest *Salix acutifolia*, i *S. arenaria*. Zasadlają one nagie piaski, na których stosunkowo szybko rozwijają się powodując ograniczenie dopływu pełnego promieniowania słonecznego do podłoża. W wyniku tego procesu zmieniają się warunki kseryczne jak i troficzne. Rozrastanie się wierzbowoduje wzbogacenie podłoża poprzez produkcję znacznej ilości masy organicznej, szczególnie liści. W ten sposób pod okapem wierzbowodu powstają sprzyjające warunki siedliskowe. Mogą się tam osiedlać inne gatunki znajdując niezbędne warunki do przetrwania. Pojawiają się siewki sosny, brzozy, jałowca, które dają początek zbiorowisku wierzbowo-sosnowo-jałowcowo-brzozowemu. W zbiorowisku tym często spotyka się *Quercus robur*, *Populus tremula*, rzadziej *Viburnum opulus* i *Frangula alnus*. Na szczególną uwagę zasługuje *Quercus robur* dobrze rozwijający się na ubogim siedlisku.

Gatunki budujące biogrupę wzajemnie się wspierają. Dzięki temu mogą one przetrwać na ubogim piasku, a nawet rozwijać się w tak niekorzystnych warunkach. Wzajemne wspieranie się polega na zwiększaniu ogólnej masy materii organicznej i polepszeniu warunków mikroklimatycznych w obrębie biogrupy. Ograniczeniu ulega również siła wiatru, co z kolei sprzyja formowaniu nowych biogrup w „cieniu” macierzystej biogrupy. Dprowadza to do zmniejszenia parowania z podłoża, a więc poprawy gospodarki wodnej. Jest oczywiste, że pod kępami biogrup o wiele dłużej utrzymuje się wilgoć, aniżeli na powierzchniach odkrytych. Wraz z polepszaniem warunków życiowych następuje wzbogacenie w gatunki borowe, które zajmują głównie centralną część biogrupy, natomiast obrzeża są zasiedlone przez psammofity. W biogrupach zaawansowanych zauważa się ustępowanie form krzewiastych na rzecz form drzewiastych. Równocześnie nie zauważa się ustępowania *Salix arenaria*, która towarzyszy biogrupom aż do ostatniego stadium ich rozwoju. Wypadanie *Salix acutifolia* jest związane z konkurencją międzygatunkową. Może to także łączyć się z obecnością mikoryzy np. u sosny i brzozy. Niektórzy autorzy uważają, że gatunki posiadające mikoryzę wygrywają w konkurencji międzygatunkowej z tymi, które jej nie mają (Reeves i in., 1979; Janos, 1980; Hetrick, Wilson, Hartnett, 1989; Błaszowski, 1994).

Na obszarze Pustyni Błędownskiej zachodzą różne stadia sukcesji czego przejawem jest występowanie różnych form biogrup – od najmłodszych do zanikających. Wykazują one pod względem wielkości znaczne zróżnicowanie. Badania świadczą, że biogrupy o dużej wielkości znajdują się w sąsiedztwie boru sosnowego po obu stronach doliny Białej Przemszy i zmniejszają swe rozmiary im dalej od ściany lasu w głąb pustyni. W biogrupach znajdujących się w sąsiedztwie boru sosnowego stwierdzono znaczną przewagę sosny nad innymi gatunkami drzewiastymi. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji wykazano też, że w miejscach dominacji sosny pojawiają się siewki *Quercus robur*. Natomiast tam, gdzie przeważa *Salix acutifolia*, zachodzi masowe odnawianie się sosny.

Sztuczne nasadzenia

Sztuczne nasadzenia stwierdzono we wszystkich transektach, a reprezentowane są przez następujące gatunki introdukowane: *Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *Betula pendula*, *Alnus glutinosa*, *Quercus rubra*, (w transekcie „Źródli-sko Białej” - jedynie na niewielkim końcowym fragmencie).

Zróżnicowane wiekowo (od 6 do 30 lat) nasadzenia sosny zwyczajnej i sosny czarnej (okazy w odległości 40–50 cm), zajmują największą powierzchnię w stosunku do innych gatunków wprowadzonych sztucznie. Starsze wiekowo „plantacje” związane są z pasem ochronnym Kombinatu Metalurgicznego „Huta Katowice”, a młodsze były introdukowane na obszarach zniszczonych przez pożar w 1992 r.

Alnus glutinosa zajmuje niewielkie powierzchnie tylko w transekcie „Centuria”. Z uwagi na to, że jest gatunkiem liściastym, produkuje dużą ilość fitomasy, która jest wprost proporcjonalna do jej rozkładu. Jest to bardzo ważne zjawisko w procesie sukcesji na obszarach ubogich w składniki pokarmowe.

Alnus incana, występująca naturalnie nad potokami górskimi nasadzona została w zachodniej części pustyni (nie występuje ona w badanych transektach). Mimo że związana jest z siedliskiem wilgotnym, dobrze rozwija się na piaskach pustyni.

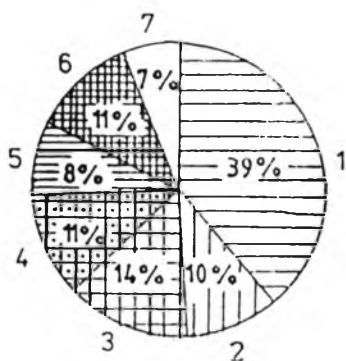
Nasadzenia brzozy brodawkowatej występują – za wyjątkiem transektu „Przełom” – na wszystkich pozostałych, spełniając podobną rolę jak nasadzenia olszy. Jej liście transportowane są z miejsc występowania

na obszary sąsiednie (w obrębie pustyni) Introdukcje brzożowe dokonane we wschodniej i południowo-wschodniej części terenu, mogą mieć istotne znaczenie w dalszych etapach zarastania pustyni ze względu na dużą produkcję liści. Oprócz brzoży brodawkowatej spotyka się również introdukcje dębu czerwonego, który jest gatunkiem północnoamerykańskim, charakteryzującym się dużą ekspansywnością. Jego liście nie rozkładają się w ciągu roku, ponieważ jako gatunek obcy we florze rodzimej nie posiada mikroorganizmów, które prowadziłyby do szybkiego rozkładu w tak „krótkim” czasie. Tym niemniej mają one istotne znaczenie w procesie wzbogacania piasku w substancję organiczną.

Rolę nasadzeń na badanym obszarze można rozpatrywać w dwóch aspektach: pozytywnym i negatywnym. Pozytywna ich rola polega na tym, że zmniejszone zostały obszary lotnych piasków i jednocześnie poprawiły się warunki mikroklimatyczne. Z kolei negatywna rola nasadzeń objawia się zakłóceniami procesów naturalnej sukcesji. Tworzy się wówczas w takich miejscach w ciągu 30 lat uboga monokultura sosnowa, nie wykazująca żadnego podobieństwa do naturalnego boru sosnowego. Konsekwencją tych procesów jest sztuczna plantacja sosny.

FLORA NACZYNIOWA PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ

Publikowane dotąd wykazy florystyczne z obszaru Pustyni Błędowskiej dotyczyły również doliny Białej Przemszy oraz obszarów otaczających (Michalik, 1979; Szczypek, Wach, Wika, 1994). Niniejsza lista florystyczna zawiera natomiast wyłącznie gatunki obszarów piaszczystych. W wyniku prowadzonych badań stwierdzono obecność 31 rodzin, z których najliczniej reprezentowana jest rodzina złożonych *Compositae* (*Asteraceae*). Liczy ona 15 gatunków. Pod względem form życiowych Raunkiaera (Zarzycki, 1984) pierwsze miejsce zajmują hemikryptofity (rys. 3). Są to między innymi wszystkie byliny.



Rys. 3. Formy życiowe roślin na obszarze Pustyni Błędowskiej:
1 - hemikryptofity, 2 - geofity, 3 - megafaneropty, 4 - nanofaneropty, 5 - chamefity zielone, 6 - chamefity zdrewniałe, 7 - terofity
Fig. 3. Life forms of plants in the area of The Błędów Desert:
1 - hemikryptophytes, 2 - geophytes, 3 - megafanerophytes, 4 - nanophanerophytes, 5 - herbaceous chamephytes, 6 - ligneous chamephytes, 7 - terophytes

Na obszarze Pustyni Błędowskiej wykazano obecność 4 gatunków podlegających ochronie ścisłej: *Epipactis atrorubens*, *Epipactis helleborine*, *Chimaphila umbellata*, *Carlina acaulis* oraz 2 gatunków chronionych częściowo: *Frangula alnus* i *Viburnum opulus*.

Wykaz stwierdzonych gatunków naczyniowych na terenie Pustyni Błędowskiej

Paprotnikowate - *Polypodiaceae*

Dryopteris filix-mas (L.) SCHOTT - Nerecznica samcza

Pteridium aquilinum (L.) KUHN - Orlica pospolita

Skrzypowate - *Equisetaceae*

Equisetum sylvaticum L. - Skrzyp leśny

Sosnowate - *Pinaceae*

Pinus strobus L. - Sosna wejmutka

Pinus sylvestris L. - Sosna zwyczajna

Pinus nigra J. F. ARNOLD - Sosna czarna

Pinus banksiana LAMB - Sosna Banksa

Picea abies (L.) H. KARST. - Świerk pospolity

Cypryswata - Cupressaceae

Juniperus communis L. - Jalowiec pospolity

Brzozowate – Betulaceae

Betula pendula ROTH - Brzoza brodawkowata

Alnus glutinosa (L.) GAERTN - Olsza czarna

Alnus incana (L.) MOENCH - Olsza szara

Bukowate – Fagaceae

Fagus sylvatica L. – Buk zwyczajny

Quercus robur L. - Dąb szypułkowy

Quercus rubra L. - Dąb czerwony

Wierzbowate – Salicaceae

Populus nigra L. - Topola czarna

Populus tremula L. - Topola osika

Salix caprea L. - Wierzba iwa

Salix acutifolia WILLD. - Wierzba ostrolistna

Salix arenaria L. – Wierzba piaskowa

Salix rosmarinifolia L. - Wierzba rokita

Rdestowate - Polygonaceae

Rumex acetosella L. - Szczał polny

Goździkowate - Caryophyllaceae

Dianthus carthusianorum L. - Goździk kartuzek

Dianthus deltoides L. - Goździk kropkowy

Arenaria serpyllifolia L. - Piaskowiec macierzankowy

Cerastium semidecandrum L. - Rogownica pięciopręcikowa

Cerastium arvense L. s. s. - Rogownica polna

Scleranthus annuus L. - Czerwiec roczny

Scleranthus perennis L. - Czerwiec trwały

Hemiaria glabra L. - Polonicznik nagi

Gypsophila fastigiata L. Łyszczec baldachogronowy

Wilczomleczone - Euphorbiaceae

Euphorbia cyparissias L. - Wilczomlec sosnka

Euphorbia esula L. - Wilczomlec lancetowaty

Berberysowate - Berberidaceae

Berberis vulgaris L. - Berberys zwyczajny (B. pospolity)

Krzyżowe - Cruciferae

Cardaminopsis arenosa (L.) HAYEK - Gęsiówka piaskowa

Fiołkowate - Violaceae

Viola tricolor L. s. s. - Fiołek trójbarwny

Dziurawcowate – Hypericaceae

Hypericum perforatum L. - Dziurawiec zwyczajny

Gruboszowate – Crassulaceae

Sedum acre L. - Rozchodnik ostry

Sedum maximum (L.) HOFFM. - Rozchodnik wielki

Różowate – Rosaceae

Rosa canina L. - Róża dzika

Fragaria vesca L. - Poziomka pospolita

Fragaria viridis DUCHESNE - Poziomka twardawa

Potentilla arenaria BORKH. - Pięciornik piaskowy

Potentilla argentea L. s. s. - Pięciornik srebrny

Sanguisorba minor SCOP. - Krwiściąg mniejszy

Crataegus monogyna JACQ. - Głóg jednoszyjkowy

Sorbus aucuparia L. em. HEDL. - Jarząg pospolity

Padus avium MILL. - Czeremcha zwyczajna

Padus serotina (EHRH.) BORKH. - Czeremcha amerykańska

Rubus plicatus WEIHE & NEES – Jeżyna faldowana

Motylkowate - Papilionaceae

Trifolium arvense L. - Koniczyna polna

Chamaecytisus ratisbonensis (SCHAEFF.) ROTHM. - Szczodzeniec rozesłany

Robinia pseudacacia L. - Robinia akacja

Wiesiolkowate – Oenotheraceae

Oenothera biennis L. s. s. - Wiesiołek dwuletni

Chamaenerion angustifolium (L.) SCOP. - Wierzbówka kipyrcza

Szklakowate - Rhamnaceae

Frangula alnus MILL. - Kruszyna pospolita

Rhamnus catharticus L. - Szklak pospolity

Gruszyczkowate - Prolacaeae

Pyrola chlorantha SW. - Gruszyczka zielonawa

Pyrola minor L. - Gruszyczka mniejsza

Orthilia secunda (L.) HOUSE – Gruszyczka jednostronna

Chimaphila umbellata (L.) W. P. C. BARTON - Pomocnik baldaszkowy

Wrzosowate - Ericaceae

Vaccinium myrtillus L. - Borówka czarna

Vaccinium vitis-idaea L. - Borówka brusznica

Calluna vulgaris (L.) HULL - Wrzos zwyczajny

Szorstkolistne – Boraginaceae

Echium vulgare L. - Żmijowiec zwyczajny

Trędownikowate - Scrophulariaceae

Euphrasia rostkoviana HAYNE - Świetlik łąkowy

Euphrasia stricta D. WOLFF ex J. F. LEHM. - Świetlik wyprężony

Linaria vulgaris MILL. - Lnica pospolita

Rhinanthus alectorolophus (SCOP.) POLLICH - Szelężnik włochaty

Wargowe - Labiatae

Thymus serpyllum L. em. FR - Macierzanka piaskowa

Thymus pulegioides L. - Macierzanka zwyczajna

Babkowate - Plantaginaceae

Plantago lanceolata L. - Babka lancetowata

Plantago arenaria WALDST. & KIT. - Babka piaskowa

Plantago media L. - Babka średnia

Przewierniowate - Caprifoliaceae

Sambucus racemosa L. - Bez koralowy

Viburnum opulus L. - Kalina koralowa

Dzwonkowate – Campanulaceae

Jasione montana L. - Jasieniec piaskowy

Campanula rotundifolia L. - Dzwonek okrągłolistny

Zawciągowe - Plumbaginaceae

Armeria maritima (MILL.) WILLD. subsp. *elongata* (HOFFM.) BONNIER. Zawciąg pospolity

Złożone - Compositae

Erigeron acris L. - Przymiotno ostre

Erigeron canadensis L. – Przymiotno kanadyjskie

Achillea millefolium L. - Krwawnik pospolity

Artemisia absinthium L. - Bylica piołun

Artemisia campestris L. - Bylica polna

Artemisia vulgaris L. - Bylica pospolita

Senecio viscosus L. - Starzec lepki

Centaurea jacea L. - Chaber łąkowy

Carlina acaulis L. - Dziewięcśl bezłodygowy

Leontodon autumnalis L. - Brodawnik jesienny

Leontodon hispidus L. - Brodawnik zwyczajny

Taraxacum officinale F. H. WIGG. - Mniszek pospolity

Hieracium pilosella L. - Jastrzębiec kosmaczek

Hieracium umbellatum L. - Jastrzębiec baldaszkowaty

Hieracium lachenalii C. C. GMEL. - Jastrzębiec Lachenala

Trawy – Poacea

Bromus tectorum L. - Stokłosa dachowa

Calamagrostis epigejos (L.) ROTH - Trzcinnik piaskowy

Deschampsia flexuosa (L.) TRIN. - Śmialek pogięty

Molinia arundinacea SCHRANK - Trzęślica trzcinowata

Corynephorus canescens (L.) P. BEAUV. - Szczotliha siwa

Koeleria glauca (SPRENG.) DC. - Strzęplica sina

Festuca psammophila (HACK. ex CELAK.) FRITSCH - Kostrzewa piaskowa

Festuca ovina L. - Kostrzewa owcza

Elymus arenarius L. - Wydmuchrzyca piaskowa

Storczykowate - Orchidaceae

Epipactis atrorubens (HOFFM.) BESSER - Kruszczyk rdzawoczerwony

Epipactis helleborine (L.) CRANTZ - Kruszczyk szerokolistny

Turzycowate – Cyperaceae

Carex hirta L. - Turzycza owłosiona

Zróźnicowanie flory pod względem wymagań w stosunku do wybranych czynników ekologicznych

Światło

Do roślin naczyniowych preferujących pełne oświetlenie i oświetlenie z okresowym lub przejściowym ocienieniem (grupa 1) zaliczono 70% gatunków. Należą do nich przede wszystkim rośliny muraw psammofilnych: *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium semidecandrum*, *Scleranthus perennis*, *Sedum acre*, *Oenothera biennis*, *Erigeron acris*, *Artemisia campestris*, *Hieracium pilosella*, *Koeleria glauca* i *Elymus arenarius* (Zarzycki, 1984). Również występują tu gatunki kserotermiczne, porastające siedliska nawapienne, np. *Dianthus carthusianorum*, *Euphorbia cyparissias*, *Euphorbia esula*, *Sedum maximum*, *Sanguisorba minor*, *Fragaria viridis* i *Carlina acaulis*. Do powyższej grupy zaliczono także światłolubne gatunki krzewiaste – *Juniperus communis*, *Salix acutifolia*, *Salix arenaria*, *Berberis vulgaris*, *Rosa canina* i *Crataegus monogyna*.

Do roślin preferujących półcień (grupa 2) należą między innymi *Equisetum sylvaticum*, a z gatunków drzewiastych grupa ta reprezentowana jest przez: *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa*, *Fagus sylvatica*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*, *Padus avium*, *Robinia pseudacacia*, *Frangula alnus*, *Viburnum opulus*. Z gatunków bo-rowskich wymienić należy: *Pyrola chlorantha*, *P. minor*, *Chimaphila umbellata* i *Molinia arundinacea*. Grupa ta stanowi około 23% flory. Siedliska cieniste i umiarkowanie cieniste obejmują 7 % flory (grupa 3). Są to między innymi: *Dryopteris filix-mas*, *Orthilia secunda*, *Hieracium lachenalii* i *Deschampsia flexuosa*. Nie stwierdzono gatunków związanych z siedliskami silnie zacienionymi.

Temperatura

Według wymagań termicznych florę badanego terenu także podzielono na trzy grupy. Do grupy pierwszej zaliczono gatunki znoszące warunki umiarkowanie zimne i umiarkowanie chłodne (około 5%), np. *Sambucus racemosa*, *Fagus sylvatica*, a z introdukowanych – *Picea abies* i *Alnus incana*. Drugą grupę reprezentują gatunki przystosowane do warunków ciepłych i umiarkowanie ciepłych (65%). Do tej grupy należą występujące na pustyni przede wszystkim gatunki muraw psammofilnych: *Cerastium semidecandrum*, *Cardaminopsis arenosa*, *Corynephorus canescens*, *Koeleria glauca*, *Elymus arenarius*, *Scleranthus annuus*, *S. perennis*, *Jasione montana*, *Festuca ovina* i *Herniaria glabra*, a z kserofitów – *Gypsophila fastigiata*, *Sedum maximum*. Do tej grupy zaliczono również gatunki drzew i krzewów: *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Populus tremula*, *Juniperus communis*, *Crataegus monogyna*, *Robinia pseudacacia*.

Trzecia grupa obejmuje gatunki o większej amplitudzie w stosunku do warunków termicznych. Stanowią one 30% flory pustyni. Są to między innymi: *Rumex acetosella*, *Dianthus carthusianorum*, *Dianthus deltoides*, *Euphorbia cyparissias*, *Hypericum perforatum*, *Rosa canina*, *Fragaria vesca*, *Potentilla argentea*, *Pyrola minor*, *Orthilia secunda*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Plantago media*, *Erigeron acris*, *Leontodon autumnalis*, *L. hispidus*, *Hieracium pilosella*, *H. umbellatum*, *Bromus tectorum* i *Deschampsia flexuosa*.

Wilgotność

Ze względu na preferowanie czynnika środowiskowego jakim jest wilgotność wydzielono 3 grupy gatunków na obszarze badań. Do grupy pierwszej należą gatunki związane z siedliskami suchymi i bardzo suchymi (około 37%). Są to przeważanie rośliny muraw psammofilnych: *Rumex acetosella*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cardaminopsis arenosa*, *Cerastium semidecandrum*, *Dianthus deltoides*, *Hieracium pilosella*, *Corynephorus canescens*, *Koeleria glauca*, *Festuca psammophila*, *Festuca ovina*. Murawy kserotermiczne reprezentują: *Gypsophila fastigiata*, *Dianthus carthusianorum*, *Sedum maximum*, *Fragaria viridis* i *Sanguisorba minor*.

Do drugiej grupy należą gatunki przywiązane do siedlisk umiarkowanie suchych (48%). Są tu również w większości rośliny porastające podłoże piaszczyste: *Euphorbia esula*, *Viola tricolor*, *Oenothera biennis*, *Euphrasia rostkoviana*, a także gatunki muraw kserotermicznych: *Hypericum perforatum*, *Euphrasia stricta*, *Thymus pulegioides*, *Plantago media*, *Carlina acaulis*, *Rosa canina* i *Rhamnus catharticus*.

Do roślin przywiązanych do siedlisk wilgotnych należy około 15% flory (grupa 3). Są to przeważnie drzewa i krzewy np. *Picea abies*, *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Quercus robur*, *Salix caprea*, *Frangula alnus*, *Viburnum opulus*.

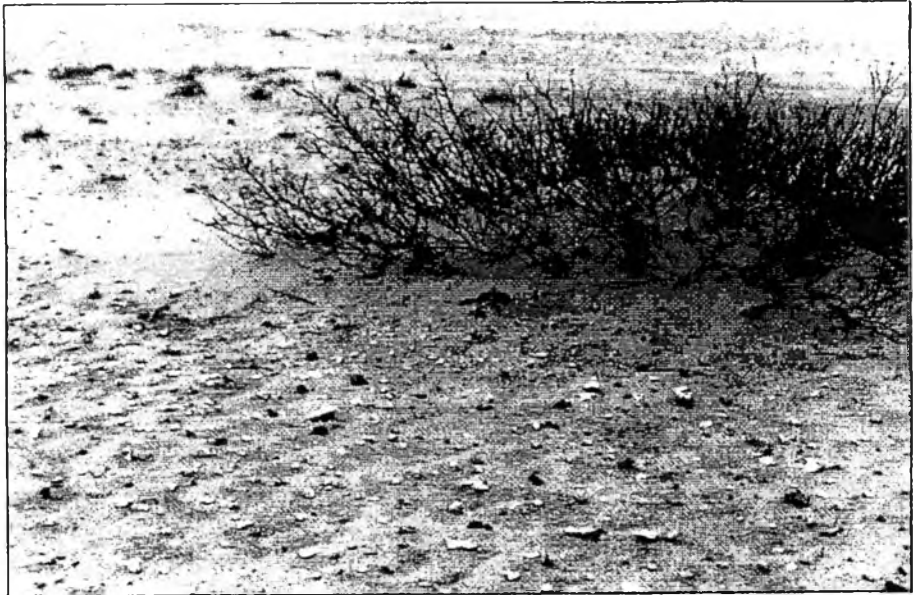
Zasobność siedlisk

Ze względu na wymagania w stosunku do zasobności gleby w składniki pokarmowe podzielono florę badanego terenu na następujące 3 grupy. Do pierwszej zaliczono gatunki znoszące siedliska ubogie i skrajnie ubogie. Obejmuje ona prawie 36% wszystkich gatunków. W skład jej wchodzi najczęściej rośliny psammofilne i borowe: *Pyrola chlorantha*, *P. minor*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Hieracium lachenalii*, *Deschampsia flexuosa*. Rośliny występujące na glebach umiarkowanie ubogich (grupa 2) stanowią około 48% flory. Przykładowo należy tu większość drzew i krzewów oraz kilka roślin kserotermicznych jak i psammofilnych. Do gatunków preferujących siedlisko zasobne (grupa 3) należą m.in. rośliny łąkowe. Spośród bylin o szerszej amplitudzie ekologicznej można wymienić: *Artemisia absinthium*, *A. vulgaris*, *Leontodon autumnalis*, *L. hispidus*, *Epipactis helleborine* i *Rhinanthus alectorolophus*.

EKOLOGIA WIODĄCYCH GATUNKÓW ROŚLIN I ICH ROLA W ZARASTANIU PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ

Roślinność na obszarze Pustyni Błędowskiej wykorzystuje do rozwoju jedynie wodę pochodzącą z opadów atmosferycznych. Jednak wody opadowe nie zawsze mogą być wykorzystane przez roślinność w dostatecznej ilości, z uwagi na rodzaj podłoża sprzyjającego szybkiej infiltracji. Ponadto, korzenie roślinności nigdy nie osięgają poziomu wód gruntowych, z uwagi na głębokie zaleganie zwierciadła wód pierwszego poziomu wodonośnego. Przyczyniły się do tego leje depresyjne wytworzone w konsekwencji odwodnienia eksploatowanych złóż cynkowo-olowiowych w sąsiadujących z Pustynią Błędowską obszarach górniczych.

Mimo że obecnie na obszarze badań nie występują na wielką skalę procesy eoliczne, roślinność zielna i drzewiasta doskonale przystosowuje się do zawiewania przez podnoszenie swych pędów do góry i wypuszczanie z nich korzeni przybyszowych. W trakcie obserwacji okazało się, że wiele gatunków roślin lepiej rozwija się i krzewi na skutek zawiewania przez piaski, niż w normalnych warunkach bytowania. Okazy zasiedlające luźne i lotne piaski (np. *Pinus sylvestris*, *Salix arenaria*) swym wyglądem odbiegają od osobników tych samych gatunków rozwijających się na obszarach, gdzie nie ma zjawisk eolicznych, a gleba jest zasobniejsza w substancje organiczne (fot. 1).



Fot. 1. Wierzba piaszkowa *Salix arenaria* na Pustyni Błędowskiej (fot. A. Czyłok)
Photo 1. *Salix arenaria* on the Błędów Desert area (photo by A. Czyłok)

O zasiedlaniu decydują procesy rozmnażania na drodze wegetatywnej jak i generatywnej. Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że na obszarze piaszczystym rozmnażanie wegetatywne dominuje nad generatywnym. Przykład rozmnażania wegetatywnego na Pustyni Błędowskiej reprezentują zarówno gatunki zielne (*Corynephorus canescens*, *Elymus arenarius*, *Hieracium pilosella*) jak i drzewiasto-krzewiaste (*Salix arenaria*, *Salix acutifolia* i *Populus tremula*).

Ważnym czynnikiem ekologicznym na Pustyni Błędowskiej jest wydeptywanie, które można rozpatrywać w dwóch aspektach – pozytywnym i negatywnym. W pierwszym przypadku wydeptywanie powoduje roz-

drobienie obumarłych, nadziemnych organów roślinnych, czego konsekwencją jest zwiększenie powierzchni styku szczątków organicznych z glebą i przyspieszenie tempa ich mineralizacji. Najczęściej powoduje również mechaniczną stabilizację nasion w gruncie, co zwiększa prawdopodobieństwo ich skielkowania. Z kolei negatywny wpływ wydeptywania przejawia się niszczeniem pokrywy roślinnej. Zaznacza się to szczególnie na obrzeżach wschodniej i północnej części obszaru badań, co jest związane z łatwą dostępnością i wykorzystaniem turystycznym tego terenu. Należy także podkreślić, że psammofity są bardzo wrażliwe na czynniki mechaniczne, które pod tym względem w znacznym stopniu utrudniają sukcesję roślinności.

Obumarłe organy roślinne - przedostające się do gleby lub zalegające na jej powierzchni - wzbogacają podłoże w substancje organiczne. Jedną z najważniejszych form siedliskotwórczej działalności roślin jest gromadzenie się w glebie i na jej powierzchni martwych szczątków oraz opadających liści, które zapewniają saprofitycznym składnikom biocenozy podstawowe pożywienie (materię i energię). Działalność saprofitów z kolei rzutuje na edaficzne warunki wzrostu roślin, np. na stosunki wilgotnościowe, zawartość mineralnych składników pokarmowych, przewietrzenie gleby i jej odczyn.

Piaski Pustyni Błędownskiej składają się głównie z kwarcu. W tym luźnym utworze można stosunkowo często spotkać formujące się profile glebowe z pewną zawartością humusu, którego pochodzenie jest związane z procesami uprzedniego rozwiewania gleb oraz rozkładem resztek roślinnych i zwierzęcych. Domieszka ta stanowi główne źródło pokarmu dla roślin rozwijających się na jałowych piaskach. Minimalna nawet ilość składników pokarmowych ma tu ogromne znaczenie dla roślin.

Rośliny zielne

Corynephorus canescens – szczolicha siwa

Jest to roślina pospolita na niżu występująca na piaskach różnego pochodzenia, w obszarach nadmorskich jak i śródlądowych. Jest dobrze przystosowana do terenów ubogich w substancje pokarmowe. *Corynephorus canescens* zapoczątkowuje pierwsze stadium sukcesji. Rozwija się ona dobrze na luźnych piaskach.

Niektórzy autorzy uważają, że labilność podłoża jest ważniejszym czynnikiem ograniczającym swobodne osiedlanie się roślin niż niedostatek substancji pokarmowej (Chadwick, Dalke, 1965). Fakt ten możemy zaobserwować na obszarze Pustyni Błędownskiej, gdzie w naturalnych warunkach tylko nieliczne nasiona zostają przysypywane przez piasek. Można tu obserwować ślady pojazdów, które utwaliły nasiona, przez co umożliwiły rozwój roślinności - wzdłuż kolein (fot. 2). Widoczna jest również – wyraźnie korzystna na obszarach piaszczystych - rola wdeptywania w pionierskiej sukcesji roślinności. Jest ono znaczącym czynnikiem ekologicznym prowadzącym do zwiększenia efektywności generatywnego rozmnażania się roślin.

W czasie prowadzonych obserwacji zauważono, że korzonki *Corynephorus canescens* są bardziej delikatne, w przeciwieństwie do grubszych korzeni *Koeleria glauca*. *Corynephorus canescens* ma kseromorficzną budowę pędów oraz bardzo dobrze rozwinięty system korzeniowy. Badania prowadzone przez Kobendzinę i Kobendzę (1958) wykazały, że liczba korzeni w starszych kępach tej rośliny dochodzi do 1 000, a ich długość wynosi 700–800 m (maksymalnie 1 000). Gatunek ten dobrze znosi procesy zasypywania. Dzięki piętrowemu rozrastaniu się oraz wypuszczaniu korzeni przybyszowych lepiej rozwija się wówczas, gdy jest zasypywany (Marshall, 1965, 1967).

Jak już wspomniano, *Corynephorus canescens* ma łodygę o budowie kseromorficznej, skutecznie chroniącej tę roślinę przed utratą wody. Dzięki temu transpiracja w okresie suszy może zostać całkowicie zahamowana. Jeśli jest wystarczająca ilość wilgoci w piasku, wtedy transpiracja stosunkowo szybko wzrasta (Rychnovská–Soudková, 1961; Rychnovská, Květ, 1963; Berger–Landefeldt, Sukopp, 1965). Następną właściwością *Corynephorus canescens* jest wysoka produkcja lekkich nasion - łatwo przenoszonych przez wiatr. W sprzyjających warunkach mogą one opanować nagie podłoże piaszczyste w ciągu 2–3 lat (Kornaś, 1972; Czyżewska, 1992). Ponadto trawa ta nie jest odporna na niskie temperatury (Marshall, 1967).

Morfologia *Corynephorus canescens* jest w dużej mierze ograniczona rodzajem podłoża i stopniem zwarcia roślinności. Występujące pojedynczo kępy nie otoczone egzemplarzami innych gatunków są większe, bujniejsze i bardziej rozłożyste. Natomiast w towarzystwie innych roślin, trawa ta zwykle występuje w postaci mniej rozłożystej. Potwierdzeniem tego są badania prowadzone na obszarze Republiki Czeskiej (Rychnovská–



Fot. 2. Rozwój roślinności na Pustyni Błędowskiej wzdłuż kolein (fot. autor)
 Photo 2. Growth of plants in the Błędów Desert along the ways (phot. by author)

Soudková, 1961), z których wynika, że eliminacja szczotliczy w późnym stadium sukcesji jest związana z kolonizacją terenu przez inne gatunki z nią konkurujące. Wyniki wspomnianych badań sugerują zarazem, że zmniejszenie przewiewności gleby równoczesne z nagromadzeniem humusu, jest ważnym czynnikiem ograniczającym rozwój tej rośliny i w konsekwencji powodującym jej ustępowanie. Jest to efekt obniżenia mobilności powierzchni i nasilenia konkurencji międzygatunkowej. Z przeprowadzonych badań własnych wynika, że szczotlicza siwa dominuje w zasiedlaniu podłoża luźnego, niestabilnego oraz nie porośniętego przez inną roślinność. Na odsypkach po wykonanej odkrywce glebowej zasiedlanie *Corynephorus canescens* obserwowano po upływie 1 roku.

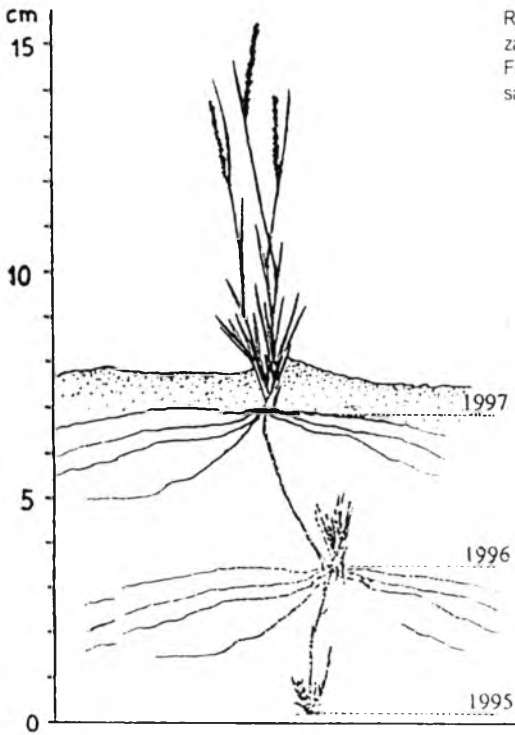
Biorąc pod uwagę wyżej wymienione czynniki oraz wyniki badań, można wnioskować, że w pewnych obszarach Pustyni Błędowskiej o podłożu stosunkowo dobrze utraconym przez roślinność coraz rzadziej spolykane są powierzchnie opanowane przez populację tego gatunku.

Koeleria glauca – strzęplica sina

Jest to trawa kępkowa, rosnąca na podłożu bardziej zasobnym niż siedliska szczotliczy siwej. Obie rośliny mają owłosione i pokryte woskiem wąskie liście, które zabezpieczają je przed nadmierną transpiracją. Zagłębienia terenu osłaniające przed wiatrem stwarzają dogodne warunki dla rozwoju tego gatunku. Są one zarazem pułapkami dla materii organicznej transportowanej przez wiatr.

Strzęplica sina i szczotlicza siwa podobnie reagują na akumulację piasku. Oba te gatunki charakteryzują się pionowym typem rozrastania. Podczas zasypywania kęp piaskiem, trawy wypuszczają korzenie przybyszowe, które ze świeżo nawianego piasku czerpią składniki odżywcze i wypuszczają do góry dodatkowe pędy sięgające powierzchni terenu (rys. 4). Przysypane piaskiem liście i pędy ulegają sukcesywnie rozkładowi, wzbogacając podłoże w substancje organiczne. Jeśli jednak zostanie nawiana warstwa piasku o dużej miąższości, to pędy zazwyczaj obumierają, nie mogąc wydostać się na powierzchnię.

Okazy *Koeleria glauca*, występujące wyspowo, po pewnym czasie (w efekcie dellacji nie zarośniętych pól piaszczystych) tworzą miniaturowe pagórki, które są narażone na niszczące oddziaływanie silnych wiatrów oraz opadów atmosferycznych. W przypadku rozwiania lub rozmycia pagórka, roślina jest utrzymywana na kolumnie utworzonej przez system korzeniowy otoczony piaskiem. Jednak przy silnych wiatrach lub deszczach



Rys. 4 Wzrost strzępicy sinej *Koeleria glauca* na obszarach zasypywanych przez piaski

Fig. 4 Growth of *Koeleria glauca* in the area with blown sands

system korzeniowy wraz z częścią nadziemną zostaje wyrwany i przenoszony na inne miejsca, gdzie wysycha lub – przy odpowiednich warunkach siedliskowych – zakorzenia się ponownie. Proces zmian mikromorfologii terenu związany z obecnością kepowo występującej *Koeleria glauca* obserwowano transekcie „Źródliko Białej”

Koeleria glauca i *Corynephorus canescens* odgrywają również znaczącą rolę w procesie formowania pagórków lub wałów wydymowych na Pustyni Błędowskiej. W okresie wiosennym miękkie liście i pędy *Koeleria glauca* są chętnie zjadane przez sarny i zające, co wprawdzie ma wysoce negatywny wpływ na rozwój rośliny, lecz stymuluje proces jej powierzchniowego rozrastania

Elymus arenarius – wydmuchrzyca piaskowa

Charakteryzuje się ona morfologią typu kseromorficznego i ma szorstkie liście o błękitnawo-woskowym nalocie. W Polsce gatunek ten w stanie dzikim występuje tylko na przybaltyckich piaskach nadbrzeżnych (Podbielkowski, 1968), skąd został wprowadzony na obszar Pustyni Błędowskiej (Krutikow, 1961)

Dynamika pól piaszczystych odgrywa istotną rolę w rozwoju *Elymus arenarius*. Świeżo nawiewane warstwy piasku zmuszają do ciągłego odnawiania jej rozległych rozlogów lodygowych, a w konsekwencji do rozrastania się części naziemnych tej rośliny (Alechin, 1951; Kobendzina, Kobendza, 1958). W przeciwieństwie do poprzednich, rozrastanie tej trawy odbywa się w sposób poziomy. Sukcesywny rozwój podziemnych organów dobrze utrwala podłoże i ogranicza przebieg procesów eolicznych.

Elymus arenarius ma bogato rozgałęzione silne rozłogi i bardzo długie korzenie rozchodzące się w różnych kierunkach tworzące specyficzną sieć utrwalającą lotny piasek. Dzięki tym właściwościom wydmuchrzyca piaskowa przyczyniała się do stopniowego ograniczenia procesów eolicznych na Pustyni Błędowskiej. Równocześnie z procesem stabilizowania powierzchni zwiększała się ogólna masa materii organicznej magazynowanej w glebie. Sytuacja ta sprzyjała powstaniu korzystnych warunków siedliskowych dla innych gatunków, które nie mogły wcześniej zasiedlać tych terenów ze względu na ich wyższe wymagania siedliskowe. Z kolei utrwalenie lotnych piasków doprowadziło do zanikania *Elymus arenarius*. Ta pozornie paradoksalna sytuacja

związana jest z ekologią charakteryzowanego gatunku (Bond, 1952). Rozrastające się płyty zbiorowiska z *Elymus arenarius* utrwalają piasek, przez co staje się on bardziej zbity. Prowadzi to do pogorszenia stosunków powietrzno-glebowych, osłabienia roślin i ich wymierania. Obecnie omawiany gatunek na obszarze badań występuje sporadycznie. Płyty tej rośliny spotyka się jedynie w tych miejscach, gdzie występują luźne piaski (np. okopy)

Hieracium pilosella – jastrzębiec kosmaczek

Hieracium pilosella często spotykany na obszarze badań, ma duże możliwości adaptacyjne w skrajnych warunkach siedliskowych, preferując suche siedliska i unikając nawet słabo wilgotnego podłoża. Charakteryzuje się on mniejszym rozwojem części nadziemnej i silnie rozbudowaną częścią podziemną. Liście i łodygi tego gatunku są pokryte gęstym kutnerem szczeciniastych włosków zabezpieczających przed nadmiernym parowaniem. Pędy przysypywane piaskiem wypuszczają korzenie przybyszowe. W ten sposób jastrzębiec kosmaczek tworzy rozległe systemy korzeniowe, wykazujące skłonność do mikoryzy (Bishop, Davy, 1994). Podziemną część tej rośliny stanowi gęsty wojłok korzeni. Po wykonaniu 16 wykopów pod kępami *Hieracium pilosella* okazało się, że ma on płytki, lecz niezwykle zwarty system korzeniowy o głębokości wynoszącej 10–15 cm oraz długości jego rozlogów w orientacji poziomej miejscami dochodzącej do 20 cm. Taki system korzeniowy umożliwia pobranie w krótkim czasie dużej ilości wody po obfitym deszczu.

Jastrzębiec kosmaczek rozmnaża się w sposób wegetatywny, tworząc klony kolistego kształtu z najstarszymi osobnikami w części centralnej, a coraz młodszymi w strefach peryferyjnych. Brak innych gatunków w obrębie klonu z *Hieracium pilosella* rozwijającego się na ubogich i kwaśnych glebach należy tłumaczyć tym, że substancje powstałe w wyniku rozkładu jej obumarłych części nie są usuwane z powodu braku mikroorganizmów zdolnych do ich detoksykacji (Rabotnow, 1985). W tych warunkach siedliskowych *Hieracium pilosella* posiada silne właściwości allelopatyczne.

Rośliny zarodnikowe

Polytrichum piliferum – płonnik włosisty

Udział roślin zarodnikowych – wykazujących interesującą ekologię – w procesie sukcesji jest znaczny. Na szczególną uwagę zasługuje pod tym względem przedstawiciel mszaków *Polytrichum piliferum*, który jest dobrze przystosowany do siedlisk piaszczystych. Zasiadła całe powierzchnie uprzednio zajęte przez glony oraz zagłębienia terenu wśród wydm, gdzie ruch piasku jest stosunkowo słaby, a podłoże charakteryzuje się dużą wilgotnością. Zjawisko to jest uważane przez niektórych autorów za jeden z ważniejszych czynników, warunkujących rozwój tego gatunku. Z obserwacji własnych wynika, że w przypadku zasypania piaskiem, *Polytrichum piliferum* przebija jego warstwy i rośnie ku górze w postaci sztywnych bezlistnych łodyżek. Po osiągnięciu przez łodyżki powierzchni terenu następuje rozwój listków (Kobendzina 1969). Opisujący płonnik tworzy grube warstwy, które dobrze utrwalają podłoże, mimo że miejscami są przerywane pod ciężarem traktorów lub samochodów jeżdżących po obszarze Pustyni Błędowskiej. Z uwagi na to, że płyty *Polytrichum piliferum* dobrze zatrzymują wilgoć są chętnie zasiedlane przez siewki sosny, wierzby piaskowej oraz w mniejszym stopniu brzozy. W miarę rozwoju gatunków drzewiastych mech stopniowo wycofuje się z racji nadmiernego zacienienia terenu.

Rośliny krzewiasto-drzewiaste

Na procesy eoliczne, podobnie jak rośliny zielne, reagują niektóre gatunki krzewów i drzew, wśród których – ze względu na ich rozmiary (wysokość, stopień rozrastania) – gromadzi się więcej piasku niż wokół roślin zielnych. W związku z tym ich rola w procesie formowania i utrwalania wydm jest znamienna i łatwo zauważalna. W obrębie powstających pagórków piaszczystych, krzewy i drzewa są zawiewane do różnej wysokości. Rośliny te przy stopniowym zasypanyaniu przez lotne piaski wypuszczają korzenie przybyszowe z zawiewanych pni i gałęzi.

Salix arenaria – wierzba piaszkowa

Gatunek ten introdukowany na obszar Pustyni Błędowskiej (Szczypek, Wach, Wika, 1994); nasadzony bądź spontanicznie rozmnażany, przekształca pole deflacyjne w obszar akumulacji. Piasek transportowany przez wiatr powoduje powstawanie pagórków o dość regularnym zarysie kolistym lub eliptycznym (fot. 1). Synchronicznie z dostawą materiału i zmianą morfometrii tych form rozrasta się także wierzba. Proces agradacji piasków przebiega etapami przerywanymi formowaniem niewielkiej miąższości poziomów akumulacji organicznej.

Wiatr formujący pagórki nie tylko przenosi piasek, lecz także substancję organiczną pochodzenia allochtonicznego. Świadczy o tym analiza gatunkowa nierozłożonych resztek organicznych w wyniku której stwierdzono, że na powierzchni pagórów – pod kępami roślin – występują liście buka zwyczajnego *Fagus sylvatica*, czeremchy amerykańskiej *Padus serotina* oraz grabu zwyczajnego *Carpinus betulus*, tj. roślin, które na obszarze Pustyni Błędowskiej nie występują. Materiał ten wzbogaca lokalną warstwę ściółki glebowej.

Salix arenaria posiada nadzwyczaj bogato rozgałęziony system korzeniowy, cechujący się dużą liczebnością drobnych korzonków dobrze wiążących luźne podłoże. Utrudnia ona wymuszoną anemologicznie migrację piasku i stanowi jądro formujących się małych pagórków na pustyni. Zасыpywane pędy wypuszczają korzenie przybyszowe i rozrastają się zarówno w kierunku poziomym jak i pionowym. Tym samym wiek wierzby może świadczyć o czasie utrwalaenia powierzchni piaszczystej. *Salix arenaria* zatrzymuje między gałęziami cały opad własnych liści oraz nawiewanych allochtonicznych i autochtonicznych substancji organicznych, które ulegają przysypywaniu przez piasek.

We wkopach wykonanych pod zasypaną wierzbą piaszkową stwierdzono występowanie naprzemianległych serii warstw czystego piasku i cienkich smug (poziomów) próchnicznych. Te ostatnie powstają z rozkładu przysypanych piaskiem liści i innego detrytus organicznego. Największa miąższość cechuje zawsze poziom próchniczny leżący bezpośrednio nad skalą macierzystą. Podobne warstwowanie zostało stwierdzone na terenach porośniętych przez roślinność murawową. Korzenie wszystkich roślin penetrują tylko warstewki próchniczne, czerpiąc z nich substancje pokarmowe, nie wnikają do piaszczystej skały macierzystej.

Wierzba piaszkowa jest rośliną w dużej mierze zmieniającą morfologię Pustyni Błędowskiej (fotografie na 4. stronie okładki), której powierzchnię urozmaicają pagórkowate formy eoliczne o wysokości 40–60 cm, a niekiedy nawet 1.5–2 m. Ich lokalizacja jest częściowo związana z rozrastającymi się wierzbami. Kępy tych krzewów osiągają najczęściej średnicę 2–5 m, a ich wysokość waha się od 30 do 60 cm. W przypadku krzewu rozrośniętego w poziomie powierzchnia kępy ocienia do 80% pagórka. Na wysokich formach (do 2 m) środkowa część kępy obumiera i zostaje zasiedlana przez *Koeleria gluca*. Wierzba porasta jedynie obrzeża pagórka. Prawdopodobną przyczyną ustępowania wierzby w centralnej części kępy jest zmniejszenie przewodności gleby i destruktywny wpływ silnych wiatrów.

Salix acutifolia – wierzba ostroliśtna

Innym introdukowanym krzewem, utrwalającym piaski pustyni jest *Salix acutifolia*. Pędy tej wierzby, a szczególnie młode gałązki pokryte są białym nalotem woskowym, który pełni znaczącą rolę w jej gospodarce wodnej, zapobiegając jednocześnie nadmiernemu nagraniu pędów. Data wprowadzenia tego gatunku na Pustynię Błędowską nie jest dokładnie znana. Dobrzańska (1955) wspomina, że *Salix acutifolia* jest sadzona miejscami na piaskach pod Olkuszem.

Omawiany gatunek był i jest powszechnie wykorzystywany do utrwalaenia piasków. Fragmenty jego gałęzi wsadzone w piasek szybko i łatwo ukorzeniają się dzięki dużej zdolności do wytwarzania korzeni przybyszowych (Amageldyev, Allakov, 1986; Budaeva, Budaev, 1990).

Z przeprowadzonych obserwacji terenowych wynika, że roślina ta bardzo dobrze rozmnaża się w sposób wegetatywny. Miejscami długość korzeni między rośliną macierzystą a odrostem wynosi około 8 m. Ponadto tworzy ona korzenie przybyszowe na pniach zasypywanych przez piasek.

Wierzba ostroliśtna stosunkowo szybko rośnie. Silne krzewienie i szybki wzrost pędów przyczyniają się do powstawania w krótkim czasie przeszkód dla lotnych piasków. Dzięki swoim właściwościom wierzba ta aktualnie kształtuje fizjonomię znacznej części Pustyni Błędowskiej (fotografie na 4. stronie okładki). Należy także podkreślić, że bierze ona udział nie tylko w utrwalaeniu powierzchni piaszczystych, lecz także w procesie wzbogacenia piasku w substancję organiczną. Jako gatunek liściasty i szybko rosnący produkuje dużą masę substancji organicznej, która jest z kolei ważnym elementem stymulującym powstawanie próchnicy. Ma również

określone znaczenie gospodarcze, bowiem z cienkich i wiotkich jej gałązek miejscowa ludność wyplata koszyki. Działalność ta prowadzi do szybkiego wypuszczania odrostów w miejscu wycinanych gałęzi. Tym samym stosunkowo szybko zwiększa się biomasa i procent zacienienia powierzchni nagiego piasku.

Warto dodać, że w Błędowie w 1913 roku istniała „Błędownska Spółka Koszykarska”, gospodarująca na powierzchni około 350 ha (720 morgów) (Deja, 1998).

Pinus sylvestris – sosna zwyczajna

Na badanym terenie jest widoczne mechaniczne oddziaływanie wiatru na pokrój sosny przejawiające się krępą budową i silnym rozgałęzieniem przy stosunkowo rzadkim występowaniu form sztandarowych. Podjęto również próbę oceny wpływu zanieczyszczeń emitowanych z pobliskich zakładów przemysłowych na rozwój sosny zwyczajnej. Stwierdzono, że długość igieł na gałęziach waha się w zakresie 5–7 cm. Są one na ogół grube i sztywne. Nie zaobserwowano żadnych przejawów uszkodzenia w postaci suchoczubów lub chlorozy. Zauważalny jest wyjątkowy przyrost roczny na szczycie drzewa o długości dochodzącej nawet do 50 cm.

Pinus sylvestris jest na Pustyni Błędownskiej jedynym gatunkiem, wśród roślinności krzewiasto-drzewiastej, który po przysypaniu nie wypuszcza korzeni przybyszowych. Przy odsłonięciu kilku okazów sosny nie znaleziono takich zarówno przy gałęziach jak i przy pniu. Fakt ten potwierdzają także przeprowadzone badania przez Kobendzę (1932) w Puszczy Kampinoskiej, jak i na Olchonie przez Wikę, Snytko i Szczyпка (1997). W miarę zasypywania sosna wypuszcza młodsze korzonki ku górze od starych korzeni, czyli wykazuje geotropizm ujemny. Z czasem dolny system korzeniowy – z uwagi na brak powietrza w piasku – obumiera (Leyton, Rousseau, 1958). Dzięki rozgałęzionemu systemowi korzeniowemu zapewnia sobie ona dostarczenie odpowiedniej ilości wody oraz przyswajalnych składników pokarmowych. Na młodych korzonkach sosny zaobserwowano także zjawisko mikoryzy, stwierdzone również na innych obszarach (Carlisle, Brown, 1968).

Betula pendula – brzoza brodawkowata

Jako gatunek pionierski chętniej zasiedla tereny odsłonięte. Jest częstym elementem na obszarze Pustyni Błędownskiej, gdzie częściowo została sztucznie wprowadzona celem zmniejszania powierzchni nagich piasków. Drzewo to jest dobrze przystosowane zarówno do zawiewania jak i do odwiewania, co potwierdzają obserwacje poczynione w transekcie Centuria. W miarę zasypywania i podnoszenia się poziomu piasku brzoza wypuszczała korzenie przybyszowe z zasypanego pnia. W przypadku niektórych okazów dostrzeżono istnienie mikoryzy, która – jak twierdzi Atkinson (1992) – jest bardzo ważnym czynnikiem w rozwoju brzozy, szczególnie w okresie młodości. Dzięki temu obszary piaszczyste o glebie ubogiej w składniki pokarmowe mogą być zasiedlane przez ten pionierski gatunek drzewa.

Odsłonięcie korzeni brzozy naraża je na bezpośrednie oddziaływanie promieniowania słonecznego. Przed przegrzaniem bronią się one przez wytworzenie, podobnie jak na pniu, białej korowiny zawierającej betulinę.

TYPY SUKCESJI ROŚLINNOŚCI NA PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ

Biocenoza należy do dynamicznie zmieniających się elementów geosystemu, stąd każda z nich obserwowana czy analizowana w danym czasie, wcześniej czy później zostanie zastąpiona przez inną. Zmiany w biocenozach są powodowane przez różnorodne czynniki zarówno naturalne jak i antropogeniczne.

Zdolność do zmian jest jedną z najważniejszych cech biocenz, wynikających z otwartego charakteru systemu obiegu energii, materii i informacji. Na biocenozę stale oddziałują czynniki zewnętrzne. Nieodwracalne, kierunkowe zmiany zbiorowisk roślinnych, przejawem których jest zmiana jednej fitocenozy w drugą, określa się mianem sukcesji (Clements, 1916). Znając prawidłowości rządzące procesami sukcesji można przewidywać skład występujących kolejno po sobie zbiorowisk roślinnych. Kierunkowość i nieodwracalność zmian fitocenozy pozwala na odróżnienie sukcesji od fluktuacji.

„Fluktuacja jest procesem nieustannych zmian o różnym czasie trwania, występujących mozaikowo w zbiorowisku, nie powodujących jednak trwałych przekształceń w zbiorowisku jako całości. Fluktuacja zachodzi, jeśli zachowane zostaną właściwe danemu typowi zbiorowiska: struktura, funkcja i charakter powiązań wewnętrznych z pozostałymi komponentami oraz z siedliskiem i środowiskiem. Fluktuacja wyraża się głównie zastępowaniem osobników starszych przez młodsze tego samego gatunku lub innych gatunków o podobnych wymaganiach ekologicznych. Fluktuacja jest więc procesem stabilizującym zbiorowisko (i całą biocenozę)” (Faliński, 1991). Zmiany fluktuacyjne mogą przyczynić się więc do procesów przyspieszenia lub zwalniania tempa sukcesji.

W wyniku prowadzonych badań ekologicznych, na terenie Pustyni Błędowskiej wyróżniono dwa typy sukcesji: pierwotną i wtórną. Na obszarze objętym badaniami wydzielono rejon, gdzie sukcesję pierwotną zapoczątkowują fitocenozy formujące się na podłożu całkowicie pozbawionym przez deflację pokrywy glebowej. Rejon ten aktualnie obejmuje niewielkie fragmenty obszaru badań. Inny typ podłoża stanowią powierzchnie z zachowaną reliktową, częściowo zniszczoną pokrywą glebową. Najczęściej mamy jednak do czynienia z piaskami wzbogaconymi materia organiczną (w tym z rozwianych gleb) – w tych przypadkach zachodzi sukcesja wtórna.

Substratem wyjściowym w obydwu przypadkach jest jednak podłoże piaszczyste. Sukcesja zachodząca na takim podłożu nazwana została przez Clementsa (1916) sukcesją typu *psammosera*. Nie ulega wątpliwości, że podobieństwo wyjściowego substratu nadaje piętno przebiegowi sukcesji pierwotnych jak i wtórnych.

Sukcesja pierwotna

Ważnym elementem krajobrazu, mającym znaczący wpływ na proces sukcesji pierwotnej na badanym obszarze są – opisane wcześniej – stosunki wodne. Niedobór wody w okresie wegetacyjnym jest podstawowym czynnikiem ograniczającym rozwój roślinności, a zarazem jest główną przeszkodą, powodującą opóźnienie zarastania pustyni. W czasie sukcesji pierwotnej ważną rolę odgrywają procesy transportu propagul (nasiona, rozmnóżki itp.) oraz sposób ich rozwoju. Ich transport z okolicznych lasów umożliwiał i umożliwia nadal zasiedlanie uprzednio odlesionych obszarów. Transport ten zachodzi drogą anemochoryczną i zoochoryczną (np. *Quercus robur* – przenoszenie przez ptaki). Fakt, że pustynia otoczona jest kompleksami leśnymi, sprzyja dostarczaniu propagul. Początkowo proces zasiedlania w niektórych miejscach był znacznie utrudniony, ponieważ jałowy piasek nie stwarzał dogodnych warunków do kiełkowania nasion wielu roślin naczyniowych. W tym przypadku prawdopodobnie skuteczniejsze jest zasiedlanie przez diaspory roślin zarodnikowych (glony, mszaki i porosty), ze względu na ich małe wymagania ekologiczne. W inicyjalnej fazie sukcesji nasiona roślin kwiatowych nie zasiedlają w dostatecznym stopniu badanego terenu. Do takiego stwierdzenia upoważniają obserwacje aktualnie zachodzących procesów sukcesyjnych na Pustyni Błędowskiej.

W czasie, kiedy pokrywa roślinna jest jeszcze luźna, procesy konkurencyjne nie odgrywają żadnej roli. Związane jest to z dużą ilością wolnych nisz ekologicznych gotowych do zasiedlania. Występujące początkowo w podłożu silne okresowe braki wody, niedobór substancji organicznej oraz dostępnych dla roślin przyswajalnych składników pokarmowych stanowią poważne ograniczenie w sukcesji. W tej fazie główną rolę odgrywają mikroorganizmy, zdolne do wiązania wolnego azotu atmosferycznego (Rabotnow, 1985), mogące się rozwijać w ok-

resie dostatku wilgoci (wczesna wiosna, późna jesień). W procesie wzbogacania podłoża w składniki pokarmowe w dalszej kolejności znaczącą rolę odgrywają glony. Te autotroficzne organizmy żyjące zarówno w stanie wolnym (na powierzchni piasku) lub związane symbiotycznie z grzybami (porosty), stanowią źródło substancji organicznej oraz stwarzają dogodniejsze podłoże dla kolejnych organizmów. Duże znaczenie ma także dostawa substancji o charakterze allochtonicznym z przyległych terenów (nawiewanie liści i igieł).

Rośliny naczyniowe biorące udział w inicjalnym etapie sukcesji charakteryzują się zdolnością do rozwoju na podłożu okresowo suchym i ubogim w mineralne składniki pokarmowe. Rośliny pionierskie wykazują także przystosowania do życia w warunkach intensywnego nasłonecznienia.

W pierwszej fazie obserwowany jest wzrost zawartości substancji organicznej w glebie, a także akumulacja mineralnych składników pokarmowych. Coraz większe ich ilości koncentrują się w obumarłych organach roślinnych, gromadzących się w ściółce i próchnicy. W pierwszym etapie, przy małym zapotrzebowaniu, co roku wzrastają ilości dostępnych dla roślin składników pokarmowych w glebie. Zbiorowiska roślinne stają się także coraz bardziej złożone pod względem struktury (warstwowość i mozaikowość). Proces ten trwa do czasu osiągnięcia przez układ stadium klimaksowego.

Podsumowując można powiedzieć, że konsekwencją każdego procesu sukcesyjnego jest istotna zmiana zarówno w strukturze zbiorowisk roślinnych, jak i w obrębie kształtujących się profilów glebowych.

Sukcesja wtórna

Aktualnie duża część obszaru Pustyni Błędowskiej podlega wtórnej sukcesji naturalnej oraz sukcesji „wspomaganej”. W pierwszym przypadku zachodzi ona drogą naturalną bez udziału człowieka, według schematu sukcesji pierwotnej (rys. 5), jednak na piaskach już wzbogaconych w substancję organiczną.

W procesie sukcesji wtórnej – wspomaganej istotną rolę odegrał człowiek przez celowe wprowadzanie gatunków drzew, krzewów, jak i roślin zielnych w celu utrwalania lotnych piasków. Z tego powodu świadomie wybierał on gatunki wykazujące ekologiczne przystosowania do tego typu podłoża. Do tego celu szczególnie nadawały się *Elymus arenarius*, *Salix arenaria* i *S. acutifolia*.

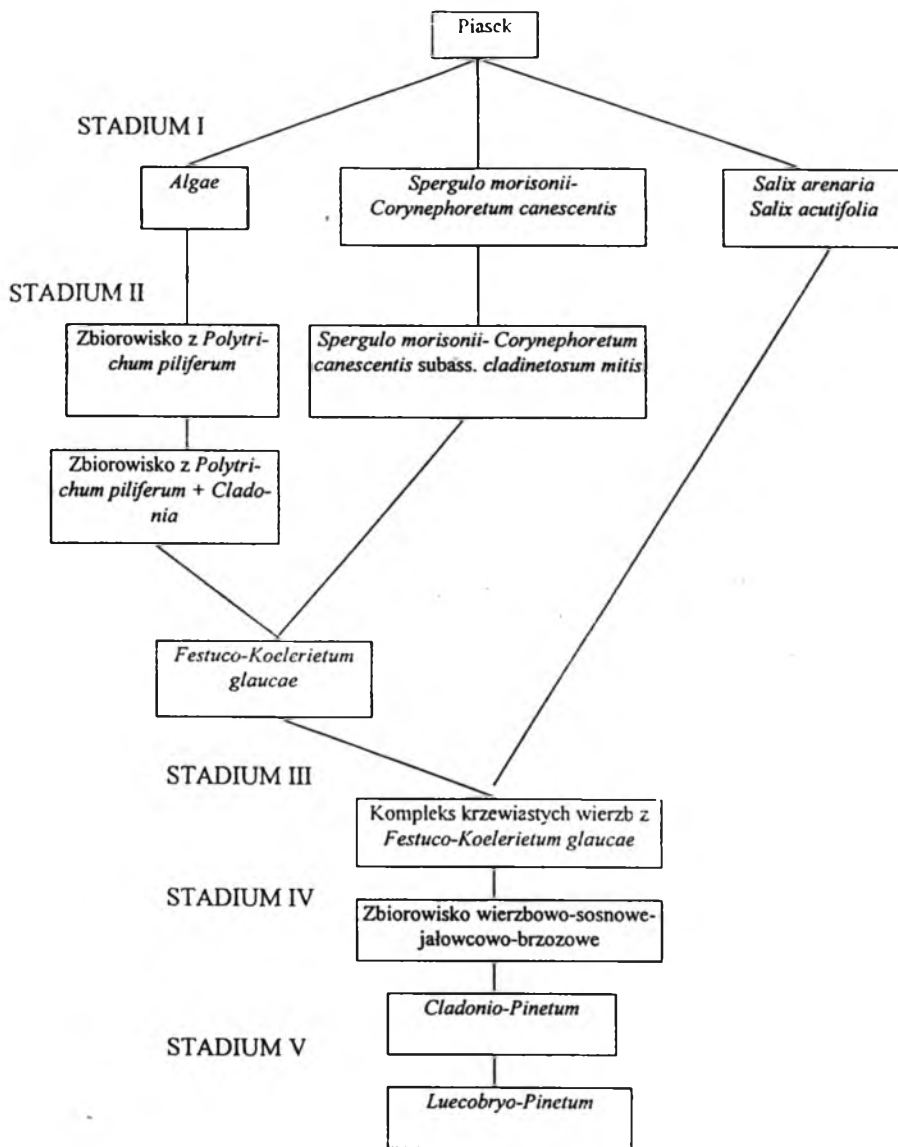
Po wybudowaniu Huty Katowice utworzono pas ochronny wokół tego obiektu. W ramach projektowanych zalesień cała zachodnia część Pustyni Błędowskiej została obsadzona gatunkami drzewiastymi. Wprowadzono tu wówczas zarówno drzewa rodzime (*Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Alnus incana*, *A. glutinosa*) jak i obce (*Pinus nigra*, *P. strobus*, *Padus serotina*, *Robinia pseudacacia* i *Quercus rubra*). Te sztuczne zalesienia doprowadziły do dalszego zmniejszenia obszaru lotnych piasków oraz przyczyniły się do zahamowania naturalnego przebiegu sukcesyjnego.

Przebieg sukcesji

W wyniku prowadzonych badań dotyczących procesów sukcesji, na Pustyni Błędowskiej wyróżniono obecność pięciu stadiów sukcesyjnych: stadium wkraczania roślinności (I), stadium zadarniania (II), stadium zakrzewiania (III), stadium formowania się biogrup (IV), stadium zalesiania (V) (rys. 5).

Stadium I

Stadium to różni się sposobem przebiegu faz inicjalnych (rys. 5). Wspólną ich cechą jest wkraczanie roślin na jałowy piasek. Piaski nagie są zasiedlane przez naziemne glony *Algae* z rodzaju *Tribonema*. Jednak te w rzeczywistości zostały wcześniej zasiedlone przez mikroorganizmy. Modyfikują one najpierw podłoże, wzbogacając je między innymi w przyswajalne związki azotowe wytworzone z azotu atmosferycznego, które normalnie nie są dostępne dla rozwijających się tu roślin (Ostrowski, Symonides, 1994). Właśnie dzięki takiemu „nawożeniu” naturalnemu osiedlają się glony. Rozwijają się one na obszarach, gdzie jest ustabilizowany piasek. Częstym powodem stabilizacji piasków w tej fazie jest uwilgotnienie powierzchni. Glony zajmują największą powierzchnię w ok-



Rys. 5. Schemat przebiegu sukcesji na obszarze Pustyni Błędowskiej
 Fig. 5. The sequence of plant succession in the Błędów Desert

resie wczesnowiosennym (zwłaszcza po deszczu). Stwarzają tak zwaną piśń, która powoduje spajanie ziaren piasku tworząc „skorupę” na jego powierzchni. Dzięki niej utrwała się powierzchniowa warstwa piasku, co utrudnia jego rozwiwanie. W miarę upływu czasu na zajęte przez glony powierzchnie wkraczają mszaki i porosty (Zielińska, 1967 i obserwacje własne). Pozytywna rola glonów w tym stadium sukcesji polega także na ich zdolności do pochłaniania i gromadzenia wilgoci oraz do wzbogacania epiedonów w substancję organiczną i przyswajalne składniki mineralne. Stymuluje to również dodatkowo wzrost populacji innych mikroorganizmów glebowych (Stina, Golerbach, 1976).

__Drugi sposób zostaje zainicjowany przez wierzbę piaskową, występującą często w towarzystwie *Salix acutifolia* (rys. 5). Na piasku wzbogaconym w składniki pokarmowe (opad i nawianie liści) w kępach wierzb rozwijają się zarówno rośliny zarodnikowe, np. porosty z rodzaju *Cladonia*, jak i naczyniowe. Z roślin naczy-

niowych pojawiają się tu: *Koeleria glauca*, *Hieracium pilosella* oraz siewki *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, a często także *Juniperus communis*. Dają one początek zbiorowiskom wierzbowo-sosnowo-jałowcowo-brzozowym. Ze stadium pierwszego przechodzą one bezpośrednio do stadium III.

Inny sposób opanowania piasków przez roślinność odbywa się przez pionierską murawę ze szczotliczą siwą *Corynephorus canescens*. Towarzyszą jej porosty, np. *Coelocaulon aculeatum*, a miejscami – *Stereocaulon incrustatum*, z nieznacznym udziałem gatunków psammofilnych: *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum* czy *Rhacomitrium canescens*. Murawa ta formuje się na obszarach, gdzie piasek jest luźny. W tym stadium inicjuje ona zarówno początek utwalania piasku jak i procesy glebotwórcze.

Stadium II

Proces rozwoju podzespołu *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis* subass. *cladinetosum mitis* poprzedzony jest stopniowym wkraczaniem znacznej liczby gatunków z rodzaju *Cladonia* jak: *Cladonia cervicornis* ssp. *verticillata*, *C. uncialis*, *C. glauca*, a także przedstawiciele innych rodzajów, jak *Cladonia mitis*, *Coelocaulon aculeata*, *Stereocaulon condensatum* i *S. incrustatum*. W brioflorze nie zachodzą istotne zmiany. Z roślin nasiennych dochodzą kolejno: *Hieracium pilosella*, *Rumex acetosella* i *Koeleria glauca*. Pojawienie się tu także siewek sosny, brzozy i sporadycznie jałowca należy traktować jako naturalne zjawisko, stanowiące zaczątki warstwy krzewiastej, z której powstaje przyszły las. Na tym etapie stopniowo zachodzi ustępowanie murawy szczotlichowej, na rzecz murawy strzęplicowej.

Mszaki zasiedlające powierzchnie uprzednio zajęte przez glony reprezentowane są w znaczącym stopniu przez *Polytrichum piliferum*. Natomiast mniejszy udział mają: *Ceratodon purpureus* i *Rhacomitrium canescens*. *Polytrichum piliferum* licznie występuje w obniżeniach między pagórkami; często też pojawia się na północnych stokach pagórków, które są nieco wilgotniejsze od stoków południowych. W tym stadium płonnik ten tworzy zbite darnie, co uniemożliwia wkraczanie roślin kwiatowych.

W następnej fazie porosty z rodzaju *Cladonia* kolonizują mszyste darnie (*Polytrichum piliferum*). Prowadzi to do ich destrukcji i przyczynia się do zróżnicowania siedliska i zbiorowiska roślinnego. W kolejnym etapie na tak przygotowane podłoże wkraczają murawy, których fizjonomię kształtuje strzęplica sina. W warunkach Pustyni Błędowskiej towarzyszą jej *Hieracium pilosella*, *Rumex acetosella* i inne (tab. 14).

Stadium III

W stadium tym następuje ostateczne kształtowanie się murawy strzęplicowej. Zasadnicze zmiany zachodzą także w rozwoju biogrup. Początkowo, jako gatunek dominujący w biogrupie, występuje *Salix acutifolia*. Zwiększa ona swoje rozmiary. Rozrastanie biogrup doprowadza do zacinienia powierzchni gruntu, wzbogacenia podłoża w substancję organiczną oraz łagodzi kseryczne stosunki w glebie. Wzajemne oddziaływanie tych czynników powoduje powstawanie pod osłoną biogrupy nieco odmiennej niszy ekologicznej.

Stadium IV

Charakteryzuje się ono zwieraniem biogrup i stopniową eliminacją murawowej roślinności światłolubnej. Na tym etapie murawy występują tylko na przestrzeniach pomiędzy biogrupami odległymi od siebie. W przypadku, gdy rozrośnięte biogrupy zbliżają się do siebie, dochodzi do ich połączenia. W dalszym etapie sukcesji zasięg kęp roślinności drzewiastej powiększa się na tyle, że zaczynają się formować inicjalne stadia leśne z charakterystycznym dla borów runem jak: *Pyrola chloranta*, *P. uniflora* czy *Deschampsia flexuosa*, a następnie dalsze wzbogacanie innymi gatunkami borowymi (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*). Jest to faza przygotowawcza do przejścia do stadium lasu. Charakteryzuje się ona powstawaniem coraz silniejszej konkurencji międzygatunkowej. Wobec wzajemnego zacinienia gatunków roślin w obrębie formującego się lasu, konkurencji o wodę i składniki pokarmowe przewagę uzyskują drzewa (sosna i brzoza), a krzewy (*Salix acutifolia*) zamierają.

Stadium V

Końcowym etapem sukcesji na badanym terenie jest bór chrobotkowy *Cladonio-Pinetum*. Zespół ten jest charakterystyczny dla skrajnie ubogich, wydmych gleb piaszczystych. W miarę wzrastania zasobności gleby, bór ten może przekształcić się w bór świeży *Leucobrio-Pinetum*.

Na zakończenie należy podkreślić, że sukcesja roślinności na terenie Pustyni Błędowskiej nieco różni się w swoim przebiegu od tego procesu, analizowanego na innych obszarach przez innych autorów (*Cowles*, 1899, 1901; *Clements*, 1916; *Kobenzina*, *Kobendza*, 1958; *Olson*, 1958; *Zielińska*, 1967; *Symonides*, 1979 i in.). Wspomniani wyżej autorzy nie podają żadnych informacji o stadium glonowym, które odgrywa istotną rolę w procesie utrwalania luźnych piasków. Jedynie *Zielińska* (1967) wymienia glony, jako składnik zbiorowisk roślinnych. Na obszarze Pustyni Błędowskiej natomiast – jak podano wcześniej – zasiedlają one masowo nagie piaski, zwłaszcza w obrębie pól deflacyjnych. Kolejna różnica polega na specyfice formujących się biogrup. Pozostałe stadia sukcesji mają przebieg analogiczny, jak na obszarach badanych przez wspomnianych autorów.

WPLYW SZATY ROŚLINNEJ NA PROCESY GLEBOWOTWÓRCZE

Gleby Pustyni Błędowskiej nie były do tej pory przedmiotem badań ze zrozumiałych względów. Obszar objęty procesami deflacji i eolicznej akumulacji z natury rzeczy jest pozbawiony pokrywy glebowej, jednak od momentu jego zarastania powinien być przedmiotem zainteresowania gleboznawców. Niniejsza praca nie ma na celu przeprowadzenia pełnych studiów gleboznawczych na tym obszarze, próbuje jedynie ustalić prawidłowości procesów glebotwórczych w krótkim czasie w powiązaniu z sukcesją roślinności.

Główną i jedyną skałą macierzystą gleb na pustyni są piaski proluwialno-rzeczne i eoliczne (Szczypek, Wach, Wika, 1994). Są one bogate jedynie w kwarc, natomiast bardzo ubogie w potencjalne składniki pokarmowe niezbędne dla roślinności. Charakteryzują się niską pojemnością wodną, małą zwięzłością i dużą przepuszczalnością. Na takim podłożu – w trakcie jego utrwalaenia przez roślinność – zachodzi niemal „na naszych oczach” proces formowania się gleby.

Na badanym obszarze wykonano szereg profili glebowych pod różnymi zbiorowiskami roślinnymi, reprezentującymi odmienne stadia sukcesyjne z *Algae*, *Polytrichum piliferum*, *Koeleria glauca*, *Salix arenaria*, *S. acutifolia*, *Pinus sylvestris*.

Obserwuje się tu wyraźnie dwojaki sposób inicjowania procesów glebowych. Jeden z nich zaczyna się od nagromadzenia substancji organicznej namywanej ze znajdujących się w sąsiedztwie pagórków. Znaczącą rolę odgrywa również allochtoniczna substancja organiczna (nawiana z sąsiednich zalesionych terenów) koncentrująca się w obniżeniach terenu, gdzie podlega procesom humifikacji i formuje inicjalny poziom próchniczny (O/A). Stadium to nie pojawia się na powierzchniach z widocznym udziałem producentów.

W innym pionierskim stadium formowania się gleby znaczący udział odgrywają glony z grupy *Tribonema*, które w okresach dostatku wilgoci masowo opanowują nagie powierzchnie piasków oraz świeże pola deflacyjne. Wczesnowiosenne masowe powawy glonów doprowadzają do spajania powierzchniowej warstwy piasku. W okresach późniejszych niedostatków wilgoci zasychają, tworząc na powierzchni piasków „skorupę” bogatą w związki organiczne (tab. 16). Mechaniczne zniszczenie skorupy (przez zwierzęta i człowieka) sprzyja procesom deflacyjnym i zasypywaniu piaskiem powierzchni z glonami. Jeżeli profil taki nie będzie przez kilka lat naruszony, a proces zasypywania będzie się powtarzał, wytworzą się tu specyficzne cienkie smugi ciemniejszego piasku wzbogaconego w substancje organiczne pochodzenia glonowego. Jasne smugi stanowi piasek świeżo nawiewany.

Tabela 16. Opis profilu glebowego pod glonami *Algae*

Table 16. Description of the soil profile under *Algae*

Poziom	Głębokość [cm]	Opis profilu
O/A	0–1	Piasek średnio i drobnoziarnisty, koloru jasnoszarego, twarda warstewka (skorupa), utrwalona glonami.
A/C	1–5	Drobnoziarnisty luźny piasek, brunatnożółty z humusowymi plamami, o szarym odcieniu.
C	5–45	Piasek drobnoziarnisty, żółty. Na głębokości 20 cm spotyka się miejscami rzadkie plamy rdzawe.

W kolejnym stadium formowania się gleby podłoże jest zasiedlane przez *Polytrichum piliferum* (tab. 17), które charakteryzuje się stosunkowo dużą biomasą w porównaniu do poprzedniego zespołu roślinnego. Przyspane okazy tego mchu przebijając się przez piasek tworzą nowy aparat asymilacyjny (Leach, 1931). Platy tego plonnika tworzą lokalnie zwartą pokrywą mszystą odporną na rozwiewanie.

Przy formowaniu opisanych wcześniej gleb, głównym źródłem próchnicy są obumarłe części glonów, mszaków oraz niewielki udział mają szczątki roślin wyższych, przenoszonych przez wiatr i wodę. Oba profile glebowe, zarówno pod glonami jak i mszakami, wykazują podobieństwo co do cech fizyko-chemicznych. Mają

Tabela 17. Opis profilu glebowego pod *Polytrichum piliferum*
 Table 17. Description of the soil profile under *Polytrichum piliferum*

Poziom	Głębokość [cm]	Opis profilu
O/A	0–4	Jasnoszary, drobnoziarnisty, wilgotny piasek z pojedynczymi korzeniami <i>Salix acutifolia</i> , znajdującej się w odległości 8 metrów od odkrywki.
C	4–60	Drobnoziarnisty piasek ,żółty z wyraźnym warstwowaniem - barwa jaśnieje w głąb profilu.

odczyn słabo kwaśny i niską kwasowość hydrolityczną oraz są mało zasobne w potencjalne składniki mineralne (tab. 20, 21). Lokalnie większe nagromadzenie humusu w poziomie O/A w formie kieszeni, uwarunkowane jest dostawą materiału obcego pochodzenia. Po tych procesach glebotwórczych związanych z rozkładem i działalnością mikroorganizmów i mchów, piasek jest już wystarczająco wzbogacony w substancje organiczne, aby osiedliły się tu rośliny o wyższych wymaganiach siedliskowych.

Profil z *Salix arenaria* (tab. 18) wykonano na pagórku o wysokości 80 cm i 60%-stopniem pokrycia roślinnością. Wierzba piaskowa, dzięki swojej krzewiastej budowie, przyczynia się do zatrzymywania allochtonicznego materiału organicznego, który po rozkładzie dodatkowo wzbogaca ściółkę macierzystą. Powstają wówczas warunki umożliwiające kolonizację kęp wierzbowych przez inne gatunki. Gleba ta jest bardzo uboga w potencjalne mineralne składniki pokarmowe, co wynika ze zdecydowanej dominacji kwarcu w składzie piasku. W poziomie A podwyższona jest ogólna zawartość Ca, Mg, K, Na, Fe. Związane jest to prawdopodobnie z biologiczną akumulacją tych składników w fazie mineralizacji ściółki (tab. 27).

Tabela 18. Opis profilu glebowego pod *Salix arenaria*
 Table 18. Description of the soil profile under *Salix arenaria*

Poziom	Głębokość [cm]	Opis profilu
O	0–0,5	Ściółka z liści wierzb, oddziela się wyraźnie od mineralnego podłoża, jest sucha, spotyka się również liście: <i>Salix acutifolia</i> <i>Betula pendula</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Quercus robur</i> oraz rzadziej igliwie <i>Pinus sylvestris</i> .
A	0,5-8	Piasek luźny, szary z brązowym odcieniem, dużo korzeni wierzb (niektóre znajdują się w odległości 4-8 m od macierzystych kęp).
D ^{* 1 eol}	8–30	Średnioziarnisty piasek, jasnobrunatny z szarymi (zawierający humus) i jasnymi naprzemianległymi warstwami, mocno zbity, dużo korzeni.
D _{2 eol}	30–58	Średnioziarnisty, zbity i wilgotny piasek, jasnoszary z humusowymi warstewkami - mniej korzeni niż w poziomie D ₁ .
D _{3 eol}	58–90	Piasek drobnoziarnisty, płowy z żółtym odcieniem.

* - określenia D_{eol} zostały wprowadzone na potrzeby tej pracy w związku z unikalnym charakterem tego poziomu. Jest to poziom narastający w wyniku nawiewania piasku i humifikacji w przerwach między kolejnymi jego dostawami. Powoduje to powstawanie utworu z licznymi warstewkami próchnicznymi

Profil z *Koeleria glauca* (tab. 19) został wykonany we wschodniej części badanego terenu na pagórku eolicznym o wysokości 1.5 m porośniętym murawą strzępicową. Omawiany profil zlokalizowany jest nad kopalną glebą bielicową ogłowioną, tj. pozbawioną górnych poziomów glebowych. W profilu tym zaznaczają się wyraźnie poziomy B. Brak poziomu bielicowego E wynika z jego rozwiewania na skutek intensywnego rozwoju procesów deflacyjnych prawdopodobnie związanych z wycięciem lasów na obszarze dzisiejszej Pustyni Błędownskiej. Powstawanie poziomów O/A i B jest związane z zasypywaniem, obumieraniem i rozkładem systemu korzeniowego strzępicy sinej w fazie zarastania. Proces ten prowadzi do powstania poziomu akumulacyjno-próchnicznego o niewielkiej miąższości. Wraz z głębokością zawartość humusu maleje, co związane jest z malejącą ku dołowi masą korzeni strzępicy. Wybrane cechy utworów glebowych w tym profilu zawiera tab. 22.

Tabela 20. Wybrane cechy utworów glebowych w profilu pod *Algae*
 Table 20. Selected features of structural soil composition in the profile under *Algae*

Poziom	Głębokość [cm]	Odczyn		Kwasowość hydrolityczna [me/100 g]	Humus	Zawartość ogółem										
		H ₂ O	KCL			Ca	Mg	K	Na	Zn	Pb	Mn	CaCO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
		[pH]	[%]													
O/A	0 - 4	5.42	4.73	-	0.91	0.031	0.014	0.21	0.049	0.0009	0.0	0.0055	0.0	0.38	1.40	0.022
C	6 - 16	5.50	4.92	-	0.00	0.034	0.013	0.24	0.062	0.0006	0.0	0.0024	0.0	0.13	1.22	0.011

Tabela 21. Wybrane cechy utworów glebowych w profilu pod *Polytrichum piliferum*
 Table 21. Selected features of structural soil composition in the profile under *Polytrichum piliferum*

Poziom	Głębokość [cm]	Odczyn		Kwasowość hydrolityczna [me/100 g]	Humus	Zawartość ogółem										
		H ₂ O	KCL			Ca	Mg	K	Na	Zn	Pb	Mn	CaCO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
		[pH]	[%]													
O/A	0 - 4 A ₁	5.28	4.69	0.9	0.68	0.045	0.028	0.27	0.066	0.0018	0.0	0.0070	0.0	0.47	1.48	0.011

Tabela 22. Wybrane cechy utworów glebowych w profilu pod *Koeleria glauca*
 Table 22. Selected features of structural soil composition in the profile under *Koeleria glauca*

Poziom	Głębokość [cm]	Odczyn		Kwasowość hydrolityczna [me/100 g]	Humus	Zawartość ogółem										
		H ₂ O	KCL			Ca	Mg	K	Na	Zn	Pb	Mn	CaCO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
		[pH]	[%]													
O/A	0 - 5	6.10	5.10	0.98	2.97	0.033	0.023	0.25	0.065	0.0065	0.0	0.0047	0.0	0.40	1.30	0.007
B	5 - 12	6.27	5.14	0.75	0.64	0.028	0.010	0.22	0.061	0.0004	0.0117	0.0050	0.0	0.23	0.92	0.012
D	12 - 53	6.35	5.07	-	0.06	0.054	0.029	0.29	0.085	0.0027	0.0	0.0083	0.0	0.44	1.90	0.016
B _{1top}	53 - 62	6.34	5.14	-	-	0.040	0.015	0.37	0.079	0.0007	0.0	0.0041	0.0	0.19	1.23	0.007
B _{2top}	62 - 75	6.13	5.12	-	-	0.031	0.012	0.23	0.061	0.0006	0.0	0.0044	0.0	0.15	1.23	0.021
B _{top/C}	72 - 83	6.17	5.02	-	-	0.026	0.013	0.23	0.061	0.0008	0.0	0.0070	0.0	0.20	1.06	0.007

Tabela 19. Opis profilu glebowego pod *Koeleria glauca* z glebą kopalną
 Table 19. Description of the soil profile with a level of fossil soil under *Koeleria glauca*

Poziom	Głębokość [cm]	Opis profilu
O/A	0–5	Piasek drobnoziarnisty, ciemnoszary z lokalnymi ciemniejszymi plamami, wilgotny, luźny, dużo drobnych korzeni <i>Koeleria glauca</i> i rozkładających się korzeni <i>Corynephorus canescens</i> .
B	5–12	Piasek drobnoziarnisty, luźny i wilgotny, ciemnobrązowy z lokalnymi jasnymi plamami, udział korzeni znacznie mniejszy, stopniowe przejście w następną warstwę.
D	12–53	Piasek drobnoziarnisty, jasnożółty, dobrze widoczne warstwowanie o charakterze eolicznym, pojedyncze korzenie.
B _{10s}	53–62	Piasek średnioziarnisty, warstwa szara o ciemnym odcieniu, widoczne warstwowanie, ciemne warstwy przechodzą w jasne, wilgotna, pojedyncze korzenie, ostre przejście.
B _{20s}	62–75	Piasek ciemnobrunatny z lokalnymi żółtymi plamami, miejscami dobrze „scementowany”, nieco więcej korzeni niż w poprzednim poziomie, granica dolna nierówna, wchodzi w dół klinem do głębokości 83 cm, ostre przejścia
B _{10s} /C	72–83	Piasek średnioziarnisty zbity, płowy, dużo ciemnobrunatnych żyłek zgodnych z linią pseudofibru (rdzawy zaciek), wilgotny, zmniejszył się udział korzeni, przejście wyraźnie widoczne.
[C]	83–139	Piasek drobnoziarnisty, jasnożółty, wilgotny i luźny

Profil glebowy z *Pinus sylvestris* (tab. 23) znajduje się w pobliżu poprzednio opisanej murawy strzęplicowej, na szczycie pagórka eolicznego pod okapem 6-metrowej sosny o obwodzie 28 cm w części odziomkowej i 13 cm w pierśnicy. Wiek tej sosny oszacowano na około 25 lat. Zaobserwowano silne rozgałęzienie drzewa, głównie w części środkowej i odziomkowej oraz duże przyrosty roczne (u szczytu drzewa do 50 cm, zaś gałęzi bocznych średnio o 13 cm), a także bujny wzrost korony drzewa (obwód średnicy – 4.8 m). Wyżej wymienione fakty wskazują na brak lub słaby wpływ czynników limitujących rozwój sosny. W jej bliskim sąsiedztwie występuje *Salix acutifolia*, a także spotyka się pojedyncze okazy *Elymus arenarius*, *Koeleria glauca* i *Epipactis atrorubens*. Profil glebowy pod sosną charakteryzuje się stosunkowo znaczną miąższością ściółki złożonej z igliwia, kory, suchych gałązek i szyszek, słabym procesem bielicowania poziomu O/A i występowaniem licznych kopalnych poziomów próchnicznych w skale podłoża (D₁-D₃). Miąż-

Tabela 23. Opis profilu glebowego pod *Pinus sylvestris*
 Table 23. Description of the soil profile under *Pinus sylvestris*

Poziom	Głębokość [cm]	Opis profilu
O	0–6,5	Ściółka iglasta, kawałki kory, gałązki, szyszki sosny. Górna warstwa nie rozłożona i wilgotna.
O/A	7-8	Piasek jasnoszary, wilgotny i luźny
D _{1 eol}	8–50	Piasek drobnoziarnisty, jasnożółty, dużo korzeni sosny do głębokości 25 cm, głębiej ich ilość zmniejsza się, a na głębokości 25 cm występuje warstwa zhumifikowana.
D _{2 eol}	50–80	Piasek drobnoziarnisty, jasnoszary, luźny, ostra granica.
D _{3 eol}	80–88	Piasek średnioziarnisty, jasnożółty z szarawym odcieniem, wilgotny
D _{4 eol}	80–106	Piasek drobnoziarnisty, jasnożółty, słabo wilgotny.

szość ściółki, wynosząca 6.5 cm, jest uwarunkowana przewagą opadów igliwia sosny nad tempem ich rozkładu. Iglowie bogate jest w substancje garbnikowe – woski i smoly (Ponomareva, 1964; Ponomareva, Plotnikova, 1980; Aleksandrova, 1980), które ograniczają procesy rozkładu. Obserwowana, prawie nie rozłożona górna część ściółki i słabo rozłożona,

dolna jej część, świadczy o niedostatecznie rozwiniętej florze grzybowej, która jest niezbędna do jej rozkładu. Mała miąższość i słabe bielcowienie poziomu O/A spowodowane są dwoma czynnikami: (1) małą dostawą kwasów organicznych (szczególnie fulwowych) powstałych ze słabo rozłożonej ściółki do warstwy mineralnej, oraz (2) stosunkowo krótkim okresem, w którym zachodziły procesy glebotwórcze (około 20 lat).

Te dwa czynniki mają również istotny wpływ na procesy tworzenia poziomu B. Obecność kopalnych poziomów próchnicznych, występujących w większości badanych profilów, wskazuje na ogromną rolę roślinności podczas zarastania Pustyni Błędowskiej i kształtowania jej morfologii.

Gleba rozwijająca się pod *Salix acutifolia* (tab. 24) posiada odmienną budowę od gleby pod *Pinus sylvestris*. Profile oddalone są od siebie zaledwie 11 m. Wierzba ostroliśtna rośnie na stosunkowo płaskiej powierzchni u podnóża pagórka eolicznego. Posiada ona jeden główny pień i 16 grubych (w większości suchych) odrostów, które odchodzą z części przyziemnej. Pod okapem wierzby obserwuje się masowe odnawianie sosny zwyczajnej. Na tej podstawie można wnioskować, że wierzba tworzy sprzyjające siedlisko dla siewek sosny. Część peryferyjną kępy zasiedla murawa strzępnicowa. Profil glebowy formujący się pod wierzbą ostroliśtną różni się od profilu pod sosną następującymi cechami (tab. 25, 26): cienką miąższością ściółki, a większym stopniem jej rozkładu szczególnie w dolnej części poziomu (O); wyraźnie zaznaczającym się poziomem próchnicznym; brakiem śladów procesu bielcowienia.

Tabela 24 Opis profilu glebowego pod *Salix acutifolia*
Table 24. Description of the soil profile under *Salix acutifolia*

Poziom	Głębokość [cm]	Opis profilu
O	0-2	Poziom ciemnobrązowy, miejscami ściółka (głównie liście i gałązki <i>Salix acutifolia</i>) ma kolor czarny
O/A	2-5	Warstwa koloru ciemnoszarego, gruba warstwa materiału humusowego, dużo drobnych korzeni, wilgotna, układ pulchny, ostre przejście.
A	5-20	Piasek drobnoziarnisty, jasnoszary, widoczne warstwowanie, mało korzeni, mniej ostra granica przejścia.
D1	20-38	Piasek drobnoziarnisty, płowy z żółtym odcieniem, słabo widoczne warstwowanie, przejście stopniowe.
D2	38-86	Piasek drobnoziarnisty, jasnopłowy miejscami z żółtymi plamami

Zaznaczone różnice między glebami pod wierzbą i sosną wynikają z odmiennych procesów biochemicznych zachodzących w ich profilach. Wyrazem tego jest między innymi przestrzenna zmienność odczynu glebowego wzdłuż linii transektów (rys. 6). Wiąże się to ze składem chemicznym liści tych gatunków. O ile odczyn gleby pod wierzbami ma tendencje do alkalizacji, o tyle w glebach pod sosnami występują odwrotne relacje (rys. 7).

Opad wierzb jak i innych gatunków liściastych bogaty jest w elementy o charakterze zasadowym oraz w azot (Rodin, Bazilevič, 1965). Zawiera on małą masę substancji garbnikowych, wosków i smoly w przeciwieństwie do igliwia sosnowego. Z powyższych względów opad ściółki wierzbowej rozkładany jest głównie przez florę bakteryjną. W wyniku tego powstają kwasy organiczne: fulwowe (głównie w przypadku rozkładu igliwia) i huminowe. Te ostatnie są słabo rozpuszczalne w wodzie (Ponomareva, 1964; Aleksandrova, Plotnikova, 1980; Aleksandrova, 1980), co wpływa na ich małą ruchliwość. W związku z tym są one akumulowane bezpośrednio pod ściółką, dając ciemne zabarwienie poziomom genetycznym w glebie. Częściowe ich uruchomienie następuje dopiero pod wpływem zasad pochodzących z rozkładu liści wierzb, co pozwala im migrować na niewielką głębokość, gdzie przyczyniają się do powstawania poziomu akumulacji próchnicy A.

Przy użyciu aparatu polowego Viso-Color oznaczono również orientacyjną zawartość substancji organicznej i wybranych składników przyswajalnych (NO_3 , NH_4^+ , P_2O_5 , K) w wybranych poziomach glebowych profilów rozwiniętych pod różną roślinnością (tab. 28).

Jak wynika z tabeli, rezerwy substancji pokarmowej dostępnej dla roślin występują jedynie w dużej ilości w namytej substancji organicznej. Przyswajalne składniki pokarmowe na powierzchniach porośniętych roślinnością są natomiast zużywane i wchodzą w obieg biologiczny.

Tabela 25. Wybrane cechy utworów glebowych w profilu pod *Pinus sylvestris*
 Table 25. Selected features of structural soil composition in the profile under *Pinus sylvestris*

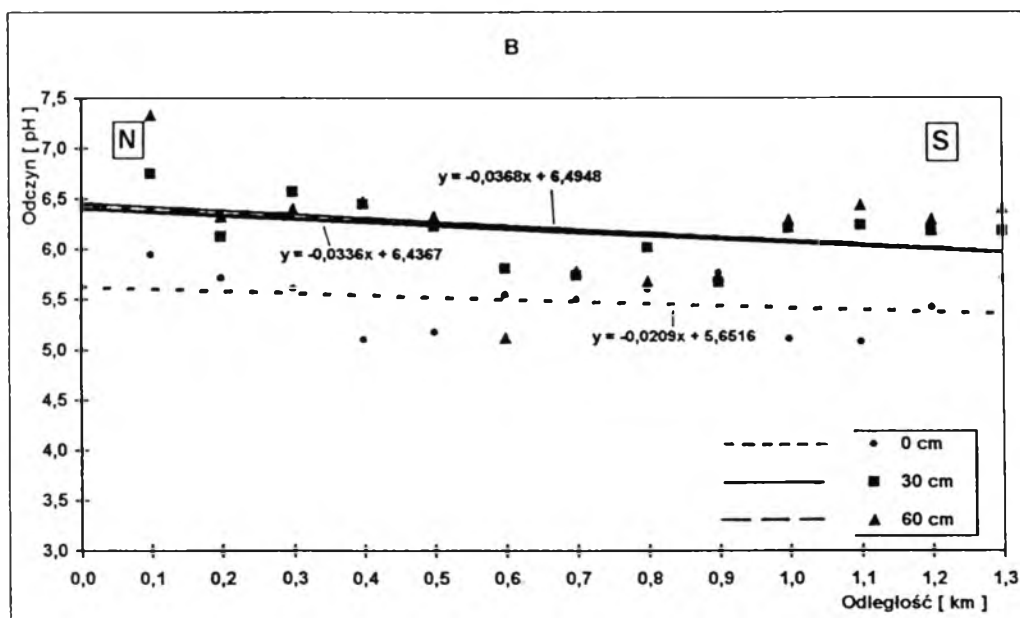
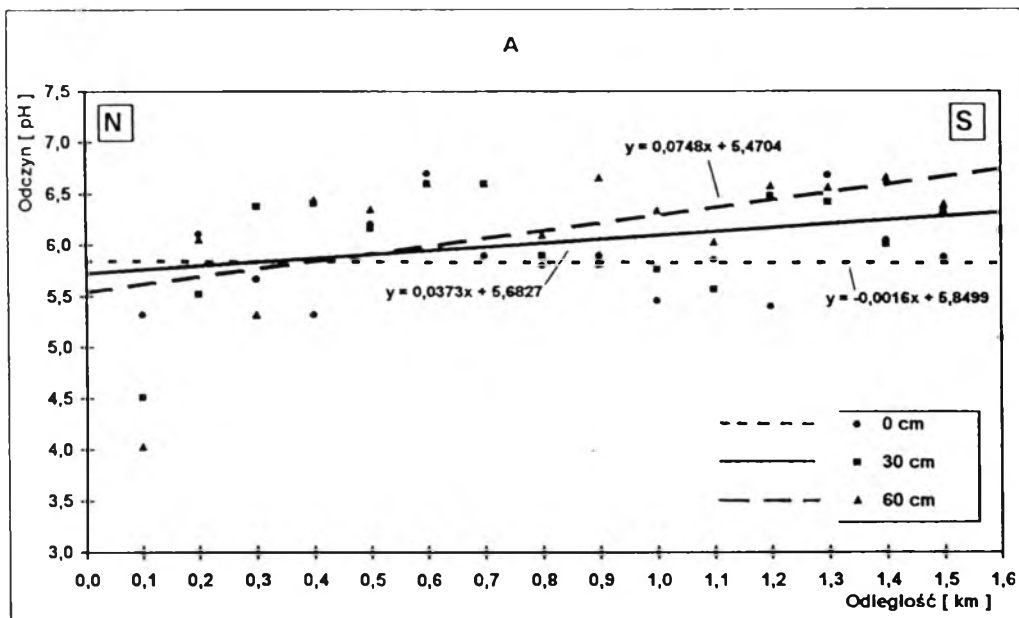
Poziom	Głębokość [cm]	Odczyn		Kwasowość hydrolytyczna [me/100 g]	Humus	Zawartość ogółem										
		H ₂ O	KCL			Ca	Mg	K	Na	Zn	Pb	Mn	CaCO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
		[pH]				[%]										
O	0 - 6	4.52	3.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O/A	7 - 8	6.10	5.05	0.82	0.80	0.075	0.024	0.28	0.074	0.0065	0.0	0.0000	0.0	0.025	1.48	0.007
D ₁	10 - 20	5.75	4.85	0.82	0.16	0.031	0.015	0.26	0.077	0.0007	0.0	0.0021	0.0	0.150	1.31	0.005
D ₂	40 - 50	5.90	4.94	0.67	-	0.036	0.011	0.22	0.063	0.0002	0.0	0.0022	0.0	0.110	0.88	0.000
D ₃	60 - 70	6.30	5.18	0.45	-	0.029	0.012	0.24	0.065	0.0004	0.0	0.0025	0.0	0.100	0.95	0.000

Tabela 26. Wybrane cechy utworów glebowych w profilu pod *Salix acutifolia*
 Table 26. Selected features of structural soil composition in the profile under *Salix acutifolia*

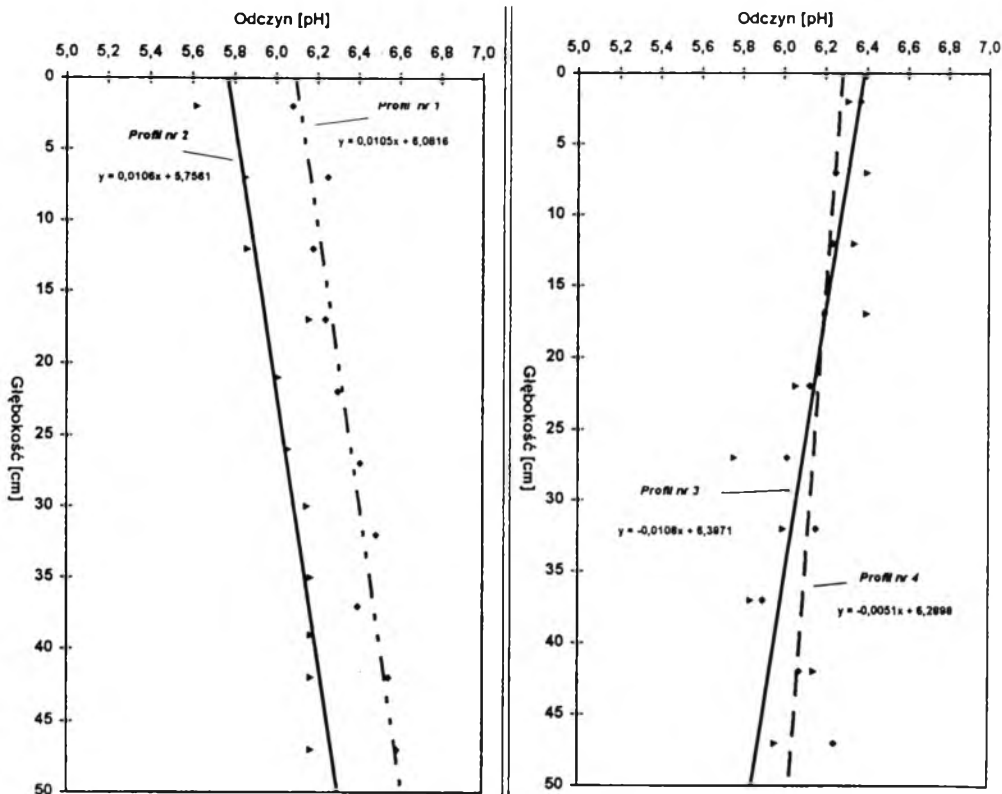
Poziom	Głębokość [cm]	Odczyn		Kwasowość hydrolytyczna [me/100 g]	Humus	Zawartość ogółem										
		H ₂ O	KCL			Ca	Mg	K	Na	Zn	Pb	Mn	CaCO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
		[pH]				[%]										
O	0-0.5	5.90	5.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O/A	0.5-6	6.28	5.66	-	7.78	0.086	0.024	0.23	0.058	0.0030	0.0	0.0093	0.0	0.35	1.41	0.017
A	10 - 20	6.28	5.02	-	0.43	0.029	0.014	0.26	0.066	0.0012	0.0	0.0053	0.0	0.16	1.13	0.002
D ₁	30 - 38	6.05	4.95	-	0.02	0.037	0.015	0.22	0.059	0.0011	0.0	0.0053	0.0	0.23	0.98	0.021

Tabela 27. Wybrane cechy utworów glebowych w profilu pod *Salix arenaria*
 Table 27. Selected features of structural soil composition in the profile under *Salix arenaria*

Poziom	Głębokość [cm]	Odczyn		Kwasowość hydrolytyczna [me/100 g]	Humus	Zawartość ogółem										
		H ₂ O	KCL			Ca	Mg	K	Na	Zn	Pb	Mn	CaCO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
		[pH]				[%]										
O	0 - 0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	0.5 - 0.8	5.62	4.59	3.37	2.32	0.084	0.029	0.28	0.068	0.0029	0.0107	0.0069	0.0	0.38	-	0.000
D ₁	10 - 20	5.10	4.66	1.05	0.27	0.029	0.013	0.26	0.062	0.0009	0.0	0.0037	0.0	0.15	-	0.003
D ₂	25 - 35	5.90	4.76	0.68	0.16	0.021	0.012	0.25	0.059	0.0009	0.0	0.0025	0.0	0.15	-	0.004



Rys. 6. Odczyn glebowy wzdłuż transektu „Centuria” (A) i „Źródliisko Białej” (B)
 Fig. 6. Reaction (pH) of soils along the profile „Centuria” (A) and „Źródliisko Białej” (B)



Rys. 7. Odczyn glebowy pod *Pinus sylvestris* i *Salix acutifolia*:

profil 1 - pod *Pinus sylvestris* (20 lat) i innymi gatunkami: *Pyrolla chlorantha*, *Pyrolla media*, *Quercus robur*, *Juniperus communis*; profil 2 - pod *Pinus sylvestris* (35 lat) i innymi gatunkami: *Quercus robur*, *Molinia arundinacea*, *Entodon schreberie*, *Politrychum juniperinum*; profil 3 - pod *Salix acutifolia* i innymi gatunkami: *Koeleria glauca*, *Arabis arenosa*, *Hieracium pilosella*, *Salix arenaria*, siewki *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*; profil 4 - pod *Salix acutifolia* i innymi gatunkami: *Corynephorus canescens*, *Koeleria glauca*

Fig. 7 Reaction (ph) of soils under *Pinus sylvestris* and *Salix acutifolia*:

profile 1 - under *Pinus sylvestris* (20 age) with *Pyrolla chlorantha*, *Pyrolla media*, *Quercus robur*, *Juniperus communis*; profile 2 - under *Pinus sylvestris* (35 age) with *Quercus robur*, *Molinia arundinacea*, *Entodon schreberi*, *Politrychum juniperinum*; profile 3 - under *Salix acutifolia* with *Koeleria glauca*, *Arabis arenosa*, *Hieracium pilosella*, *Salix arenaria*, *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*; profile 4 - under *Salix acutifolia* with *Corynephorus canescens*, *Koeleria glauca*

Tabela 28. Zawartość substancji organicznej i wybranych przyswajalnych składników pokarmowych

Table 28. Content of organic components and selected food elements for plants

Lp.	Miejsca poboru próbek	Humus	Przyswajalne składniki pokarmowe			
			NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K
			[mg/l]			
1	Nawiany piasek obok sosny	0,99	5,0	10,0	0,0	<2
2	Pod namytą substancją organiczną	2,96	10,0	100	0,5	4,9
3	W obniżeniach pod namytą substancją organiczną	3,17	10,0	75,0	0,0	0,0
4	Głony wraz z namytą substancją organiczną	2,41	-	-	-	-
5	Nawiany piasek na polu deflacyjnym z glonami	1,2	-	-	-	-
6	Piasek z glonami	2,41	0,0	25,0	0,0	0,0

7	Pod zagłoniętymi piaskami	1,86	-	-	-	-
8	Pod <i>Politrichum piliferum</i>	0,99	-	-	-	-
9	Pod darnią mszysto-porostową	4,27	-	-	-	-
10	Pod darnią mszysto-porostową	7,00	5,00	0,0	0,0	0,0
11	Pod darnią mszysto-porostową	4,27	10,0	0,0	0,0	0,0
12	Pod <i>Politrichum piliferum</i>	6,24	10,0	10,0	0,0	0,0
13	Pod zamierającymi kępami szczytliczy siwej	0,77	-	-	-	-
14	Pod zbiorowiskiem z strzępica siałą	1,42	-	10,0	0,5	<2
15	Pod wierzbą piaskową na pagórku eolicznym - smuga organiczna	0,77	-	10,0	-	-
16	Pod wierzbą piaskową - na pagórku	0,66	-	-	-	-
17	Smuga organiczne (głęb. 25-30cm) pod wierzbą piaskową	0,65	-	-	-	-
18	Pod wierzbą ostrolistną - piasek nawiany	0,77	-	-	-	-
19	Pod wierzbą ostrolistną	3,28	10,0	0,0	0,0	0,0
20	Pod wierzbą ostrolistną	1,86	5,0	10	0,5	0,0
21	Pagórek eoliczny pod okazałą wierzbą ostrolistną	1,02	5,0	0,0	0,0	0,0
22	Pod wierzbą ostrolistną	1,58	-	-	-	-
23	Pod 35-letnią sosną	2,48	-	-	-	-
24	Pod 23-letnią sosną	1,87	10,0	0,0	0,0	0,0
25	Smuga organiczna pod sosną na głębokości 30 cm	0,20	0,0	0,0	0,5	<2
26	Pod biogrupami z przewagą sosny	1,53	-	-	-	-
27	Pagórek eoliczny pod 20-letnią osiką	1,86	-	-	-	-
28	Pod 10-letnią brzozą brodawkowatą	0,54	-	-	-	-
29	Miejsca wylewania ługów posulfitowych	6,46	-	-	-	-
30	Miejsca wylewania ługów posulfitowych - głębokość 30 cm	0,11	10,0	0,0	0,0	0,0
31	Pod 10-cm darnią z trzcinnikiem piaskowym - w zagłębieniu	2,30	-	-	-	-

Na Pustyni Błędownskiej stwierdzono również występowanie gleb kopalnych. Pod tym pojęciem należy rozumieć gleby wytworzone w dawniejszym okresie, później zaś przykryte warstwą osadów różnej miąższości (jeśli występują one na powierzchni, noszą nazwę gleb reliktowych) (Karpńska, Mostowik, 1976). W wyniku prowadzonych badań gleboznawczych na obszarze Pustyni Błędownskiej natrafiano na 8 stanowisk gleb kopalnych. Prawdopodobnie jest ich znacznej więcej. Są to najczęściej gleby bielcowe i rdzawe, zalegające na różnej głębokości (10–160 cm). W większości profiliów gleb kopalnych brak jest poziomu A, a poziom E jest słabo zachowany. Zostały one rozwiane w procesach eolicznych. Dobrze zachowały się natomiast poziomy wmycia B, które lokalnie tworzą rudawce. Budowę profili gleb kopalnych można scharakteryzować za pomocą poniższych przykładów.

Pierwszym przykładem jest gleba kopalna w transekcji „Centuria”, występująca pod pagórkiem eolicznym o wysokości około 3 m. Pagórek zasiedlony jest przez murawę strzępicową, a w jego pobliżu (4 m) występują pojedyncze okazy *Salix arenaria* i *S. acutifolia*. Poziom E jest zachowany częściowo, a poziom B jest nie naruszony. W profilu tym miejscami zaznaczają się wyraźne zacieki organiczno-żelaziste. W poziome wmycia występuje dużo korzeni wierzb, które świadczą o głębokiej penetracji rośliny w poszukiwaniu wody i pokarmu.

Drugi przykład stanowi gleba kopalna usytuowana we wschodniej części Pustyni Błędownskiej. Stanowisko znajduje się 150 m na zachód w linii prostej, prostopadłej do osi transektu „Źródło Białe”. Linia, na której znajduje się omawiane stanowisko przecina oś transektu w odległości 900 m od jego początku. Jest to gleba rdzawa słabo zbielicowana. Znajduje się na szczycie wału o płaskiej powierzchni pokrytej wysoką darnią trzcinnika piaskowego i w mniejszym stopniu płatami szczytlicza rozszalanego i borówką brusznicą. Gleba ta została przykryta średnio 12-cm warstwą piasku, a miejscami występuje bezpośrednio na powierzchni. Fakt ten upoważnia do nazywania jej glebą reliktową, w profilu której zachował się cały komplet poziomów genetycznych.

W miejscach występowania gleb kopalnych, roślinność jest wyjątkowo bujna i różna od otoczenia, bowiem korzysta nie tylko z młodych gleb powierzchniowych, lecz także sięga często korzeniami w głąb do gleb kopalnych po składniki pokarmowe i wodę. Wierzba ostrolistna penetruje korzeniami podłoże zwykle do głębokości 40 cm. W przypadku, gdy rozwija się nad glebą kopalną, korzenie te mogą sięgać na głębokość ponad 1.5 m. Powyższy fakt wskazuje, że stopień wnikania korzeni do gruntu na obszarze pustyni uwarunkowany jest zawartością substancji organicznej i wilgotnością gleb powierzchniowych, a także głębokością zalegania gleb kopalnych.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Pustynia Błędowska jest obszarem odkształconym antropogenicznie pod wpływem pośredniego oddziaływania średniowiecznego górnictwa i hutnictwa kruszcowego w sąsiednim Olkuszu i Sławkowie.
2. Rozwijające się na miększych piaskach biocenozy w okolicy Olkusza i Błędowa są najbardziej podatne na odkształcenia antropogeniczne. Destabilizacja ekosystemów leśnych na tych piaskach doprowadziła do uruchomienia procesów deflacyjnych i przebudowy rzeźby.
3. W lokalnej florze Pustyni Błędowskiej stwierdzono 106 gatunków roślin, wśród których dominują hemikryptofity. Biorąc pod uwagę czynniki ekologiczne jakimi są: światło, temperatura, wilgotność i zasobność siedlisk, przeważają tu rośliny przystosowane do pełnego oświetlenia, ciepłych, suchych i ubogich siedlisk.
4. Na badanym obszarze stwierdzono dwa typy sukcesji: pierwotną i wtórną, w obrębie których wyróżniono pięć stadiów sukcesyjnych: stadium wkraczania roślinności (I), stadium zadarniania (II), stadium zakrzewiania (III), stadium formowania się biogrup (IV) i stadium zalesiania (V).
5. Rola inicjalnego stadium glonowego w procesie zarastania Pustyni Błędowskiej jest wyjątkowo istotna poprzez utrwalanie i wzbogacanie jałowego piasku zwłaszcza na polach deflacyjnych, co stwarza warunki dla rozwoju innych organizmów.
6. Na badanym obszarze obserwuje się zanikanie typowej dla luźnych piasków murawy szczotlichowej *Spegulo morisonii-Corynephorum canescentis*, a wzrost udziału muraw strzępicowych *Festuco-Koelerietum glaucae*.
7. Istotną rolę w procesie zarastania pustyni odgrywają kilkugatunkowe biogrupy, które stanowią zgrupowania drzew i krzewów, wzajemnie się wspierających w niekorzystnych warunkach, panujących na omawianym obszarze.
8. Występowanie kopalnych gleb bielcowych i gleb rdzawych na badanym obszarze wskazuje, że teren ten przed uruchomieniem deflacji był pokryty roślinnością mozaikową (murawowo-borową).
9. Wyspowe występowanie zwartej roślinności na obszarze pustyni nad glebami kopalnymi wskazuje, że głównym czynnikiem ograniczającym sukcesję jest ubóstwo piaszczystego podłoża w związki organiczne i wodę. W związku z tym penetracja podłoża przez korzenie roślin zwłaszcza drzew i krzewów odbywa się w kierunku zasobniejszego podłoża.
10. Znaczącą rolę w procesie zarastania Pustyni Błędowskiej odegrało sztuczne nasadzenie drzew i krzewów oraz introdukcja wydmuchrzycy piaskowej *Elymus arenarius*, co doprowadziło do przyspieszenia tempa sukcesji także na obszarach niezalesionych.
11. Szczególnie istotne znaczenie w procesie zarastania piasków Pustyni Błędowskiej ma wierzba ostrolistna *Salix acutifolia*, która jest gatunkiem przystosowanym do wegetacji na świeżych piaskach. Pod jej kępami odnotowano stosunkowo szybki proces formowania poziomu próchnicznego.
12. Proces formowania się gleb wykazuje ścisły związek z sukcesją roślinności, wraz z jej postępowaniem także rośnie stopień wykształcenia się profilów glebowych.

13. Obecność poziomów zawierających próchnicę w obrębie osadów budujących pagórki eoliczne wskazuje na rolę roślinności w procesie ich formowania.
14. Kompleksy leśne otaczające pustynię są potencjalnym źródłem zapewniającym dostawę materiału organicznego, wzbogacającego piaski „pustyni” w związki próchniczne oraz nasiona drzew.
15. Niezmiernie istotna na Pustyni Błędowskiej jest rola roślinności pionierskiej jako żywej bariery w procesie zatrzymywania substancji allochtonicznej, przynoszonej przez wiatr z sąsiednich terenów.
16. Mimo że krajobraz Pustyni Błędowskiej ma charakter antropogeniczny, to ze względu na liczne walory naukowo-dydaktyczne oraz przyrodnicze stanowi poligon badawczy dla wielu działów nauki. W związku z tym powinien zostać spełniony postulat wielu badaczy o objęciu tego terenu ochroną rezerwatową.

PIŚMIENNICTWO

- Abt E. L. G., 1957. Memorial w sprawie kopalnictwa rud ołowiu i srebra na Góym Śląsku. Katowice
- Agricola G., 1931. De veteribus et novis metalica, tłum. S. Majewski, Katowice
- Alechin W. W., 1951. Rastitelnost SSSR w osnovnych zonach. Sovetskaja Nauka, Moskwa
- Alexandrowiczowa Z., 1962. Piaski i formy wydymowe Pustyni Błędowskiej. Ochrona Przyrody, 28. Kraków.
- Aleksandrova L. H., 1980. Organičeskoe veščestvo počvy i processy jego transformacii. Nauka, Leningrad.
- Atkinson M. D., 1992. *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. J. Ecol., Vol. 80, 175, 837-870.
- Arnageldyev V. V., Allakov R., 1986. Razvitie eolowego relefa peskov na pravobereże Amudari i voprosy ich zakreplenija. Geomorfologia, 4.
- Atlas jakości powierzchniowych wód płynących na obszarze działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Katowicach w 1994 roku. 1995. RZGW, Katowice. s. 30.
- Berger-Landefeldt U., Succopp H., 1965. Zur Synökologie der Sandtrockenrasen, insbesondere der Silbergrasflur – Verh. bot. Ver. Prov. Brandenb., 102, 41-98.
- Bernatowicz S., Wolny P., 1974. Botanika dla limnologów i rybaków. PWRiL, Warszawa.
- Bittmann E., 1953. Das Schilf. Angew. PflSoziol. 7.
- Bishop G. F., Davy A. J., 1994. *Hieracium pilosella* L. (*Pilosella officinarum* F. Schultz & Schultz-Bip.) J. Ecol., Vol. 82, 195-210.
- Blaszkowski J., 1994. Arbuscular fungi and mycorrhizae (*Glomales*) of the Hel Peninsula, Poland. Mycorrhiza 5, 71-88
- Bogdanowski J., 1964. Zagadnienie realizacji Jurajskiego Parku Krajobrazowego. Chronimy Przyrodę Ojczyzną, 20, 3.
- Bond T. E. T., 1952. *Elymus arenarius* L. J. Ecol., Vol. 40, 217-227.
- Borysiak J., 1994. Struktura aluwialnej roślinności ładowej środkowego i dolnego biegu Warty. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Brzeg A., Rakowski W., 1997. Uwagi o syntaksonomii muraw napiaskowych Polski. W: Wika S. (red.), Roślinność obszarów piaszczystych, WBiOŚ UŚ, ZJPK, Katowice-Dąbrowa Górnicza.
- Budaeva S. E., Budaev Ch., 1990. Sukcesionnyje processy travjanistoj rastitelnosti na peskach juga Burjatii w swiazi ich zakrepleniem, Geografia i prirodnye resursy, 3.
- Buzek L., Grygárek J., 1961. Pustynia Błędowska - pomocnik polského hornictvi. Uhlí, 3. Ostrava.
- Cabała S., 1990. Różnicowanie i rozmieszczenie zbiorowisk leśnych na Wyżynie Śląskiej. UŚ, Katowice.
- Carlisle A., Brown A. H. F., 1968. *Pinus sylvestris* L. J. Ecol., Vol. 56, 269-307.
- Charakterystyka klimatologiczna województwa katowickiego. IMGW, ZMiBS. Katowice, 1992.
- Celiński F., Czyłok A., 1995. Ogólna waloryzacja przyrodnicza Dąbrowy Górniczej. Urząd Miejski Dąbrowa Górnicza (m-pis).
- Celiński F., Czyłok A., Kubajak A., 1996. Przewodnik po Dąbrowie Górniczej. Wyd. Planta Kraków.
- Celiński F., Wika S., 1981. Influence de l'industrie sur le developpement de la vegetation de source. L'example du *Cochlearietum polonicae*. Colloques Phytosociologiques, 10. Lille.
- Cieśliński S., 1979. Udział oraz rola diagnostyczna porostów naziemnych w zbiorowiskach roślin naczyniowych Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej. Wyd. WSP, Kielce.
- Clements F. E., 1916. Plant succession an analysis of the development of vegetation. Washington.
- Chadwick H. W., Dalke P. D., 1965. Plant succession on dune sands in Fremont county. Idaho, Ecology, 46, 765-780.
- Chapman V. J., 1960. Salt marshes and Salt Deserts of the World. London-New York.
- Chapman V. J., 1964. Coastal vegetation. Oxford-New York.
- Cowles H. C., 1899. The ecological relation of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. Botanical Gazette, 27, 95-117.
- Cowles H. C., 1901. The physiographic ecology of Chicago and vicinity. Botanical Gazette, 31, 73-108.
- Czaja S., 1996. Antropogeniczne przemiany stosunków wodnych w rejonie Tamowskich Gór od końca XV do końca XIX wieku. W: Jankowski A., T., Kaniecki A., (red.), Dziejowe przemiany stosunków wodnych na obszarach zurbanizowanych, Poznań-Sosnowiec.
- Czczottowa H., 1928. Element atlantycki we florie Polski. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PUA, 65/66, Ser. A/B. Kraków.
- Czyżewska K., Olaczek R., 1983. Bełchatowski Okręg Przemysłowy w badaniach Instytutu Biologii Środowiskowej Uniwersytetu Łódzkiego. Acta Univ. Lodz., Folia Sozol., 1, 89-123.
- Czyżewska K., 1986. Murawy piaszkowe w Załęczańskim Parku Krajobrazowym (Wyżyna Wieluńska). Acta Univ. Lodz., Folia Sozol., 2, 471-522.
- Czyżewska K., 1992. Syntaksonomia śródładowych, pionierskich muraw napiaskowych. Monogr. Bot., 74.
- Czyżewska K., 1997. Pionierskie murawy napiaskowe Polski. W: Wika S. (red.): Roślinność obszarów piaszczystych. WBiOŚ UŚ, ZJPK, Katowice-Dąbrowa Górnicza.
- Dąbrowska K., 1946. Kapitał Błędowskiej Pustyni. Dziennik Polski, 29. X. 1946
- Deja I., 1998. Formowanie się biocenozy w wyniku użytkowania doliny Białej Przemszy w okolicy Błędowa. WNoZ UŚ Sosnowiec (m-pis).

- Dobrzańska J., 1955. Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Bolesławia i Olkusa. Acta Soc. Bot. Poloniae, 24, 2.
- Doktorowicz-Hrebnicki S., 1935. Arkusz Grodziec. Objąsnienie. Mapa szczegółowa Polskiego Zagłębia Węglowego 1 : 25 000. PIG, Warszawa
- Dudziak J., 1956. W sprawie rezerwatu na Pustyni Błędowskiej. Chronimy Przyrodę Ojczyzną, 2.
- Ellenberg H., 1979. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, 9, 1-122.
- Falińska K., 1990. Osobnik, populacja, fitocenoza. PWN, Warszawa.
- Faliński J. B., 1991. Procesy ekologiczne w zbiorowiskach leśnych. Phytocoenosis, 3 (N.S) Sem. Geobot, 1, 17-41
- Frohlich E., 1937. Studia systematyczne nad polskimi warzuchami (*Cochlearia* L.) z uwzględnieniem innych spokrewnionych z nimi gatunków europejskich, Bull. Acad. Pol. Sc., Ser. B.
- Fukarek F., 1967. Fitosocjologia. PWRiL, Warszawa.
- Gilewska S., 1972. Wyżyny Śląsko-Malopolskie. W: Klimaszewski M., (red.): Geomorfologia Polski, 1. Polska południowa - góry i wyżyny. PWN Warszawa.
- Gorham E., Pearsall W. H., 1956. Production ecology III. Shoot production in *Phragmites* in relation to habitat. Oikos, 7, 206-214.
- Greig-Smith P., 1948. *Urtica dioica* L. J. Ecol., 36, 23, 343-351.
- Haslam S. M., 1972. *Phragmites communis* Trin., J. Ecol., Vol. 60, 128, 585-610.
- Hetrick B.A.D., Wilson G.W.T., Hartnett D.C., 1989. Relationship between mycorrhizal dependency and competitive ability of two tallgrass prairie grasses. Can. J. Bot., 67, 2608-2615.
- Hürimann H., 1951. Zur Lebensgeschichte des Schilfs an den Ufern der Schweizer Seen. Beitr. geobot. Landesautn. Schweiz, 30.
- Janos D.P., 1980. Mycorrhizae influence tropical succession. Biotropica, 12, 56-64.
- Jankowski A. T., Wach J., 1984. Wpływ działalności górniczej na wody gruntowe w południowo-wschodniej części Wyżyny Śląskiej. Przewodnik Ogólnopolskiego Zjazdu PTG, Lublin.
- Jaguś A., Rzętała M., 1997. Przestrzenne zróżnicowanie wielkości jednostkowego spływu jonów Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, ze zlewni Przemysły w nawiązaniu do stopnia zagospodarowania jej powierzchni. Kształtowanie śród. geogr. i ochr. przyr. na obszar. uprzemysł. i zurb., 24. WBiOS, WNoZ UŚ, Katowice-Sonowice.
- Jaromin L., 1960. W obronie skarbów Pustyni Błędowskiej. Przyroda Polska, 1.
- Jasiński B., 1884. Osuszanie kopalń olkuskich. Wszechświat, t. 3, nr 41343.
- Kantor-Mirski M., 1932. Z przeszłości Zagłębia Dąbrowskiego i okolicy. Szkice monograficzne z ilustracjami, t. II. Sosnowiec.
- Karpińska Z., Mostowik K. (red.), 1976. Pięciopięcyczny Słownik Gleboznawczy. PWN, Warszawa.
- Kawaciński J., 1885. Odnowienie dawnej Sztolni Ponikowskiej. Przegląd Techniczny, 22.
- Kiszka J., 1979. Flora porostów (*Lichenes*) okolic Pustyni Błędowskiej. Studia Ośrodka Dok. Fizjogr. 7.
- Kleczkowski A., 1972. Wody powierzchniowe i podziemne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Studia Ośrodka Dok. Fizjogr. 1.
- Kłysińska J., 1985. Olkusz historia niezwykłego miasta. Poznaj Swój Kraj, 7.
- Kobendza R., 1932. Jak reaguje system korzeniowy sosny (*Pinus silvestris*) na zawianie przez piasek. Acta Soc. Bot. Pol., 9. Suppl.
- Kobenzina J., Kobendza R., 1958. Rozwiewanie wydmy Puszczy Kampinoskiej. W: Galon R. (red.): Wydmy śródlądowe Polski. PWN, Warszawa.
- Kobenzina J., 1969. Rola roślinności w powstawaniu wydm śródlądowych. W: Galon R. (red.), Procesy i formy wydmowe w Polsce. Prace Geogr. IG, PAN, 75. PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 1988. Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- Komaś J., 1972. Zespoły wydm śródlądowych. W: Szafer W., Zarzycki K., (red.): Szata roślinna Polski: PWN, Warszawa.
- Komaś J., Medwedcka-Komaś A., 1986. Geografia roślin. PWN, Warszawa.
- Kosiński W., 1882. Kopalnie olkuskie. Pamiętnik Fizjograficzny, II. Warszawa.
- Kozioł S., 1952. Budowa geologiczna Pustyni Błędowskiej. Z badań czwartorzędu w Polsce, 1. Biul. PIG, 65.
- Kozłowski K., 1887. O przemyśle górniczym w dawnej Polsce. Wszechświat, t. 6, nr 18-20.
- Krawczyk Z., Trembacowski J., 1986. Wpływ procesów eolicznych na zmiany powierzchni ziarn kwarcu piasków Pustyni Błędowskiej. Geographia, studia et dissertationes, 9. UŚ Katowice.
- Krotoska T., Tobolewski Z., 1979/1980. Zbiorowisko naziemnych porostów psammofilnych w Słowińskim Parku Narodowym. Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., Ser. B, 31, 53-63.
- Krutków A., 1961. Utrwalenie lotnych piasków śródlądowych za pomocą wydmuchrzy. Las Polski, 1.
- Krzyżkiewicz J., 1952. Czwartorzęd doliny Białej Przemysły pod Golczowicami. Z badań czwartorzędu w Polsce, 4. Biul. PIG, 68.
- Kuc M., 1966. Mchy Wyżyny Śląskiej (Okręg Wapienia Muszlowego). Acta Soc. Bot. Pol., 5, 4. Warszawa.
- Kucharzewski F., 1922. Polskie piśmiennictwo górniczo-hutnicze. Przegląd Górniczo-Hutniczy, 24.
- Kulmatycki W., 1946. O ochronę krajobrazu Pustyni Błędowskiej. Chronimy Przyrodę Ojczyzną, 3/4.
- Kwaśniewicz M., 1948. Zasoby piasku na Pustyni Błędowskiej. Przegl. Górniczy, 4, 35.
- Kwiatkowska A., 1957. Rozmieszczenie warzuchy polskiej *Cochlearia polonica* E. Frohlich w okolicy Olkusa. Fragm. Flor. et Geobot., 3, 1.

Kwiatkowska A., 1962. Warzucha polska, ginący gatunek endemiczny. Chronimy Przyrodę Ojczyzną, 18, 3.

- Lambert J. M., 1946. The distribution and status of *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. in the region of Surlingham and Rockland Broads, Norfolk. J. Ecol. 33, 230-67.
- Leach W., 1931. On the importance of some mosses as pioneers on unstable soils. J. Ecol., 19, 98-102.
- Lencewicz S., 1937. Wielka geografia powszechna - Polska. Warszawa.
- Leśniok M., 1996. Zanieczyszczenie wód opadowych w obrębie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Wyd. UŚ, Katowice.
- Lewandowski J., Zieliński T., 1990. Wiek i geneza osadów kopalnej doliny Białej Przemszy (Wyżyna Śląska). Biul. PIG, 364.
- Lewiński J., 1914. Utwory dyluwalne i ukształtowanie powierzchni przedlodowcowej dorzecza Przemszy. Prace Tow. Nauk. Warszawskiego, 7.
- Leyton L., Rousseau L. Z., 1958. Root growth of tree seedlings in relation to aeration, Physiology of Forest Trees (Ed. by K. V. Thimann), 467-75.
- Litewka Cz., 1974. Polska Sahara. Aura, 3.
- Łabęcki H., 1841. Wiadomość bibliograficzna o górnictwie w Polsce i naukach przyrodniczych ściśle z nim mających. Warszawa.
- Łabęcki H., 1850. Słów kilka o starożytnej odbudowie kopalni olkuskich i machinach w tychże, o płuczkach, prażeniu rudy ołowianej i hutach dawnych pod Olkuszem. „BW”, t. I.
- Łabęcki H., 1894. Galicyjskie kopalnie i warzelnia soli. Wieliczka.
- Łańcucka-Środoniowa M., 1948. Z Pustyni Błędowskiej. Bezpl. dodatek do nr 10 mies. krajoznawczego „Orii Lot”. Kraków.
- Mapa topograficzno-administracyjna. Województwo katowickie. PG-K, Katowice. 1992.
- Marshall J. K., 1965. *Corynephorus canescens* (L.) Beauv. as model for the *Ammophila* problem. J. Ecol., 53, 447-463.
- Marshall J. K., 1967. *Corynephorus canescens* (L.) Beauv. J. Ecol., 55, 207-220.
- Matuskiewicz W., 1981. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- Matyuk I. S., 1960. Some types of reed growths in the delta of the river Volga. Bot. Zh. SSSR, 45, 1681-1687.
- Michalik S., 1979. Szata roślinna okolic Pustyni Błędowskiej. Studia Osrod. Dok. Fizjogr., 7.
- Michalik S., 1985. Pustynia Błędowska. Poznaj swój kraj, 7.
- Mirek Z., Piękoś-Mirek H., Zajac A., Zajac M., 1995. Vascular Plants of Poland a checklist. Polish Bot. Stud., Guidebook Series, 15.
- Misra R. D., 1938. Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English Lakes. J. Ecol., 26, 411-51.
- Molenda D., 1963. Górnictwo kruszcowe na terenie złóż śląsko-krakowskich do połowy XVI wieku. Wrocław-Warszawa-Kraków. Zak. Nar. im Ossolińskich, Wyd. PAN.
- Molenda D., 1972. Kopalnie rud ołowiu na terenie złóż śląsko-krakowskich w XVI - XVIII wieku. Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk. Zak. Nar. im Ossolińskich, Wyd. PAN.
- Molenda D., 1978. Dzieje Olkusza do 1795 roku. W: Kiryk F., Kołodziejczyk R. (red.): Dzieje Olkusza i regionu olkuskiego, t. I. PWN Warszawa-Kraków.
- Motyka J., 1962. Ekologia roślin. PWRiL Warszawa.
- Mrozik A., 1989. Zespoły roślinne Pustyni Błędowskiej i jej najbliższego obrzeża. WBiOŚ UŚ, Katowice (m.-pis).
- Mrozik A., Wika S., 1993. O ochronę biotopów Pustyni Błędowskiej. Kształtowanie środow. geogr. i ochr. przyr. na obszar uprzemysł. i zurb., 8. WBiOŚ, WNoZ UŚ Katowice-Sonowice.
- Nałkowski W., 1888. Geograficzny rzut oka na dawną Polskę. Warszawa.
- Nałkowski W., 1887. Zarys geografii powszechnej. Warszawa.
- Niewdana J., 1993. Zagrożenia jakości wód trzaskowych rejonu Olkusza w związku z przewidywanym zakończeniem eksploatacji kopalni rud. Kras i speleologia, 7, UŚ Katowice, 57-60.
- Nowak S., 1978. Środowisko geograficzne. W: Kiryk F., Kołodziejczyk R. (red.): Dzieje Olkusza i regionu olkuskiego, t. I. PWN Warszawa-Kraków.
- Nowiński M., 1967. Polskie zbiorowiska trawiaste i turzycowe. PWRiL, Warszawa.
- Nyrek A., 1975. Gospodarka leśna na Górnym Śląsku od połowy XVII wieku do połowy XIX wieku. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, Seria A, 168.
- Ochyra R., Szmajda P. (red.), 1992. Atlas rozmieszczenia geograficznego mchów w Polsce, 8, 9-14.
- Ołaczek R., 1986. Ogólna charakterystyka przemian szaty roślinnej i krajobrazu Załęczańskiego Parku Krajoobrazowego (Wyżyna Wieluńska). Acta Univ. Lodz., Folia Sozol., 2, 203-224.
- Olsen C., 1921. Ecology of *Urtica dioica* L. J. Ecol., 9, 1.
- Olson J. S., 1958. Rates of succession and soil changes on southern Lake Michigan sand dunes. Botanical Gazette, 119, 125-170.
- Orłowicz M., 1946. Zaśmiecenie Pustyni Błędowskiej. Chronimy Przyrodę Ojczyzną, 2, 7/8.
- Ostrowski M., Symonides E., 1994. Słowiński Park Narodowy. Departament Ochrony Przyrody, MOŚZNiL, Warszawa.
- Pax F., 1918. Pflanzengeographie von Polen (Kongress-Polen). Berlin.
- Pejta P., 1947. Wydmny i lasy nadmorskie oraz utwalenie brzegów. Pr. Inst. Bad. Leśn., Ser. B, 11, Warszawa.
- Pelka J., 1994. Rekonstrukcja lokalnych warunków anemologicznych we wschodniej części Wyżyny Śląskiej na podstawie analizy eolicznych form terenu i drzew standardowych. W: Nowaczyk B., Szczypek T. (red.): Vistuliańsko-Holoceńskie zjawiska i formy eoliczne (wybrane zagadnienia), SGP, Poznań.

- Piech K., 1924a. Miraże w Pustyni Błędowskiej. Kosmos, 49.
- Piech K., 1924b. *Doronicum austriacum* Jasq. i *Cochlearia officinalis* L. w okolicy Olkusza. Acta Soc. Bot. Pol., 2, 3.
- Pietrzak J., Rozmus D., 1995. Wyniki badań ratowniczych na terenie osady hutniczej z XVI wieku w Hutkach, gmina Bolesław. W: Bąk K., Broda M., Morcinek G., (red.): Człowiek i Środowisko Naturalne Wyżyny Krakowsko-Wielunskiej, ZZJPK, Dąbrowa Górnicza.
- Piotrowska H., Celinski F., 1965. Zespoły psammofiline wysp Wolina i południowo-wschodniego Uznamu, Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., 20 Poznań.
- Podbielkowski Z., 1968. Rośliny wyd. PZWS, Warszawa.
- Podbielkowski Z., Podbielkowska M., 1992. Przystosowania roślin do środowiska. WS i P Warszawa.
- Ponomareva B. B., 1964. Teoria podzoloobrazowatego processa. Biochemiczne aspekty. Nauka, Moskwa-Leningrad.
- Ponomareva B. B., Plotnikova T. A., 1980. Gumus i počwoobrazowanie. Nauka, Leningrad.
- Przesmycki P., 1908. Przewodnik po Krakowsko-Wielunskim paśmie górskim. Kraków.
- Przesmycki P., 1928. Monografia Przyrodnicza powiatu olkuskiego z mapą geologiczną. „Przegląd Górniczo-Hutniczy”, 21, 19/20, 491-511.
- Rabotnow T. A., 1985. Fitocenologia ekologia zbiorowisk roślinnych. PWN Warszawa.
- Radwan M., 1963. Rudy, kuźnice i huty żelaza w Polsce. Warszawa.
- Reeves F. B., Wagner D., Moorman T., Kiel J., 1979. The role of endomycorrhizae revegetation practices in the semi-arid west I. A comparison of incidence of mycorrhizae in severely disturbed versus natural environments. Am. J. Bot., 66, 6-13.
- Rodin L. E., Bazilevich N. I., 1965. Dynamika organicznego veśčestva i biologičeskiej krugovorot zolnych elementow i azota v osnovnych typach rastitelnosti zemnego szara. Nauka, Moskwa, Leningrad.
- Roman L., 1952. Wykorzystanie piasków Pustyni Błędowskiej. PWG Warszawa.
- Romer E., 1912. Encyklopedia Polska I (Grzybowski J. i Weiner S., Plody kopalne ziem polskich - rudy cynku), s. 144.
- Różkowski A., Wilk Z. (red.), 1980. Warunki hydrogeologiczne złóż rud cynku i ołowiu regionu śląsko-krakowskiego. Prace IG, Warszawa.
- Różycki S. Z., 1960. Czwartorzęd Jury Częstochowskiej i sąsiadujących z nią obszarów. Przegl. Geol., 8.
- Rychnovská-Soudková 1961., *Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv. (Physiologisch-ökologische Studie einer Pflanzenart) Rozpr. Českoslov. Akad. Věd, 71, 1-84.
- Rychnovská M., Květ J., 1963. Water relations of some psammophytes with respect to their distribution (In: The water relations of plant. Eds A. J. Rutter, F. H. Whitehead), Oxford, 190-198.
- Salisbury E. J., 1938. Plants of the sands dune and why they grow there. Nature, London, 141, 814-818.
- Salisbury E., 1952. Downs and dunes, their plant life and its environment. London.
- Santesson R., 1993. Het lichnes of Sweden and Norway. Stockholm and Uppsala.
- Sendobry K., Szczypek T., 1991.
- Siemiradzki J., 1903. Geologia Ziemi Polskich. t. I, Lwów, Nakł. Muz. im. Dzieduszyckich.
- Sosnowski K., 1947. W obronie Pustyni Błędowskiej. Ziemia, 24.
- Staszic S., 1955. O ziemi i klimacie Karpatów i innych gór i rownin Polski. Wydaw. Geologicz. Warszawa.
- Stecki K., 1935. Miraże Pustyni Błędowskiej. Wszechświat, 6.
- Stina E., Golerbach M. M., 1976. Ekologia počvennyh vodoroslej, Nauka, Moskva.
- Stróżecki A., 1991. Przez piaski pustyni Starczynowskiej i Błędowskiej. „Gościńiec”, 23, 4 (257).
- Sutherland W. J., 1990. *Iris pseudacorus* L. J. Ecol., 78, 157, 833-848.
- Sujkowski A., 1921. Geografia ziem dawnej Polski. Wyd. 3. Warszawa.
- Sujkowski Z., 1928. Uwagi o piaskach i lessach w Olkuskiem i ich wzajemnym stosunku. Sprawozdania z posiedzen Tow. Nauk. Warsz., 21, 1-2.
- Symonides E., 1974a. Populations of *Spergula vernalis* Willd. on dunes in the Toruń Basin. Ekol. Pol., 22, 2, 379-416.
- Symonides E., 1974b. Morphological variability of *Spergula vernalis* Willd. from different dune biotopes of Toruń Basin. Ekol. Pol., 22, 2, 417-440.
- Symonides E., 1974c. The phenology of *Spergula vernalis* Willd. in relation to microclimatic conditions. Ekol. Pol., 22, 2, 441-456.
- Symonides E., 1977. Mortality of seedlings in natural psammophyte populations, Ekol. Pol., 25, 4, 635-651.
- Symonides E., 1978a. Effect of population density on the phenological development of individuals of annual plant species. Ekol. Pol., 26, 2, 273-286.
- Symonides E., 1978b. Numbers, distribution and specific composition of diaspore in the soils of the plant association *Spergulo-Corynephorolum*. Ekol. Pol., 26, 1, 111-122.
- Symonides E., 1979a. The structure and population dynamics of psammophytes on inland dunes, I, Populations of initial stages. Ekol. Pol., 27, 1, 3-37.
- Symonides E., 1979b. The structure and population dynamics of psammophytes on inland dunes, II, Loose-sod populations. Ekol. Pol., 27, 2, 191-234.
- Szafer W., 1946. *Armeria* Willd. w Polsce. Acta Soc. Bot. Pol., 17, 1. Warszawa.

- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1986. Rosliny polskie. PWN, Warszawa.
- Szafer W., Zarzycki K. (red.), 1972. Szata roślinna Polski. PWN, Warszawa.
- Szczypek T., 1988. Działalność eoliczna we wschodniej części Wyżyny Śląskiej na przykładzie okolic Bukowna. Geographia, studia et dissertationes, 11. UŚ Katowice.
- Szczypek T., Wach J., 1993. Antropogenicznie wymuszone procesy i formy eoliczne na Wyżynie Śląskiej. SGP Poznań.
- Szczypek T., Wach J., 1989. Accumulation phases of the Quarternary deposits in the Błędów Desert based on lithological studies. Quaestiones Geographicae, Sl. 2. UAM Poznań.
- Szczypek T., Wika S., 1988. Pustynia Błędowska (89). W: Polska na zdjęciach lotniczych i satelitarnych. PWN Warszawa.
- Szczypek T., Wika S., 1984a. Vlijanie vetra na rozmęśczenie roślinności na teritorii Blendovskoi Pustyni. Acta Fac. Paed. Ostraviensis, 89, ser. E-14. Praha.
- Szczypek T., Wika S., 1984b. Wpływ wiatru i działalności człowieka na krajobraz Pustyni Błędowskiej. Wszechświat, 85, 6.
- Szczypek T., Wach J., Wika S., 1994. Zmiany krajobrazów Pustyni Błędowskiej. UŚ WNoZ Sosnowiec.
- Szczypek T., Wika S., 1995. O konieczności ochrony krajobrazu Pustyni Błędowskiej. W: Bąk K., Broda M., Morcinek G., (red.): Człowiek i Środowisko Naturalne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. ZZJPK, Dąbrowa Górnicza.
- Tüxen R., 1962. Zur systematischen Stellung von Spezialisten-Gesellschaften. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F., 9, 57-59.
- Wika S., 1983. Zbiorowiska borowe środkowej części Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Acta Biologica, 12. UŚ Katowice.
- Wika S., Snytko W., Szczypek T., 1997. Landşafty podwyznych peskov ostrova Olchon na Bajkale. Rossijskaja Akademia nauk, Sibirskoe otdelenie, Institut Geografii, Irkutsk.
- Wilk Z., Motyka J., 1977. Kontakty między poziomami wodonosnymi w olkuskim regionie kopalnictwa rud. Ann. de la Soc. Géol. de Pologne, 47, 1.
- Wilkoń-Michalska J., Symonides E., 1974. The influence of vegetation on the dynamics of soil humidity in the patch of *Spergulo-Corynephorum* Tx. (1928) Libb. (1933). Fragm. Flor. Geobot., 20, 4, 499-528.
- Wóycicki Z., 1913. Obrazy Roślinności Królestwa Polskiego, zes. IV. Roślinność terenów galmanowych Bolesławia i Olkusza. Warszawa.
- Zalewski A., 1886. Zapiski roślinoznawcze z Królestwa Polskiego i z Karpat. Sprawozd. z Komisji Fizjogr. Akad. Um. w Krakowie, 20, 171-190.
- Zaręczny S., 1894. Atlas geologiczny Galicji. Nakładem AU, Kraków.
- Zarzycki K., 1984. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin Polski. PAN – Inst. Bot. Kraków.
- Zawadzka S., 1953. Wartości witaminowe sian z poszczególnych typów łąk białostockiego. Acta Soc. Bot. Pol., 22, 2, Warszawa.
- Zielinska J., 1967. Porosty Puszczy Kampinoskiej. Monogr. Bot., 24, 1-130.
- Zieliński T., Lewandowski J., 1990. Analiza sedymentologiczna osadów kopalnej doliny Białej Przemszy na Wyżynie Śląskiej. Biul. PIG, 364.
- Zientara B., 1954. Dzieje małopolskiego hutnictwa żelaznego. Warszawa.
- Żaki A., 1974. Archeologia Małopolski wczesnośredniowiecznej. Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk.
- Żukowski W., 1949. Kilka uwag do problemu podsadzkowego w Polskim Zagłębiu Węglowym. Przegl. Gór., 2, 33.

PROCESSES OF OVERGROWING IN THE BŁĘDŌW DESERT (SOUTHERN POLAND)

Summary

The Błędów Desert is situated in the eastern part of the Silesian Upland (fig. 1). The area is characterized by the massive occurrence of sand-gravel compositions. The origin of the Błędów Desert had nothing to do with climate conditions: the effective cause was the strong development of the extractive industry which started in the region in the Middle Ages. The surrounding forests turned the main fuel source for the developing mining and metallurgical industry. Therefore, areas of the Błędów Desert were completely deforested.

Until recently, the desert belonged to one of the largest inland areas of blown sand in Central Europe. In 70's, the region was in the range of depression sink action of zinc lead ores mines in Olkusz but, in spite of the fact, the process of growing up intensified. So, bare sand areas and deflation fields are presently rare and covered with bushes, sods or even woods.

Different stage of plant succession have been observed in the for selected transects (Przelom, Centuria, Źródliśko Białej - fig. 2, tables 1-4) of the total length of about 8 km and territory of 160 000 m². The phytosociological, ecological and soil investigations were conducted in the surface of transects in order to find the regularity of plant succession and link them with soil processes. On the selected transects, the presence of 16 plant associations (7 non forest and 3 forest assemblages - tables 5-15)) as well as 6 plant communities with undefined phytosociological range has been recorded. During the research, the author showed that the typical association *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis* with replaced by *Festuco-Koelerietum glaucae*. In the sand areas in the Błędów Desert, 106 vascular plant species were represented with predominating hemicryptophytes (fig. 3). From an ecological point of view, all the plants have adapted to life in warm, dry, full lighted habitats deficient in organic materials.

In this work, attention was paid to the role of several species biogroups (*Pinus sylvestris*, *Salix acutifolia*, *S. arenaria*, *Betula pendula*, *Juniperus communis* - photos on the cover) in the processes of growing up in the Błędów Desert, as well as sand fixing, which is owing to artificial afforestation and the introduction of *Elymus arenarius*. It was also stated that sandy ground did not interfere with vegetation of the following species: *Salix acutifolia*, *S. arenaria*, *Corynephorus canescens* and *Koeleria glauca*, which took part in the formation of aeolian hills (fig. 4, photos 1, 2).

Moreover, two types of succession - primary and secondary - have been found in the distinguished transects. The primary type of succession consist of the following stages: stage of encroachment plants (I), stage of sodding (II), stage of bushes (III), stage of biogroup formation (IV), and stage of afforestation (V) (fig. 5). The results of this work indicate the important role of wind and animals in spreading new species from the surrounding areas.

Besides, in the area of the following plant associations: *Algae*, *Polytrichum piliferum*, *Koeleria glauca*, *Salix acutifolia*, *S. arenaria* and *Pinus sylvestris*, soil studies were conducted and individual characteristics of soil compositions under the above mentioned communities have been shown (figs 6, 7, tables 16-28).

Translated by Dorota Kurek

ПРОЦЕССЫ ЗАРАСТАНИЯ БЛЕНДОВСКОЙ ПУСТЫНИ (ЮЖНАЯ ПОЛЬША)

Резюме

Блендовская „пустыня“ расположена в восточной части Силезской возвышенности (рис 1). Она является районом наибольшего в Польше накопления песчанно-гравийных отложений. В данном случае, термин „пустыня“ не имеет ничего общего с климатическими условиями. Происхождение пустынного ландшафта связано с развитием металлургической промышленности на этой территории, которое началось еще в средние века. Основным источником топлива для развивающегося производства служил лес, который интенсивно вырубался на территории „пустыни“ и ее окрестностей. Ещё несколько десятков лет тому назад Блендовская „пустыня“ относилась к районам, характеризующимся значительным развитием подвижных песков. Несмотря на то, что в 1970-е годы в этом районе происходило понижение уровня грунтовых вод, вследствие функционирования Олькушской шахты, все же произошло неожиданно быстрое зарастание изучаемого района. В настоящее время на территории Блендовской пустыни редко встречаются обнаженные песчаные поверхности и активные дефляционные площади. В последние 30 лет Блендовская пустыня зарастает как естественным путем, так и в связи с посадкой различных видов деревьев и кустарников.

С целью изучения процессов зарастания территории Блендовской пустыни были намечены 4 трансекта (Przełom, Centuria, Źródlika Białej и Między Bunkrami - рис. 2, табл. 1-4), общей длиной 8 км и площадью 160 000 м², представляющих собой различные этапы регенерации растительности. На поверхности трансект проводились исследования, касающиеся проблем фитосоциологии, экологии и почвоведения. В последнем случае была осуществлена попытка выявления связи между сукцессией растительности и развитием почвенного покрова.

В процессе фитосоциологического исследования трансект обнаружено наличие 16 растительных сообществ, из которых выделено 3 лесных и 7 травянистых ассоциаций (табл. 5-15). Кроме того, автором обозначено 6 растительных сообществ неопределенного фитосоциологического ранга. Также выявлено исчезновение сообщества *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis*, типичного для сыпучих песков и развитие *Festuco-Koelerietum glaucae*. Флора песчаных участков Блендовской пустыни представлена 106 видами сосудистых растений, среди которых доминируют гемикриптофиты (рис. 3). Преимущественным развитием на территории пустыни пользуются растения, приспособленные к жизни на хорошо освещенных, сухих и обедненных органическими веществами участках почвы.

При формировании многовидовых биогрупп (*Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Juniperus communis*, *Salix acutifolia*, *S. arenaria*) (фотографии на обложке), участвующих в процессах зарастания и закрепления яловых песков, значительную роль играют также искусственные посадки деревьев, кустарников и травы *Elymus arenarius*. В ходе исследований было выявлено, что обедненный песчаный грунт не образует значительного препятствия для развития следующих видов растений: *Salix acutifolia*, *S. arenaria*, *Corynephorus canescens* и *Koeleria glauca*, которые участвуют в формировании золотых холмов (рис. 4, фот. 1-2).

В пределах изучаемых трансект выделено два типа сукцессии: первичную и вторичную. В случае первичной сукцессии выделено пять стадий: появление растительности (I), образование дерна (II), формирование кустарников (III), образование биогрупп (IV), залесение (V) (рис. 5). Подчеркнута роль процессов анемохория и зоохория в перемещении пропaгула из прилегающих территорий.

Проведенные исследования почвенного покрова основаны на изучении ранее определенных растительных сообществ (*Algae*, *Polytrichum piliferum*, *S. acutifolia*, *S. arenaria* и *Pinus sylvestris*). Были также изучены некоторые физико-химические свойства изучаемых почв (рис. 6, 7, табл. 16-28).

nr inv.: BG - 289131



BG 289131



ISBN 83-87431-13-3