



Centrum Dziedzictwa Przyrody
Górnego Śląska

NATURA SILESIAE SUPERIORIS

supplement

.....

Hałdy przemysłowe
– obiekt badań botanicznych



Centrum Dziedzictwa Przyrody
Górnego Śląska

NATURA SILESIAE SUPERIORIS

suplement

.....

WYDAWCA • EDITOR
CENTRUM DZIEDZICTWA PRZYRODY GÓRNEGO ŚLĄSKA
UPPER SILESIAN NATURE HERITAGE CENTRE

RADA REDAKCYJNA • EDITORIAL BOARD

Przewodniczący • President

Krzysztof Rostański
Uniwersytet Śląski, Katowice

Zastępca Przewodniczącego • Vice-President

Stanisław Wika
Uniwersytet Śląski, Katowice

Członkowie • Members

Andrzej Czylok	Uniwersytet Śląski, Sosnowiec
Roland Dobosz	Muzeum Górnośląskie, Bytom
Sonia Dybová – Jachowicz	Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Górnośląski w Sosnowcu
Wiesław Gabzdyl	Politechnika Śląska, Gliwice
Janusz Girczys	Politechnika Częstochowska, Częstochowa
Stefan Godzik	Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, Katowice
Zbigniew Hawryś	Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Gospodarki Leśnej Rejonów Przemysłowych w Katowicach
Janusz Hereźniak	Uniwersytet Łódzki, Łódź
Andrzej T. Jankowski	Uniwersytet Śląski, Sosnowiec
Krzysztof Jędrzejko	Śląska Akademia Medyczna, Sosnowiec
Janina Klemens	Politechnika Śląska, Gliwice
Antoni Kuśka	Akademia Wychowania Fizycznego, Katowice
Eugeniusz Kuźniewski	Akademia Medyczna, Wrocław
Jerzy A. Lis	Uniwersytet Opolski, Opole
Anna Patrzałek	Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze
Tadeusz Szczypek	Uniwersytet Śląski, Sosnowiec
Zbigniew Witkowski	Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków

REDAKCJA • EDITORIAL STAFF

Redaktor naczelny • Editor in Chief
Jerzy B. Parusel

Sekretarz • Secretary
Alicja Miszta

ADRES REDAKCJI • EDITORIAL ADDRESS

ul. św. Huberta 35, 40-543 Katowice
tel./fax: (0-32) 209 50 08, centrala: (0-32) 2512 547, w. 21, 25
e-mail: cdpgs@cdpgs.katowice.pl; <http://www.cdpks.katowice.pl>

Projekt okładki i serii wydawniczej Katarzyna Czerner - Wieczorek	Opracowanie graficzne Joanna Chwoła
--	--

Realizacja poligraficzna: VERSO, Katowice

ISBN 83-906910-4-3
COPYRIGHT BY CENTRUM DZIEDZICTWA PRZYRODY GÓRNEGO ŚLĄSKA
KATOWICE 2001

PUBLIKACJA FINANSOWANA ZE ŚRODKÓW KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH
PROJEKT BADAWCZY 6P04G01418

HAŁDY POPRZEMYSŁOWE – OBIEKT BADAŃ BOTANICZNYCH

POST-INDUSTRIAL SPOIL HEAPS – OBJECT OF BOTANICAL RESEARCHES

SPIS TREŚCI • CONTENTS

Barbara Tokarska-Guzik, Adam Rostański

Możliwości i ograniczenia przyrodniczego zagospodarowania terenów przemysłowych	5
*Prospects and limitations of natural management of post-industrial areas	17

Andrzej Pasierbiński, Adam Rostański

Zróżnicowanie flory naczyniowej zwałowisk pogórnich zlokalizowanych na terenach leśnych aglomeracji katowickiej	19
*The diversity of vascular flora of mining spoil heaps found in woodland areas of Katowice agglomeration	28

Adam Rostański, Dominik Kapa

Flora naczyniowa terenów silnie skażonych cynkiem i ołowiem na przykładzie zwałowisk przemysłowych ZGH „Orzeł Biały” S.A. w Bytomiu	33
*Vascular flora of areas strongly contaminated with zinc and lead – example of post-industrial spoil heaps of the mining and smelting works “Orzeł Biały” Ltd. in Bytom	38

Monika Jędrzejczyk, Adam Rostański

Hałda pocynkowa – siedlisko introdukowanych taksonów <i>Viola guestphalica</i> NAUENB. i <i>Viola calaminaria</i> (GING.) LEJ.	45
*Zinc-spoil heap – a habitat for introduced taxa <i>Viola guestphalica</i> NAUENB. and <i>Viola calaminaria</i> (GING.) LEJ.	53

Gabriela Woźniak, Adam Rostański

<i>Chamaenerion palustre</i> SCOP. as a frequent apophyte in plant communities of post-industrial waste sites	55
Wierzbowka nadrzeczna <i>Chamaenerion palustre</i> SCOP. jako częsty apofit w zbiorowiskach roślinnych siedlisk przemysłowych i zdegradowanych	62

Adam Rostański, Serghej Zhukov

Comparison of the flora of mining spoil heaps of Upper Silesia (Poland) and Donetsk coal district (Ukraine)	67
Porównanie flory zwałowisk pogórnich Górnego Śląska (Polska) i Donieckiego okręgu węglowego (Ukraina)	71



MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA PRZYRODNICZEGO ZAGOSPODAROWANIA TERENÓW POPRZEMYSŁOWYCH

BARBARA TOKARSKA-GUZIŁ, ADAM ROSTAŃSKI

Uniwersytet Śląski, Katedra Botaniki Systematycznej
ul. Jagiellońska 28, 40 - 032 Katowice

(nadesłano 15 listopada 2001, zaakceptowano 14 grudnia 2001)

Recenzent pracy: Ryszard Ciepał

ABSTRAKT

Praca prezentuje możliwości i sposoby zagospodarowania nieużytków przemysłowych z wykorzystaniem procesów przyrodniczych. Zawarto w niej przegląd literatury przedmiotu oraz przytoczono przykłady zastosowanych rozwiązań w krajach zachodnioeuropejskich i w Polsce.

SŁOWA KLUCZOWE: *tereny przemysłowe, rekultywacja, kreowanie siedlisk, zagospodarowanie przyrodnicze, ochrona*

STRESZCZENIE

Jednym z najbardziej palących problemów gospodarczych Polski jest przeprowadzenie restrukturyzacji i modernizacji przemysłu, będącego spuścizną po poprzednim systemie politycznym. Grunty zdegradowane przez przemysł i kopalnictwo surowców mineralnych, ze względu na ich gwałtowny przyrost w okresie ostatnich lat i z powodu bezpośredniego zagrożenia dla środowiska przyrodniczego, stanowią obecnie najważniejszy problem gospodarczy. W zależności od właściwości fizyczno-chemicznych i biochemicznych terenów przeznaczonych do rekultywacji obszary te poddaje się różnym metodom techniczno-biologicznej rekultywacji. W wielu przypadkach preferowane są metody szybkiego „zazielenienia” takich obszarów, które są zazwyczaj mało efektywne ze względu na nietrwałość stosowanych, często bardzo kosztownych, zabiegów. Do kierunkowego sterowania procesami kolonizacji w działaniach rekultywacyjnych rzadziej wykorzystuje się wyniki obserwacji nad sukcesją ekologiczną. Często jednak względy ekonomiczne sprawiają, iż obszary te pozostawia się do samoistnego opanowania przez roślinność.

Praca prezentuje możliwości i sposoby zagospodarowania nieużytków przemysłowych z wykorzystaniem procesów przyrodniczych. Zawarto w niej przegląd literatury przedmiotu oraz przytoczono przykłady zastosowanych rozwiązań w krajach zachodnioeuropejskich i w Polsce. Między innymi wzmiankowane są metody przywracania wartości przyrodniczej i użytkowej obszarom zdewastowanym w Anglii w odniesieniu do trzech różnych sfer działań: rekultywacja (habitat restoration), przenoszenie flory i fauny na nowo przygotowany profil (habitat transportation), kreowanie (kształtowanie) siedlisk i odpowiadających im zbiorowisk roślinnych *de novo* (habitat creation). Szczególną uwagę zwrócono na możliwości zagospodarowania nieużytków przemysłowych z wykorzystaniem procesów naturalnych, które mogą być

przyspieszane przez człowieka w oparciu o lokalne zasoby genowe.

Przyrodnicze zagospodarowanie terenów poprzemysłowych powinno być realizowane w drodze: ochrony wartości przyrodniczych (chronione powinny być zarówno same procesy sukcesji spontanicznej, jak i tereny z wykształconą specyficzną roślinnością), ochrony przed zainwestowaniem lub zmianą sposobu zagospodarowania (często dawne nieużytki poprzemysłowe opanowują pospolite zbiorowiska roślinne, lecz ich wartość przyrodnicza – wzrost bioróżnorodności, walory krajobrazowe i społeczna – edukacja, rekreacja, tereny otwarte, szczególnie na terenach miejsko-przemysłowych, jest wysoka), rekultywacji przyrodniczej (polegającej przede wszystkim na przyspieszaniu spontanicznych procesów regeneracji i stosowaniu rodzimego materiału roślinnego miejscowego pochodzenia).

WPROWADZENIE

W roku 1989 Polska wkroczyła na drogę gruntownych przemian ustroju politycznego i gospodarczego. Tworzone jest demokratyczne państwo prawa oraz powstają podwaliny gospodarki rynkowej. Nadal jednak przeważają rozwiązania doraźne, bez jasno zarysowanego obrazu gospodarczego i społecznego rozwoju kraju w najbliższych dziesięcioleciach (NOWICKI 1993). Jednym z najbardziej palących problemów gospodarczych Polski jest przeprowadzenie restrukturyzacji i modernizacji przemysłu, będącego spuścizną po poprzednim systemie politycznym. Na obszarach poddanych intensywnej eksploatacji górniczej szczególnie widoczny jest wpływ tej sfery działalności przemysłowej na środowisko przyrodnicze. Dotyczy to zwłaszcza górnictwa surowców mineralnych, które wydatnie przekształciło rzeźbę terenu i wyłączyło z użytkowania znaczne arealy gruntów rolnych i leśnych, degradując walory krajobrazu (DULEWSKI, WTOREK 2000). Grunty zdegradowane przez przemysł i kopalnictwo surowców mineralnych, ze względu na ich gwałtowny przyrost w okresie ostatnich lat i z powodu bezpośredniego zagrożenia dla środowiska przyrodniczego, stanowią obecnie najważniejszy problem gospodarczy (MACIAK 1999). Gospodarowanie kopalinami podlega rygorom wynikającym z ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska. Aktualnie obowiązujące akty prawne nakładają na przedsiębiorcę górniczego obowiązek naprawienia szkody w gruntach rolnych i leśnych w drodze rekultywacji poprzez przywrócenie stanu poprzedniego. Szczegóły tych procedur regulują odrębne przepisy, przede wszystkim zaś prawo geologiczne i górnicze (ustawa z dnia 4 lutego 1994 r.) oraz ustawa dotycząca ochrony gruntów rolnych i leśnych (z dnia 3 lutego 1995 r.).

W zależności od właściwości fizyczno-chemicznych i biochemicznych terenów przeznaczonych do rekultywacji obszary te poddaje się różnym metodom

techniczno-biologicznej rekultywacji (TOKARSKA-GUZIĆ 2001). W wielu przypadkach preferowane są metody szybkiego „zazielenienia” takich obszarów, które są zazwyczaj mało efektywne ze względu na nietrwałość stosowanych, często bardzo kosztownych, zabiegów (ROSTAŃSKI 2001). Rzadziej w działaniach rekultywacyjnych, do kierunkowego sterowania procesami kolonizacji, wykorzystuje się wyniki obserwacji nad sukcesją ekologiczną. Często jednak względy ekonomiczne sprawiają, iż obszary te pozostawia się do samoistnego opanowania przez roślinność (TOKARSKA-GUZIĆ 2001).

REKULTYWACJA

GRUNTÓW POGÓRNICZYCH

Poprzez rekultywację rozumie się kompleksową działalność mającą na celu przywrócenie, w zakresie technicznie możliwym i ekonomicznie uzasadnionym, terenów zdewastowanych do gospodarczego użytkowania (wg definicji SKAWINY – DULEWSKI, WTOREK 2000). Efekt ten uzyskiwany jest przez wykonanie właściwych zabiegów technicznych, agrotechnicznych i biologicznych. Grunty zrehabilitowane poddaje się zagospodarowaniu – w zależności od ich przeznaczenia – w kierunku leśnym, rolnym, komunalnym, rekreacyjnym itp. Nieco inaczej definiują rekultywację RICHLING i SOLON (1996), jednocześnie akcentując jej związek z przywróceniem produktywności biologicznej obszarom zdewastowanym. GASIDŁO (1998), w pracy poświęconej problemom przekształceń terenów poprzemysłowych, pod pojęciem rekultywacji rozumie proces oczyszczenia, zabezpieczenia, udostępnienia, ukształtowania powierzchni i przywrócenie biologicznej produktywności terenu zdewastowanego. Autor ten uważa rekultywację za etap przekształcania poprzedzającego właściwe zagospodarowanie.

Sposoby rekultywacji i kierunki zagospodarowania terenów pogórnich uzależnione są z reguły od typu nieużytku, warunków geologicznych i hydro-

geologicznych. GRESZTA i MORAWSKI (1972) w przyjętej klasyfikacji terenów poprzemysłowych, w obrębie nieużytków górniczych wyróżnili:

- nieużytki górnictwa podziemnego (zwały górnictwa węgla kamiennego, rud żelaza, rud cynkowo-ołowiowych, rud miedzi),
- nieużytki górnictwa odkrywkowego (nieużytki górnictwa węgla kamiennego, brunatnego, torfu, siarki, rud cynkowo-ołowiowych),
- nieużytki górnictwa surowców skalnych (wrobiska górnictwa piasku podsadzkowego, kruszyw naturalnych, surowców plastycznych, skał zwięzłych),
- szkody górnictwa podziemnego (zapadliska),
- szkody górnictwa odkrywkowego (tereny otaczające, odwodnienie).

W prowadzonych na terenie Polski zabiegach rekultywacyjnych dominuje kierunek leśny (ponad 50% powierzchni przekazanych do zagospodarowania), następnie rolniczy i wodny (15%) (KRZAKLEWSKI 1990). Prawne pojęcie rekultywacji w zasadzie odnosi się wyłącznie do gruntów rolnych i leśnych (LIPiŃSKI 2000). W odniesieniu do gruntów innego typu pewne rozwiązania powinien określać miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, w tym m. in. założenia biologicznego zagospodarowania nieużytków nie przeznaczonych do rekultywacji na cele rolnicze lub leśne (LIPiŃSKI 2000).

Rozważając szczegóły rozwiązań planistycznych i techniczno-biologicznych przywracania wartości użytkowej gruntom zdegradowanym określone wymogami prawa, powinniśmy stawiać także pytania o charakterze ogólnym. Czy (na ile) zrehabilitowane tereny – metodą „naturalną” i techniczno-biologiczną – stanowią względnie trwałe układy biocenotyczne? Czy formy działań podejmowane z intencją „ulepszania”, „poprawy” warunków przyrodniczych (krajobrazowych, sanitarnych, estetycznych itp.) – podejmowane zgodnie z przekonaniem o znajomości reguł ich funkcjonowania – przyniosą oczekiwany efekt?

PRZYWRACANIE WARTOŚCI PRZYRODNICZEJ I UŻYTKOWEJ TERENOM POGÓRNICZYM

OCHRONA SPONTANICZNYCH PROCESÓW PRZYRODNICZYCH

Celem często stawianym w zakresie ochrony przyrody jest przywrócenie układowi ekologicznemu stanu bliskiego „naturalności”. Uwolnienie układów ekologicznych spod presji gospodarki człowieka, czyli po prostu zarzucenie gospodarowania, powoduje rozpoczęcie procesów sukcesji wtórnej lub regeneracji (PAWLACZYK, JERMACZEK 1995). Sukces-

ja wtórna zachodząca na obszarach, na których została zniszczona biocenoza ale zachowała się gleba, przebiega dość szybko. Niektóre tereny pogórnice (np. zalewiska) podlegają właśnie temu typowi sukcesji. Jednak większość obszarów powstałych w wyniku działalności górniczej (zwały, osadniki) cechuje tak silne przeobrażenie warunków siedliskowych lub wręcz ich całkowite zniszczenie, że spontaniczna sukcesja ma tu charakter sukcesji pierwotnej. Z przyrodniczego punktu widzenia mamy więc do czynienia z „eksperymentem przyrody”, który przebiega na naszych oczach. Organizmy pionierskie muszą być zdolne do dyspersji na dalekie odległości, dlatego też ten typ sukcesji przebiega bardzo powoli.

Zachowanie w krajobrazie (szczególnie miejsko-przemysłowym) części obszarów z przebiegającą sukcesją spontaniczną wydaje się uzasadnione, szczególnie ze względów przyrodniczych i naukowych. Badania nad sukcesją spontaniczną na nieużytkach poprzemysłowych prowadzone są w wielu krajach, a ich wyniki mają nie tylko walor poznawczy, ale i praktyczny (CABAŁA, SYPIEŃ 1987; PRACH, PYŠEK 1999; PRACH i in. 1999; JOCHIMSEN 1987, 1991, 1996, 2001a, b; JOCHIMSEN i in. 1995; PATRZAŁEK, ROSTAŃSKI 1995; ROSTAŃSKI A. 1991, 1996, 1997a, b, 1998, 2000, 2001; ROSTAŃSKI, TRUEMAN 2001; ROSTAŃSKI, WOŹNIAK 2000, 2001; ROSTAŃSKI K. i in. 1994; TOKARSKA-GUZIŁ i in. 1991; WIKĄ, SENDEK 1993; WOŹNIAK 1998; WOŹNIAK, KOMPALA 2001). Rekultywację dołów pоторfowych przez samoczynną regenerację już w latach 60-tych opisał szczegółowo PODBIELKOWSKI (1960). Współcześnie prowadzona rekultywacja tego typu nieużytków, ze względów przyrodniczych, powinna być jedynie wspomagana poprzez utrzymywanie odpowiednich warunków hydrologicznych. Uzużytki poprzemysłowe zasiedlone w wyniku spontanicznej sukcesji opisywane są także jako miejsca występowania wielu rzadkich gatunków roślin, czy wręcz refugia dla gatunków zanikających na siedliskach naturalnych (BEJČEK, TYRNER 1980; BOX 1993, 1999; COHN i in. 2001; CIESZKO, KUCHARCZYK 1997; CZYŁOK 1997; GREENWOOD, GEMMELL 1978; HOLAK i in. 1996; JOHNSON 1978; JEFFERSON 1984; TOKARSKA-GUZIŁ 1991, 1996a, b, 2000; TOKARSKA-GUZIŁ, ROSTAŃSKI 1996; TOKARSKA-GUZIŁ i in. 2000; TRUEMAN i in. 2001; WOŹNIAK, KOMPALA 2000). Nie bez znaczenia są tu także względy ekonomiczne. Spontanicznie przebiegające procesy sukcesji nie wymagają bowiem nakładów finansowych

(PRACH i in. 1999; TOKARSKA-GUZIŁ 1996c, 2000).

Przykład angielski

W wyniku wielowiekowej działalności człowieka szata roślinna i krajobraz Wysp Brytyjskich zostały w znacznym stopniu przeobrażone. Rozwój rolnictwa i przemysłu, szczególnie intensywny po II wojnie światowej, przyczynił się do katastrofalnych zmian w środowisku przyrodniczym. Załedwie 25-30% powierzchni Wysp Brytyjskich zachowało charakter naturalny i półnaturalny. Obszary miejsko-przemysłowe, najsilniej przekształcone przez człowieka, pozabawione są prawie całkowicie naturalnej roślinności. Dlatego też prowadzona na tych terenach polityka ochrony przyrody zmierza do zachowania i utrzymania nawet niewielkich skrawków roślinności o cechach naturalnych i półnaturalnych. Obok terenów zieleni urządzonej, szczególną rolę na obszarach miejsko-przemysłowych pełnią obszary „dzikiej” przyrody (wildlife) powstałe na różnego typu nieużytkach w wyniku spontanicznej sukcesji. Są one rezerwuarem lokalnej bioróżnorodności, miejscem występowania wielu rzadkich na terenach miejskich gatunków roślin i zwierząt. Oprócz wartości przyrodniczej, istotna jest ich funkcja społeczna i edukacyjna (TOKARSKA-GUZIŁ 1996c, 2000). Ze względu na postępującą koncentrację życia ludności w mieście i stałe kurczenie się powierzchni obszarów przyrodniczo cennych, w wielu przypadkach dąży się do ochrony nie tylko zachowanych fragmentów naturalnej roślinności, ale i terenów silnie przekształconych i pozostawionych spontanicznej sukcesji, tj. sztucznych zbiorników wodnych, wyrobisk, kamieniołomów, hałd.

Black Country – aglomeracja o długoletniej tradycji górniczej, pod wieloma względami przypomina Górnośląski Okręg Przemysłowy (polski Czarny Śląsk). Składają się na nią miasta położone w centralnej Anglii, na zachód od Birmingham: Walsall, Wolverhampton, Sandwell i Dudley, obejmując powierzchnię ponad 500 km². Angielski „Czarny Kraj” posiada swoją strategię ochrony przyrody (The Black Country Nature Conservation Strategy, 1994). Jest to dokument charakteryzujący jego środowisko przyrodnicze, prezentujący stan aktualny zasobów przyrodniczych regionu, określający główne kierunki jego rozwoju. Obok zachowanych w krajobrazie miejsko-przemysłowym fragmentów naturalnej przyrody chroni się tu także ślady dawnej, przemysłowej działalności człowieka (skanseny przemysłowe: The Black Country Living Museum; nieczynne kamieniołomy, wyrobiska, zwąły).

Przykład niemiecki

W Zagłębiu Ruhry przykładem obszarów poprzemysłowych, gdzie następuje spontaniczna renaturyzacja, jest teren dawnej kopalni „Zeche Zollverein” w Essen. Dawne zabudowania przemysłowe funkcjonują jako tereny wystawowe, a ich otoczenie stanowi obszar spontanicznej zieleni, specyficznej dla obszarów pogórnich (IBA... 1999). Ten, wydawałoby się, kontrowersyjny pomysł zagospodarowania terenów poprzemysłowych, wymagający oczywiście akceptacji społecznej, umożliwia zachowanie w krajobrazie nie tylko elementów lokalnego dziedzictwa kulturowego, ale i związanego z nim dziedzictwa przyrodniczego. Jednocześnie, przy wyliczaniu kosztów zagospodarowania takich terenów, należy brać pod uwagę nakłady na likwidację istniejących obiektów przemysłowych, które niejednokrotnie przekraczają znacznie odnowienie i wykorzystanie istniejących zasobów (ROSTAŃSKI 2001).

Przykład polski

W ostatnich latach również i w Polsce zwrócono uwagę na wartości przyrodnicze różnego typu nieużytków poprzemysłowych. Nie wszystkie bowiem tereny przekształcone przez człowieka lub stworzone w efekcie jego działalności są bezwartościowe, czy uciążliwe. Szczegółowe badania przyrodnicze prowadzone na terenach nieużytków miejsko-przemysłowych modyfikują potoczne poglądy o ich niskiej wartości (CELIŃSKI, CZYŁOK 1996; TOKARSKA-GUZIŁ 2000).

Do przyrodniczo cennych obszarów zalicza się zwłaszcza: sztuczne zbiorniki wodne powstałe na terenie dawnych glinianek i piaskowni (np. kompleks stawów w Katowicach-Szopienicach „Borki”; stawy „Pogoria” w Dąbrowie Górniczej), niektóre zalewiska pogórnice (kompleks stawów w Tychach-Czułowie; stawy śródlęsne w Jaworznie), zbiorniki wód przemysłowych i osadniki poflotacyjne („Zabie Doły” na granicy Bytomia i Chorzowa), nieczynne kamieniołomy (nieczynny kamieniołom dolomitów w Bytomiu-Blachówce, Jaworznie, Czeladzi), warpie (w rejonie Jaworzna, Olkusza i Tarnowskich Gór), niektóre zwałowiska (hałda sodowa w Jaworznie). Specyficzne warunki siedliskowe i ich różnorodność sprzyjają występowaniu zróżnicowanej flory i fauny. Zalewiska pogórnice występujące na terenach nie skażonych są miejscem bytowania i ostoją dla wielu gatunków roślin i zwierząt (TOKARSKA-GUZIŁ, ROSTAŃSKI, 1996). Przez tereny rekultywowane Kopalni Piasku „Szczakowa” S. A. poprowadzono przyrodnicze ścieżki dydaktyczne celem pokazania, w jaki

sposób połączenie zabiegów rekultywacyjnych oraz sił natury może przywrócić procesy biologiczne na obszarach zdegradowanych (SZWEDO i in. 1995).

Siedliska wysoce wyspecjalizowane i często nie mające swych odpowiedników w środowisku przyrodniczym, jakimi są niektóre zwały czy wyrobiska pogórnice, są nie tylko miejscami występowania rzadkich gatunków (w tym także gatunków górskich i podgórskich, np. września pobrzeżna *Myricaria germanica* i wierzbówka nadrzeczna *Chamaenerion palustre*) ale i tworzenia się specyficznej flory i roślinności. Przykładem może być flora i roślinność galmanowa rozwijająca się na starych hałdach rud metali ciężkich (głównie cynku i ołowiu) wzmiankowana już przez botaników w pracach pochodzących z końca XIX w. (ZALEWSKI 1886), później badana przez innych autorów (m. in. DOBRZAŃSKA 1955; SZAFER 1977; GRODZIŃSKA i in. 2001; WIERZBICKA, ROSTAŃSKI 2002).

Ekologicznie wyspecjalizowane zbiorowiska niskich muraw porastające gleby o ponadnormatywnej zawartości metali ciężkich z klasy *Violetea calaminariae* w akcie prawnym Unii Europejskiej, tzw. Dyrektywie Habitatowej (92/43/EEC) z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory, ujęte są w wykazie biotopów uznanych za rzadkie i ginące. Zbiorowiska te występują – poza siedliskami naturalnymi, gdzie skała macierzysta zawiera minerały bogate w metale ciężkie – także na siedliskach wtórnych: starych hałdach, czy wyrobiskach. W skład charakterystycznej kombinacji gatunków wchodzi tu przede wszystkim metaloodporne ekotypy różnych, wielopostaciowych gatunków (MATUSZKIEWICZ 2001). Badania nad ekologią, fizjologią, strukturą genetyczną populacji roślin tolerujących wysokie stężenia metali ciężkich w podłożu mają obok znaczenia poznawczego także walor aplikacyjny. Zdolność niektórych gatunków roślin do pobierania z gleby i gromadzenia w tkankach zanieczyszczeń – hyperakumulacja – wykorzystywana bywa w tzw. fitoremediacji (BROOKS 1998, JĘDRZEJCZYK i in. 2002). Z nietypowym, chemicznym składem podłoża związane są także inne ekologiczne grupy roślin: wapieniolubne, dolomitowe, miedziowe, żelazowe, które przystosowane są do życia w specyficznych warunkach, pełniąc tym samym rolę gatunków wskaźnikowych.

Pozostawienie w krajobrazie części nieużytków pogórnich, w tym tych reprezentujących przykłady siedlisk wyspecjalizowanych, ma istotne znaczenie naukowe. Tereny te są „poligonem doświadczalnym”

w badaniu wielu procesów ekologicznych, a nawet ewolucyjnych (TOKARSKA-GUZIŁ i in. 1991; ROSTAŃSKI 1997a; WIERZBICKA, ROSTAŃSKI 2002). Hałdy – sztuczne usypiska ze skał wydobytych spod powierzchni ziemi – są ponadto miejscem występowania rozlicznych skamieniałości (FILIPIAK, KRAWCZYŃSKI 1996). W krajobrazie regionu śląskiego została zapisana też historia rozwoju górnictwa i hutnictwa, w postaci charakterystycznych usypisk zwanych warpiami (LAMPARSKA-WIELAND 1996). Według tej autorki okolice Tarnowskich Gór, Bytomia czy Piekar Śląskich to obecnie skupisko najciekawszych krajobrazowo pozostałości po eksploatacji rud metali i skał użytkowych – o znamionach krajobrazu zabytkowego. W ostatnim okresie doceniono wartość takich obszarów podejmując działania zmierzające do ich zabezpieczenia. Rozpoznane pod względem zasobów przyrodniczych obszary proponuje się objąć ochroną prawną w formie zespołów przyrodniczo-krajobrazowych lub użytków ekologicznych. Niektóre z obszarów, posiadające znaczenie lokalne (utrzymanie lokalnej bioróżnorodności, stanowiska rzadkich i chronionych roślin i zwierząt) i pełniące jednocześnie istotną rolę społeczną, uwzględniono już w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego jako tereny o funkcjach dydaktycznych i rekreacyjnych.

Stosunkowo nowym zjawiskiem jest także ochrona prawna wartości kulturowych stworzonych przez przemysł, w szczególności wartości krajobrazowych i architektoniczno-urbanistycznych. Coraz powszechniejsza jest świadomość wartości starych obiektów poprzemysłowych. Zmiana stosunku otoczenia społecznego do nich, nadanie im wartości historycznej lub estetycznej znalazły wyraz w systemach prawnych i wiele obiektów objęto ochroną konserwatorską (GASIDŁO 1998).

REKULTYWACJA PRZYRODNICZA

Przykład angielski

W miastach zachodnioeuropejskich nie tylko zmierza się do powiększenia i wzbogacenia terenów otwartych poprzez budowę nowych terenów zieleni urządzonej (parków, zieleńców, terenów sportowych), prowadzenie zadrzewień i zalesień, ale także poprzez przywracanie wartości przyrodniczej i użytkowej obszarom zdewastowanym. Mieszczą się tu trzy różne sfery działań:

- rekultywacja (habitat restoration),
- przenoszenie flory i fauny na nowo przygotowany profil (habitat transportation),
- kreowanie (kształtowanie) siedlisk i odpowiada-

jących im zbiorowisk roślinnych *de novo* (habitat creation).

Na coraz większą skalę prowadzi się zwłaszcza eksperymentalne kształtowanie siedlisk i związanej z nimi roślinności o cechach naturalnych i półnaturalnych. Na terenach zdewastowanych tworzone są od podstaw warunki siedliskowe, a następnie wprowadzana odpowiadająca tym warunkom roślinność (wodna, bagienna, łąkowa, wrzosowiskowa, leśna). Zabiegi te mają na celu wzbogacenie lokalnej flory i fauny i przyczynienie się do wzrostu jej bioróżnorodności (TOKARSKA-GUZIŁ 1996c).

Kreowanie siedlisk i poprawa warunków siedliskowych przekształconych w wyniku działalności człowieka stała się już przedmiotem odrębnych studiów. GILBERT i ANDERSON (1998) w swojej książce pt. „Habitat Creation and Repair” nie tylko porządkują dotychczasową wiedzę i osiągnięcia w tym zakresie, opisują specyfikę działań i etapy tworzenia siedlisk, ale także podejmują rozważania natury etycznej. W przytaczanej pozycji zawarta jest także bogata literatura przedmiotu.

Rekultywacja obszarów przeobrażonych działalnością człowieka (nieużytków porolnych i poprzemysłowych) zmierza głównie w kierunku kreowania i odbudowy zbiorowisk roślinnych o charakterze półnaturalnym: wrzosowisk i lasów (PUTWAIN 1995). Działania mające na celu odbudowę wrzosowisk tak charakterystycznych w krajobrazie Wysp Brytyjskich popierane są przez programy rządowe. Próbę odbudowy wrzosowisk podjęto także na terenach dawnych kopalni odkrywkowych i kamieniołomów. Spontaniczna sukcesja na tego typu nieużytkach przebiega bardzo wolno, około 70 lat, kiedy to dochodzi do częściowego pokrycia terenu roślinnością (z udziałem wrzosu i kilku gatunków traw). Przeprowadzony eksperyment miał wskazać najefektywniejsze sposoby przyspieszenia sukcesji (PUTWAIN 1988). Wierzchnią warstwę gleby (25-70 mm), pochodzącą z dobrze zachowanego wrzosowiska, przeniesiono bezpośrednio na teren nieużytku na wcześniej przygotowane podłoże z nawiezoną 100 mm warstwę próchnicy. Tak przygotowane powierzchnie poddano różnym typom uprawy i użytkowania: wprowadzając nawozy (0, 100, 300 kg/ha), nasiona traw dla utwardzenia podłoża (*Agrostis castellana*, *Lolium tenuifolium*, powierzchnia bez nasion traw), wypas (kucyki, owce, bydło, bez wypasu). Na powierzchni kontrolnej (bez nawozów i traw), po 7 latach trwania eksperymentu odnotowano bardzo słaby rozwój roślinności. Bardzo dobre wyniki uzyskano na powierzchniach

z nawiezoną warstwą gleby, dodatkiem nawozów i wprowadzoną *Agrostis castellana*. Pomyślne wyniki uzyskano także podczas eksperymentalnego zadrzewienia hałdy pogórnicej w rejonie Newport (południowa Walia). Na powierzchnie badawcze wprowadzono nasiona drzew i krzewów (*Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Crataegus monogyna*, *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Rosa canina*, *Sarothamnus scoparius*, *Sorbus aucuparia*) oraz, jako przedplon, nasiona łubinu (*Lupinus arboreus*, *L. perennis*) lub jęczmienia (*Hordeum*), który utrwalał podłoże w pierwszym roku eksperymentu. Koszt tak zaprojektowanej rekultywacji był o 30% niższy w porównaniu z tradycyjnym wysadzaniem drzew.

Jednym z ciekawych przykładów rekultywacji z wykorzystaniem lokalnych zasobów roślin jest obszar dawnej kopalni rudy ołowiu Snail Beach Mine (West-Midlands, Anglia). Część obszaru pokrytego przez odpady poeksploatacyjne (z dużą zawartością ołowiu) pozostawiono spontanicznej sukcesji roślinności, która zachodzi tu od kilkadziesiąt lat. Inny fragment obszaru zrehabilitowano w kierunku rolniczym, stosując metody unieruchomienia metali ciężkich w podłożu. Obecnie funkcjonuje on jako pastwisko! Pozostały teren zagospodarowano przyrodniczo, kreując zbiorowisko roślinne typu murawy kserotermicznej wraz z interesującymi gatunkami roślin, tworzącymi barwne kompozycje, nie wymagającymi intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych (ROSTAŃSKI 2001).

Ze względu na ograniczoną liczbę obszarów o zachowanych naturalnych i półnaturalnych walorach, a także zmiany siedliskowe dokonane na dużych powierzchniach, nie pozwalające na ich spontaniczną renaturalizację, w granicach Black Country zastosowano metody „renaturalizacji technicznej” (PAWŁA-CZYK, JERMACZEK 1995). Prowadzone eksperymenty polegają na tworzeniu warunków siedliskowych i kreowaniu odpowiadających im zbiorowisk roślinnych od podstaw (habitat creation – przedmiot kursowy dla studentów Wydziału Nauk Stosowanych Uniwersytetu w Wolverhampton). Projekty badawcze prowadzone są przez pracowników naukowych Uniwersytetu w Wolverhampton we współpracy z władzami lokalnymi. Obejmują one „kreowanie” i utrzymywanie zbiorowisk leśnych i zaroślowych, bogatych florystycznie łąk, zbiorowisk roślinności bagiennej (COHN, MILLETT 1995; JONES i in. 1995; ATKINSON i in. 1995). Podstawą powodzenia eksperymentu jest właściwe rozpoznanie warunków siedliskowych

i dobór odpowiadającego im typu roślinności. Istotna jest także znajomość składu i struktury „kreowanego” zbiorowiska.

Metodyka kreowania lasów miejskich (woodland creation) polega w pierwszym etapie na gęstym wysadzeniu drzew (w odległości nie przekraczającej 1 m). Następnie wprowadza się rodzime gatunki runa leśnego w postaci mieszanki nasion zmieszanej z piaskiem (m.in.: *Betonica officinalis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Galeobdolon luteum*, *Hiacyntoides non-scripta*, *Millium effusum*, *Primula veris*, *Silene dioica*). Stosowane są także metody kombinowane, kiedy część roślin wprowadzana jest w postaci nasion, część wysadzana. Do mieszanek nie używa się gatunków indykacyjnych, czyli roślin charakterystycznych dla naturalnych lasów (tzw. ancient woodland).

Popularne i przynoszące szybki efekt są próby kreowania łąk. Aktualnie w sprzedaży znajdują się specjalnie przygotowane mieszanki nasion (łąka kwietna, murawa kserotermiczna, itp.), które wysiewa się w ilości 30 kg/ha. Na wykreowanej łące należy prowadzić odpowiedni typ użytkowania: koszenie (wczesne lato) lub wypas (jesień). Sukcesem zakończył się eksperyment założenia bogatej florystycznie łąki na nieużytku w Wolverhampton. Materiał, w postaci świeżo skoszonego siana, pobrano z łąki kośnej z rejonu Shropshire (tereny rolnicze, położone poza granicami aglomeracji) i rozrzucono na uprzednio przygotowanym terenie (fragment dawnego kamieniołomu piaskowca, nieużytek, nieużytkowane pastwisko). W następnym roku na powierzchniach dominowała kłosówka wełnista *Holcus lanatus*, której towarzyszyły takie gatunki, jak: *Lolium perenne*, *Cynosurus cristatus*, *Leucanthemum vulgare*, *Trifolium dubium*. W kolejnych latach wykreowane łąki były coraz bogatsze, pojawiły się: *Rhinantus minor*, *Ranunculus acris*, *Achillea millefolium*, *Hypochaeris radicata*, *Plantago lanceolata*.

Przykład niemiecki

Powszechnie znanym, kompleksowym projektem przekształcenia terenów przemysłowych jest Internationale Bauausstellung Emscher Park w Zagłębiu Ruhry. Program obejmuje kilka głównych celów strategicznych, jak: odnowa terenów zielonych Parku Krajobrazowego Emscher, poprawa stanu sanitarnego rzeki Emscher, zagospodarowanie strefy kanału Ren-Herne, ochrona zabytków przemysłu jako dziedzictwa kultury, stworzenie przestrzeni pracy w parku, wprowadzenie nowych form mieszkań, wybudowanie nowych urządzeń socjalnych, kulturowych i sportowych. Propozycje realizacji konkretnych pro-

jektów zgłaszały samorządy, przedsiębiorstwa, organizacje i grupy mieszkańców. Ich skala była zróżnicowana, od małych – obejmujących przebudowę pojedynczego budynku – do budowy osiedli, parku przemysłowego, rekultywacji wielkich hałd odpadów poprodukcyjnych czy założenia parku krajobrazowego (GASIDŁO 1998).

Wśród interesujących przykładów zagospodarowania terenów poprzemysłowych w Zagłębiu Ruhry wymienić można Park Krajobrazowy w Duisburgu (Landschaftspark Duisburg-Meiderich). Jest to dość duży teren poprzemysłowy (dawnych zakładów metalurgicznych Thyssen-Krupp), wykorzystywany obecnie jako muzeum techniki (z wielkim piecem jako punktem widokowym), zespół sal koncertowo-wystawowych oraz jako park rekreacyjno-edukacyjny. Celem funkcjonowania tego obiektu jest m.in. utrzymanie charakteru przemysłowego obiektu, a nawet wzmocnienie funkcji – krajobraz przemysłowy. Interesującym wydaje się uzupełnienie komponowanej zieleni ozdobnej z fragmentami roślinności ruderalnej, porastającej część ocalałych nieużytków, w wyniku sukcesji spontanicznej (ROSTAŃSKI 2000a).

Jednym z projektów cząstkowych – odpowiadających przedmiotowi tego artykułu – był eksperyment rekultywacji zwałów pogórnich przy użyciu składników rodzimej flory (JOCHIMSEN 2001a, b). Na odpowiednio przygotowane profile wysiano mieszankę nasion roślin tworzących spontanicznie zbiorowiska chwastów ruderalnych (z przewagą roślin dwuliściennych). Dobór gatunków roślin zastosowanych w mieszance poprzedziły badania roślinności na 32 spontanicznie skolonizowanych zwałach oraz kilkuletni okres testowania przydatności poszczególnych, wytypowanych gatunków. W rezultacie otrzymano mieszankę 49 gatunków roślin związanych z grupą zespołów roślinnych z rzędu *Dauco-Melilotion*. Eksperyment trwał kilkanaście lat, a jego efektem jest wykształcona zwarta pokrywa roślinna. Skład i struktura „wykreowanych” przez człowieka, ale z uwzględnieniem reguł ekologicznych, zbiorowisk roślinnych zmieniały się w czasie. Ze zbiorowiska ustępowały przede wszystkim gatunki jednoroczne, na rzecz wieloletnich (większość gatunków ustępujących utrzymywała swój udział w banku nasion). Istotnym wynikiem badań jest konkluzja, iż w rozwoju trwałej pokrywy roślinnej na zwałach poprzemysłowych nie jest ważny stopień pokrycia terenu przez poszczególne gatunki, ale ich liczba i zróżnicowanie (tu: właściwie dobrany skład). Autorka ocenia projekt

– z perspektywy 12 lat jego trwania – jako sukces, biorąc pod uwagę wysokie zróżnicowanie florystyczne, stopień pokrycia zwałów pokrywą roślinną oraz ilość wytworzonej biomasy. Jest zdania, iż ze względu na osiągnięty, trwały (w sensie ekologicznym) efekt tego sposobu rekultywacji, najbardziej wskazaną metodą zagospodarowania nieużytków poprzemysłowych powinno być „naśladowanie” spontanicznej sukcesji.

Przykład polski

Najbardziej znanym, przeprowadzonym dotychczas, regionalnym programem, którego znaczna część obejmowała przekształcenie terenów poprzemysłowych, było utworzenie Leśnego Pasa Ochronnego GOP (GASIDŁO 1998). Jednym z celów tego programu było zagospodarowanie nieczynnych wyrobisk popiaskowych i innych terenów poprzemysłowych leżących na terenie Pasa. W ramach tego programu zrealizowano przekształcenia wyrobisk popiaskowych w ośrodki wypoczynku niedzielny w Czechowicach, Pławniowie, Chechle i Pogorii.

Innym projektem, również o znaczeniu regionalnym, było wybudowanie w samym centrum konurbacji katowickiej Wojewódzkiego Parku Kultury i Wypoczynku. Budowę Parku rozpoczęto w 1952 roku, na obszarze 600 hektarów terenów zdewastowanych, hałd, wysypisk, zapadlisk i biedaszybów. W 50. rocznicę swego istnienia, Park stanowi pokaznych rozmiarów „wyspę” wśród terenów intensywnie zabudowanych, jest miejscem rekreacji i wypoczynku mieszkańców całego regionu. Jednocześnie pełni istotną funkcję ekologiczną w konurbacji katowickiej: klimatotwórczą, hydrologiczną i biotyczną. Stanowi też ważny element projektowanego systemu obszarów chronionych regionu górnośląskiego (SZCZEPAŃSKA 2001).

W warunkach polskich sposób rekultywacji i zagospodarowania terenów pogórnich uzależniony jest przede wszystkim od rodzaju nieużytku, projektowanego docelowego przeznaczenia obszaru i względów finansowych. Rekultywacja przebiega z reguły w kilku etapach i obejmuje odtworzenie gleby metodą techniczną lub biologiczną oraz zagospodarowanie docelowe. W poszczególnych etapach stosowane są różne rozwiązania, m. in. wprowadzanie odpowiednich gatunków roślin jako przedplon.

Dobór gatunków roślin do rekultywacji

Podstawową pulę gatunków preferowanych do wprowadzania na różne typy nieużytków górniczych stanowią gatunki rodzime, często jednak nie miejscowego pochodzenia. W wielu przypadkach stosuje

się (w tym na dużą skalę) gatunki obce (MACIAK 1999).

Do częściej stosowanych należą następujące gatunki:

– drzewiaste: *Quercus rubra*, *Robinia pseudo-acacia*, *Padus serotina*, *Acer negundo*, *Cerasus mahaleb*, *Aesculus hippocastanum*, *Salix acutifolia*, *Rosa rugosa*, *Caragana arborescens*, *Eleagnus angustifolia*, *Populus robusta*, *P. serotina*, *P. euroamericana*, *P. simoni*,

– zielne: *Medicago sativa*, *Lupinus luteus*, *L. polyphyllus*, *Helianthus tuberosus*, *Reynoutria japonica* oraz wiele gatunków i odmian traw.

Wiele z wymienionych gatunków, sprowadzonych do Europy i Polski jako rośliny ozdobne lub użytkowe „zbiegło” z uprawy (proces ten nadal postępuje), wchodząc trwale w skład miejscowej flory. Następstwa tego zjawiska okazały się poważne. Niektórzy z tych „obcych przybyszów” okazali się niezwykle ekspansywni i dominują obecnie na rozległych przestrzeniach, zdobytych kosztem gatunków miejscowych (KORNAŚ 1996), wkraczając początkowo do zbiorowisk ruderalnych, a część z nich także i do zbiorowisk o charakterze półnaturalnym i naturalnym. Znaczenie przyrodnicze mają ponadto procesy ewolucyjne, które w nowej ojczyźnie doprowadziły niejednokrotnie do powstania nowych gatunków, czy mieszańców – np. powstanie gatunku trawy *Spartina anglica* ze skrzyżowania sprowadzonej z Ameryki Północnej *S. alternifolia* z rodzimą w Anglii *S. stricta*, lub opisanego w ostatnich latach w Europie mieszańca *Reynoutria x bohémica* powstałego ze skrzyżowania *R. japonica* z *R. sachalinensis* – gatunków, sprowadzonych do Europy z Azji, których naturalne zasięgi geograficzne są rozłączne (FOJCIK, TOKARSKA-GUZIK 2000), czy też mieszańca lucerny pośredniej *Medicago x varia* powstałego ze skrzyżowania się uprawianego i stosowanego w rekultywacjach gatunku lucerny siewnej *M. sativa* z jej „dzikim” krewnym, lucerną sierpowatą *M. falcata*.

Konsekwencje przyrodnicze wywołane inwazjami biologicznymi powinny być brane pod uwagę we właściwym doborze materiału roślinnego stosowanego w rekultywacji. Wyniki badań nad migracjami gatunków dostarczają pewnych ogólnych prawidłowości (KORNAŚ 1996), w oparciu o które można przyjąć iż:

-- nie należy stosować gatunków pochodzących z obszarów o podobnych klimatach,

– ograniczyć stosowanie gatunków cechujących się właściwościami biologicznymi zwiększającymi

ekspansywność (właściwości te skupiają się szczególnie w niektórych rodzinach np. astrowatych – złożonych (Asteraceae = Compositae), traw (Poaceae = Graminae), kapustowatych – krzyżowych (Brassicaceae = Cruciferae) czy komosowatych (Chenopodiaceae).

Zagospodarowanie nieużytków poprzemysłowych z wykorzystaniem lokalnych zasobów genowych

Wieloletnia egzystencja w krajobrazie nieużytków poprzemysłowych sprzyja spontanicznym procesom tworzenia pokrywy roślinnej, które w efekcie mogą stać się „atrakcyjnymi” przyrodniczo miejscami – enklawami „dzikiego życia” w obszarach zurbanizowanych. Badania spontanicznej szaty roślinnej terenów poprzemysłowych wykazują, że we florze tych obszarów dominują rodzime gatunki roślin, stanowiące ponad 70% jej składu ogólnego. Antropofity – gatunki obcego pochodzenia – stanowią mniej, niż 30% (ROSTAŃSKI 2001).

Do gatunków najpospolitszych, występujących w większości siedlisk poprzemysłowych należą rośliny łąkowe (np. *Achillea millefolium*, *Agropyron repens*, *Trifolium repens*, *Poa compressa*, *Arrhenatherum elatius*), rośliny siedlisk ruderalnych (*Calamagrostis epigejos*, *Daucus carota*, *Tanacetum vulgare* i *Agrostis stolonifera*) oraz lekkonasienne gatunki drzewiaste: *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Salix caprea*. Największą liczbę gatunków obserwuje się na starszych zwałach pogórnich. Najliczniej występują tu trwałe gatunki wieloletnie oraz jednoroczne (ROSTAŃSKI 1991; PATRZAŁEK, ROSTAŃSKI 1995). Odpowiednie zabiegi rekultywacyjne mogą wzbogacać skład gatunkowy tych siedlisk.

Skład i bogactwo gatunkowe spontanicznej flory terenów poprzemysłowych nie zależy od wielkości obiektów, a raczej od lokalnych źródeł diaspory, czyli od bogactwa flory w ich otoczeniu (ROSTAŃSKI 2001). Analiza spektrum wybranych wskaźników ekologicznych wykazuje, że w składzie spontanicznej flory terenów poprzemysłowych dominują wiatrosiewne, światłolubne i ekspansywne gatunki roślin.

Istotną grupą roślin, zasiedlającą spontanicznie tereny pogórnice są trawy (ROSTAŃSKI 2000 a, c; WOŹNIAK, ROSTAŃSKI 2000). Do ważnych, ze względu na rolę i udział w zbiorowiskach roślinnych terenów poprzemysłowych, należą rodzime gatunki traw, takie jak: *Agropyron repens*, *Calamagrostis epigejos*, *Corynephorus canescens*, *Digitaria ischaemum*, *Festuca arundinacea*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, *Phragmites australis*, *Poa annua*, *P. compressa*, *P. palustris* i *P.*

pratensis. Rzadziej reprezentowane są obce gatunki traw, np. *Echinochloa crus-gali*, *Eragrostis minor*. Trawy są tą grupą roślin, która jest preferowana w zabiegach rekultywacyjnych. Z reguły jednak stosowane są gatunki i odmiany uprawiane, niemiejscowego pochodzenia. W pierwszych etapach rekultywacji biologicznej zastosowanie mieszanek traw wiąże się z ponoszeniem dodatkowych nakładów na wytworzenie zwartej darni i jej utrzymanie. Wyniki badań prowadzonych na zwałach pogórnich w Zagłębiu Ruhry sugerują, iż najlepsze efekty daje wprowadzanie traw jako domieszki w materiale siewnym, który tworzą głównie nasiona wieloletnich roślin dwuliściennych (JOCHIMSEN 2001b).

Pierwsze próby rekultywacji terenów pogórnich z wykorzystaniem lokalnych zasobów genowych podjęto w ostatnich latach na terenie województwa śląskiego. Zasadą podstawową ich realizacji jest budowa zieleni z wykorzystaniem aktualnie przebiegającej sukcesji roślin. Metoda ta polega na zakładaniu centrów dyspersji mających stanowić źródło nasion dla sukcesji. Centra te kształtowane są w formie wieloprzestrzennych wzorów w terenie. Stanowią rodzaj instalacji artystycznych w przestrzeni, określanych jako „landart”. Podstawowy dla nich dobór stanowią rośliny, które w sposób spontaniczny rozsiewają się na okolicznych terenach o zbliżonych warunkach siedliskowych. Dobór uzupełniający stanowią tu głównie drzewa o małych wymaganiach, które mają stanowić rodzaj dominant i punktów orientacyjnych (ROSTAŃSKI K. M. 2001). Dla parków, których zielen jest kształtowana w oparciu o lokalne zasoby genowe, autor przyjął nazwę „parków naturalnej sukcesji”. Zasadniczą funkcją proponowaną dla tych obszarów jest rekreacja rowerowa i edukacja przez zabawę. Głównym walorem projektowanych parków jest stosunkowo niski koszt ich realizacji i wysoka odporność na wandalizm.

PROBLEMY

ORGANIZACYJNO-PRAWNE I SPOŁECZNE PRZEKSZTAŁCENIE TERENÓW POGÓRNICZYCH

Potrzeba zagospodarowania nieużytków pogórnich, będących efektem procesów technologicznych, nabrała nowego znaczenia w świetle zmian restrukturyzacyjnych górnictwa. Obok terenów zdegradowanych i zdegradowanych w wyniku prowadzonej eksploatacji, pojawiły się tereny dawnych obiektów przemysłowych także wymagające zagospodarowania, tym bardziej, iż wiele z nich zlokalizowanych jest na terenach zurbanizowanych. Skale

tego problemu można ocenić analizując plany miast. Tereny zaznaczone obecnie jako przemysłowe staną się, a niektóre już są terenami poprzemysłowymi. W niektórych przypadkach tereny przemysłowe i poprzemysłowe stanowią dużą część obszaru zurbanizowanego. Najwyraźniej widać to w miastach górniczych oraz zdominowanych przez ciężki przemysł przetwórczy. Skala problemu wynika nie tylko z wielkości tych terenów, ale także innych ich specyficznych cech (np. zanieczyszczenia), a także z lokalizacji w potencjalnie wartościowych miejscach: centrach miejskich, wzdłuż arterii komunikacyjnych, nad brzegami otwartych wód (GASIDŁO 1998).

Celem przekształcania terenów poprzemysłowych, jak twierdzi cytowany powyżej autor, nie jest przywracanie dawnej struktury przyrodniczej lub antropogenicznej, lecz kształtowanie nowego układu funkcjonalno-przestrzennego, nowego stanu równowagi pomiędzy obszarem a jego otoczeniem. Twierdzenie to dotyczy także elementów przyrodniczych układu. Ten sam autor, analizując główne problemy przekształceń terenów poprzemysłowych, zestawia je w trzech grupach: przyrodniczej, technicznej i społecznej. We wszystkich wymienionych grupach niezbędne jest wdrożenie procedur, dla których punktem wyjścia jest zdefiniowanie problemu i ocena zakresu niezbędnych działań.

Przekształcenie określonego terenu, zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwoju, powinno być pojmowane jako spektrum działań prowadzących od tegoż zdefiniowanego problemu i oceny jego rangi (skali) poprzez wskazanie możliwych rozwiązań do konkretnych działań, których efektem ma być założony na wstępie rodzaj zagospodarowania terenu. We wszystkich tych etapach biorą udział różni „aktorzy”, jak np. instytucje państwowe, samorządowe, organizacje pozarządowe, naukowcy, eksperci, konsultanci, społeczność lokalna. Osiągnięcie finalnego efektu nie oznacza „porzucenia” przekształconego obszaru (wiele działań rekultywacyjnych kończyło się właśnie na tym etapie, a z rozwiązaniem ewentualnych niepowodzeń musiał uporać się kolejny właściciel obszaru). Integralną częścią procesu jest dalszy monitoring i ocena efektywności podjętych działań. Etapy prowadzące do rozpoznania problemu, oceny ryzyka, ewentualnych zagrożeń, uwzględnienia odpowiednich regulacji prawnych, wymagań politycznych i społecznych szczegółowo przeanalizowało wielu autorów (GASIDŁO 1998, HARRIS i in. 1995, KOZŁOWSKI 1993, POBORSKI 1988). Mogą one posłużyć jako „matryca” dla rozwiązywania konkret-

negu problemu, modyfikowana w zależności od jego specyfiki.

Przedstawione tu propozycje przyrodniczego zagospodarowania terenów poprzemysłowych wymagają stosowania analogicznych procedur. Nie zawsze teren kwalifikuje się do tego typu zagospodarowania – istotna jest tu analiza jego ewentualnego wpływu na otoczenie (może stanowić zagrożenie dla ludzi, środowiska). Ten sposób zagospodarowania, choć najczęściej opłacalny ze względów ekonomicznych, nie zawsze znajduje akceptację opinii społecznej. Dość często tereny te nadal postrzega się jako bezwartościowe nieużytki, a nawet miejsca kryminogenne. Bardzo ważne jest w tym wypadku „przekształcenie” świadomości społecznej poprzez właściwie prowadzoną edukację ekologiczną, ukierunkowaną na zrozumienie potrzeby utrzymania lokalnej bioróżnorodności oraz bezpośredni udział społeczności we wszystkich etapach procesu przekształceń.

PODSUMOWANIE

W ochronie i rekultywacji gruntów godną uwagi jest metoda przyrodnicza wykorzystująca procesy naturalne, które w szczególnych przypadkach mogą być przyspieszane przez człowieka. Istotne znaczenie mają tu ponadto względy ekonomiczne, gdyż utrzymanie takich obszarów nie jest kosztowne i sprowadza się z reguły do ograniczenia ingerencji człowieka (pozostawienie fragmentów obszarów jako niedostępnych lub trudnodostępnych) i okresowego sprzątnięcia. W akcjach tych już teraz często uczestniczy młodzież szkolna i społeczność lokalna. Obok wartości przyrodniczej i pełnionej funkcji społecznej obszary te posiadają także wartość kulturową, będąc dokumentem dawnej działalności przemysłowej (TOKARSKA-GUZIŁ 2000). Część terenów poprzemysłowych charakteryzujących się specyficznymi warunkami siedliskowymi staje się miejscem egzystencji swoistych biocenoz, nierzadko unikatowych, stanowiąc wraz z zabytkami kultury przemysłowej dziedzictwo regionalne, dla których należy utworzyć narzędzia prawne, umożliwiające ich zachowanie i ochronę dla przyszłości.

Przyrodnicze zagospodarowanie terenów pogórniczych, powinno być realizowane w drodze:

- ochrony wartości przyrodniczych (chronione powinny być zarówno same procesy sukcesji spontanicznej, jak i tereny z wykształconą specyficzną roślinnością),
- ochrony przed zainwestowaniem lub zmianą sposobu zagospodarowania (często dawne nieużytki poprzemysłowe opanowują pospolite zbiorowiska

roślinne, lecz ich wartość przyrodnicza – wzrost bioróżnorodności, walory krajobrazowe i społeczna – edukacja, rekreacja, tereny otwarte, szczególnie na terenach miejsko-przemysłowych, jest wysoka),

- rekultywacji przyrodniczej (polegającej przede wszystkim na przyspieszaniu spontanicznych procesów regeneracji i stosowaniu rodzimego materiału roślinnego miejscowego pochodzenia).

Przyrodnicze zagospodarowanie nieużytków pogórnich poprzedzać powinno rozpoznanie istniejących walorów przyrodniczych (inventaryzacja i walo-ryzacja) oraz wnikliwa, wieloaspektowa ocena możliwości i ograniczeń tego typu przekształcenia. Przyjęty kierunek zagospodarowania nie powinien kończyć się na etapie poddania pod ochronę, czy przekazaniem terenu do użytkowania. Optymalne rozwiązanie powinno objąć działania długofalowe:

- strategię ochrony poszczególnych typów roślinności, z wykorzystaniem ochrony biernej i czynnej,
- określenie możliwości użytkowania terenu,
- stały monitoring.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy pragną podziękować Prof. I.C. Truemanowi, Dr E.V. Cohn z Uniwersytetu w Wolverhampton, Prof. P. Putwain z Uniwersytetu w Liverpool (Anglia) oraz Prof. M. Jochimsen z Uniwersytetu w Essen za umożliwienie zapoznania się z prowadzonymi przez nich eksperymentami i udostępnienie niepublikowanych materiałów.

PIŚMIENNICTWO

- Atkinson M. D., Trueman I. C., Millett P., Jones G. H., Besenyei L. 1995. The use of hay strewing to create species-rich grasslands (ii). Monitoring the vegetation and the seed bank. *Land Contamination & Reclamation*, 3(2): 108-110.
- Bejček V. P., Tyrner P. 1980. Primary succession and species diversity of avian communities on spoil banks after surface mining of lignite in the Most Basin (NW Bohemia). *Folia Zoologica*, Brno, 29: 67-77.
- Box J. 1993. Conservation or greening? The challenge of post-industrial landscapes. *British Wildlife*, 4(5): 273-279.
- Box J. 1999. Nature conservation and post-industrial landscapes. *Industrial Archeology Review*, 21(2): 137-146.
- Brooks R. (Ed.) 1998. Plants that hyperaccumulate heavy metals. CAB International, New York, pp. 360.
- Cabała S., Sypień B. 1987. Rozwój szaty roślinnej na wybranych zwalówkach kopalń węgla kamiennego GOP. *Arch. Ochr. Środ.*, 3-4: 169-184.
- Celiński F., Czyłok A. 1996. Paradoksy antropopresji. *Przyroda Górnego Śląska*, 3: 4-5. Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Katowice.
- Cieszek J., Kucharczyk M. 1997. Nieczynne piaskownie jako wtórne siedliska występowania widłaczka torfowego *Lycopodium inundata* (L.) Holub, s.: 50-60. W: Wika S. (Red.) *Roślinność obszarów piaszczystych*. WBiOŚ UŚ, ZJPk, Katowice-Dąbrowa Górnicza.
- Cohn V. J., Millett P. 1995. Problems of the implementation and management of urban woodland habitat creation schemes. *Land Contamination & Reclamation*, 3(2): 89-92.
- Cohn V. J., Rostański A., Tokarska-Guzik B., Trueman I.C.,

- Woźniak G. 2001. The flora and vegetation of an old solvay process tip in Jaworzno (Upper Silesia, Poland). *Acta Soc. Bot. Pol.*, 70(1): 47-60.
- Czyłok A. 1997. Pionierskie zbiorowiska ze skrzypem pstrym *Equisetum variegatum* Schleich. w wyrobiskach po eksploatacji piasku, s.: 61-66. W: Wika S. (Red.) *Roślinność obszarów piaszczystych*. WBiOŚ UŚ, ZJPk, Katowice-Dąbrowa Górnicza.
- Dobrzańska J. 1955. Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Bolesławia i Olkusza. *Acta Soc. Bot. Pol.* 24(2): 357-408.
- Dulewski J., Wtorek L. 2000. Problemy przywracania wartości użytkowych gruntom zdegradowanym działalnością górniczą. *Inżynieria ekologiczna*. Nr 1. Ochrona i rekultywacja gruntów: 14-22. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin.
- Filipiak P., Krawczyński W. 1996. *Tajemnice hald*. *Przyroda Górnego Śląska*, 3: 3. Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Katowice.
- Fojcik B., Tokarska-Guzik B. 2000. *Reynoutria x bohemica* (Polygonaceae) – nowy takson we florze Polski. *Fragm. flor. geobot.*, ser. Polonica, 7: 63-71.
- Gasiłło K. 1998. Problemy przekształceń terenów poprzemysłowych. *Architektura*. Zesz. Nauk. Politechniki Śl. z. 37, ss. 202.
- Gilbert O. L., Anderson P. 1998. *Habitat creation and repair*. Oxford University Press, Oxford-New York-Tokyo, pp. 288.
- Greenwood E. F., Gemmell R. P. 1978. Derelict industrial land as a habitat for rare plants in S. Lancs. (v.c.59) and W. Lancs. (v.c.60). *Watsonia*, 12: 33-40.
- Greszta J., Morawski S. 1972. Rekultywacja nieużytków poprzemysłowych. *PWRiL*, Warszawa, ss. 264.
- Grodzińska K., Korzeniak U., Szarek-Łukaszewska G. Godzik B. 2001. Colonization of zinc mine spoils in Southern Poland – preliminary studies on vegetation, seed rain and seed bank. *Fragm. flor. geobot.*, 45 (2000), 1-2: 123-145.
- Harris M. R., Herbert S. M., Smith M. A. 1995. Site investigation and assessment, p.: 87-164. In: *Remedial Treatment of Contaminated Land*. CIRIA, London, vol. 3. 243 pp.
- Holak E., Kania E., Wrona A. 1996. Rzadkie i chronione gatunki roślin naczyniowych w wybranych antropogenicznych zbiornikach wodnych położonych w obrębie Bytomia, Jaworzna, Czerwionki-Leszczyna, Zabrze i Knurowa, s.: 353-366. *Mat. konferencji naukowej „Gospodarka terenami zniszczonymi działalnością człowieka”*. PAN, IPIŚ, Zabrze.
- IBA '99. Dahlheimer A., Radomski S., Danne S., Wubbeling B. (Eds.) 1999. *Internationale Bauausstellung Emscher Park*, Essen.
- Jefferson R. G. 1984. Quarries and wildlife conservation in the Yorkshire Wolds, England. *Biol. Conserv.*, 29: 363-380.
- Jędrzejczyk M., Rostański A., Małkowski E. 2002. Accumulation of zinc and lead in selected taxa from genus *Viola* L. *Acta Biol. Crac.* (in press).
- Jochimsen M. E. A. 1987. Vegetation development on mine spoil heaps – a contribution to the improvement of derelict land based on natural succession, p.: 245-252. In: *Vegetation Ecology and Creation of New Environments*. Proc. Inter. Symp. Tokyo 1984, Tokai Univ. Press.
- Jochimsen M. E. A. 1991. Vegetationsökologische Gesichtspunkte zur Begrünung von Bergematerial, s.: 155-162. W: Wiggering H., Kerth M. (Eds.) *Bergehalden im Ruhrgebiet. Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraumes*. Vieweg, Braunschweig-Wiesbaden.
- Jochimsen M. E. A. 1996. Reclamation of colliery mine spoil founded on natural succession. *Water, Air, and Soil Pollution*, 91: 99-108.
- Jochimsen M. E. A. 2001a. Vegetation development and species assemblages in a long-term reclamation project on mine spoil. *Ecological Engineering*, 17(2-3): 187-198.
- Jochimsen M. E. A. 2001b. Reclamation degraded sites by ecological means, p.: 541-549. In: *Green 3. The exploitation of natural resources and the consequences*. Thomas Telford, London.
- Jochimsen M. E. A., Hartung J., Fischer I. 1995. Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. *Ber. d. Rienh.-Tüxen-Ges.*, 7: 69-88.
- Johnson M. S. 1978. Land reclamation and the botanical significance of some former mining and manufacturing sites in Britain. *Environ. Conserv.*, 5: 223-228.
- Jones G. H., Trueman I. C., Millett P. 1995. The use of hay strewing to create species-rich grasslands (i). General principles and hay strewing versus seed mixes. *Land Contamination & Reclamation*, 3(2): 104-107.

- Kornaś J. 1996. Pięć wieków wymiany flor synantropijnych między Starym i Nowym Światem. *Wiad. bot.*, 40(1): 11-19.
- Kozłowski S. 1993. Ekorozwój w gminie. *Mat. informacyjne do przygotowania ekorozwoju gminy*. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Warszawa, ss. 220.
- Krzaklewski W. 1990. Rekultywacja terenów pogórnich. CPBP, z. 18. Wyd. SGGW, Warszawa, ss. 1-80.
- Lamparska-Wieland M. 1996. Historia zapisana w krajobrazie. *Przyroda Górnego Śląska*, 3: 14. Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Katowice.
- Lipiński A. 2000. *Elementy prawa ochrony środowiska*. Kantor Wydawniczy, Zakamycze, ss. 253.
- Maciak F. 1999. *Ochrona i rekultywacja środowiska*. Wyd. II. Wyd. SGGW, Warszawa, ss. 348.
- Matuszkiewicz W. 2001. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 537.
- Nowicki M. 1993. *Strategia ekorozwoju Polski*. Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzczak, Warszawa, ss. 182.
- Patrzalek A., Rostański A. 1992. Procesy glebotwórcze i zmiany roślinności na skarpie rekultywowanego biologicznie zwałowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego. *Arch. Ochr. Środ.*, 3-4: 157-168.
- Pawlaczyk P., Jermaczek A. 1995. Renaturalizacja techniczna, s. 171-177. W: Pawlaczyk P., Jermaczek A. *Poradnik lokalnej ochrony przyrody*. Wyd. Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- Poborski P. 1998. Definicja problemu i proces decyzyjny oparty o analizę ryzyka. W: *Problemy terenów zanieczyszczonych w Europie Środkowej i Wschodniej*. Mat. Forum Dyskusyjnego. Risk Abatement Center for Central and Eastern Europe, Katowice.
- Prach K., Pyšek P. 1999. How do species dominating in succession differ from others? *Journal of Vegetation Science*, 10: 383-392.
- Prach K., Pyšek P., Šmilauer P. 1999. Prediction of vegetation succession in human-disturbed habitats using an expert system. *Restoration Ecology*, 7(1): 15-23.
- Podbielkowski Z. 1960. Zarastanie dółów potorfowych. *Monogr. Bot.*, 10(1): 1-144.
- Putwain P. 1988. *Heathland restoration: a handbook of techniques*. Environmental advisory unit, Univ. of Liverpool, British Gas, Southampton, pp. 160.
- Putwain P. 1995. Evaluation of the effectiveness of heathland and woodland habitat creation in development mitigation. *Land Contamination & Reclamation*, 3(2): 153.
- Richling A., Solon J. 1996. *Ekologia krajobrazu*. PWN, Warszawa, ss. 226.
- Rostański A. 1991. Spontaniczna sukcesja roślinności na wybranych zwalach poprzemysłowych w województwie katowickim. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, 3: 35-38. WBiOŚ, WNoZ UŚ, Katowice-Sosnowiec.
- Rostański A. 1996. Hałdy przemysłowe – uciążliwy, a zarazem interesujący element krajobrazu Górnego Śląska. *Przegląd Przyrodniczy*, 7(3-4): 259-262.
- Rostański A. 1997a. Rośliny naczyniowe terenów o wysokim stopniu skażenia metalami ciężkimi. *Acta Biol. Siles.*, 30(47): 56-85.
- Rostański A. 1997b. Flora spontaniczna hałd Górnego Śląska. *Arch. Ochr. Środ.*, 23(3-4): 159-165.
- Rostański A. 1998. Anthrophytes and apophytes in colonization process on the post-industrial heaps in Upper Silesia Region. *Phytocoenosis*, 10(9): 199-202.
- Rostański A. 2000a. Rekultywacja i zagospodarowanie nieużytków poprzemysłowych – rozwiązania alternatywne. *Inżynieria ekologiczna. Nr 1. Ochrona i rekultywacja gruntów*: 81-86. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin.
- Rostański A. 2000b. Podsumowanie badań flory terenów poprzemysłowych na Górnym Śląsku (1989-1999). *Acta Biol. Siles.*, 35(52): 131-154.
- Rostański A. 2000c. Trawy spontanicznie zasiedlające nieużytki poprzemysłowe w aglomeracji katowickiej. *Łąkarstwo w Polsce*, 3: 141-150.
- Rostański A. 2001. Rola lokalnych zasobów genowych w zagospodarowaniu nieużytków poprzemysłowych, s. 163-172. W: *Materiały Sympozjum Warsztaty 2000 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie*. Wieliczka 29 maja – 1 czerwca 2001. „Druk-Rol”, Kraków.
- Rostański A., Trueman I. 2001. A comparison of the spontaneous floras of coal mine heaps in two European industrial regions – Upper Silesia (Southern Poland) and the Black Country (UK), p. 561-566. In: *Green 3. The exploitation of natural resources and the consequences*. Thomas Telford, London.
- Rostański A., Woźniak G. 2001. The development of vegetation on industrial wastelands in Upper Silesia (Poland) and the Ruhr Region (Germany), p. 259-269. In: *Jackowiak B., Żukowski W. (Eds.) "Mechanisms of Anthropogenic Changes of the Plant Cover"*. Dept. of Plant Taxonomy, U.A.M. Poznań.
- Rostański K., Tokarska-Guzik B., Kania E. 1994. Flora naczyniowa obrzeży wybranych zalewisk pogórnich na terenie Bytomia, Jaworzna i Knurowa. *Acta Biol. Siles.*, 25(42): 7-19.
- Rostański K. M. 2001. Zieleń parkowa jako wynik naturalnej sukcesji, s. 173-187. W: *Materiały Sympozjum Warsztaty 2000 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie*. Wieliczka 29 maja – 1 czerwca 2001. „Druk-Rol”, Kraków.
- Szafer W. 1977. *Flora galmanowa*, s. 110. W: Szafer W., Zarzycki K. *Szata roślinna Polski*. T.II. PWN, Warszawa.
- Szczepańska J. 2001. Funkcje ekologiczne WPKiW. WPKiW jako element ekologicznego systemu obszarów chronionych regionu. W: A. Rostański (Red.) „Znaczenie i funkcje Wojewódzkiego Parku Kultury i Wypoczynku w Chorzowie w aspekcie ekologiczno-przyrodniczym. WPKiW, Chorzów – Katowice (maszynopis).
- Szwedo J., Woźniak G., Kubajak A., Wyparło H., Rak W. 1995. Ścieżki dydaktyczne po terenach rekultywowanych Kopalni Piasku „Szczakowa” S. A. Propozycja zajęć dydaktycznych z ekologii i odbudowy zdegradowanego środowiska. Wyd. Planta, Krzeszowice, ss. 72.
- The Black Country Nature Conservation Strategy. 1994. *English Nature, Sandwell West Midlands, Dudley Metropolitan Borough, Walsall Metropolitan Borough Council, Wolverhampton Metropolitan Borough Council*, ss. 40 (+ 132 ss. Technical Appendix).
- Tokarska-Guzik B. 1991. Hałda huty szkła w Jaworznie-Szczakowej jako ostoja zanikających gatunków w obrębie miasta. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, 3: 39-42. WBiOŚ, WNoZ UŚ, Katowice – Sosnowiec.
- Tokarska-Guzik B. 1996a. Możliwości przyrodniczego zagospodarowania nieużytków miejskich i poprzemysłowych na przykładzie Aglomeracji Katowickiej, s. 285-288. W: *Mat. konferencji naukowej „Gospodarka terenami zniszczonymi działalnością człowieka”*. PAN, IPiS, Zabrze.
- Tokarska-Guzik B. 1996b. Rola hałd zasadowych w utrzymaniu lokalnej bioróżnorodności. *Przegląd Przyrodniczy*, 7(3-4): 261-266.
- Tokarska-Guzik B. 1996c. Kształtowanie i ochrona szaty roślinnej i krajobrazu Anglii. *Przegląd Przyrodniczy*, 7(3-4): 273-280.
- Tokarska-Guzik B. 2000. Przyrodnicze zagospodarowanie nieużytków miejsko-przemysłowych na przykładzie centrów górniczych Europy. *Inżynieria ekologiczna. Nr 1. Ochrona i rekultywacja gruntów*: 72-80. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin.
- Tokarska-Guzik B. 2001. Przyrodnicze zagospodarowanie terenów pogórnich, s. 209-222. W: *Materiały Sympozjum Warsztaty 2000 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie*. Wieliczka 29 maja – 1 czerwca 2001. „Druk-Rol”, Kraków.
- Tokarska-Guzik B., Rostański A. 1996. Rola zatopisk (zalewisk) pogórnich w renaturalizacji przemysłowego krajobrazu Górnego Śląska. *Przegląd Przyrodniczy*, 7(3-4): 267-272.
- Tokarska-Guzik B., Rostański A., Klotz F. 1991. Roślinność hałdy pocynkowej w Katowicach-Wełnowcu. *Acta Biol. Siles.*, 19(36): 94-102.
- Tokarska-Guzik B., Rostański A., Woźniak G. 2000. Sustainable development of urban and post-industrial areas in photographs. Some examples. W: *Cohn E. i in. Sustainable development of Industrial and urban areas*. Student manual. Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice, ss. 140.
- Trueman I. C., Cohn E. V. J., Tokarska-Guzik B., Rostański A., Woźniak G. 2001. Calcareous waste slurry as wildlife habitat in England and Poland, p. 527-534. In: *Green 3. The exploitation of natural resources and the consequences*. Thomas Telford, London.
- Wierzbicka M., Rostański A. 2002. Microevolutionary changes in the ecotypes of calamine waste heap vegetation near Olkusz, Poland. *Acta Biol. Crac. (in press)*.
- Wika S., Sendek A. 1993. Sukcesja swoistej roślinności na hałdzie hutniczej w Siemianowicach Śląskich. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, 9: 23-30. WBiOŚ, WNoZ UŚ, Katowice – Sosnowiec.
- Woźniak G. 1998. Primary succession on the sedimentation

pools of coal mines in Upper Silesia (Poland). Phytocoenosis, 10(9): 189-198.

Woźniak G., Kompala A. 2000. Rola procesów naturalnych w rekultywacji nieużytków przemysłowych. *Inżynieria ekologiczna. Nr 1. Ochrona i rekultywacja gruntów: 87-93. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin.*

Woźniak G., Kompala A. 2001. Ekologiczny potencjał nieużytków przemysłowych jako podstawa ich biologicznej regeneracji, s.: 223-233. W: *Materiały Sympozjum Warsztaty 2000 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie. Wieliczka 29 maja – 1 czerwca 2001. „Druk-Rol”, Kraków.*

Woźniak G., Rostański A. 2000. Rola traw w spontanicznej sukcesji roślinnej na osadnikach ziemnych wód kopalnianych na Górnym Śląsku. *Łąkarstwo w Polsce, 3: 159-168.*

Zalewski A. 1886. *Zapiski roślinnicze z Królestwa Polskiego i Karpat. Spraw. Kom. Fizjogr. PAU, 20 (45): 171-190. Kraków.*

PROSPECTS AND LIMITATIONS OF NATURAL MANAGEMENT OF POST-INDUSTRIAL AREAS

BARBARA TOKARSKA-GUZIŁ
ADAM ROSTAŃSKI

University of Silesia
Faculty of Biology and Environmental Protection
Department of Plant Systematics
Jagiellońska 28, PL - 40 - 032 Katowice

(received 15 November 2001,
accepted 14 December 2001)

Reviewer: Ryszard Ciepał

ABSTRACT

The paper presents opportunities and means of management of post-industrial wastelands by using natural processes. It includes a review of literature on this subject and cites examples of solutions applied in countries of Western Europe and in Poland.

KEYWORDS: *post-industrial areas, land reclamation, habitat creation, natural management, protection*

SUMMARY

One of the most burning economic problems of Poland is the execution of structural reconstruction and modernisation of industry inherited from the former political system. Land which has been degraded by industry and mining of mineral resources constitutes currently the major economical problem due to its rapid increase during the preceding years. Depending on the physico-chemical and biochemical characteristics of the land scheduled for reclamation, these areas are subjected to various methods of technological and biological recultivation. In many cases techniques of quick “covering such areas with greenery”

are preferred, although they usually have low efficacy due to the transitoriness of applied, often very costly, measures. The results of observations on ecological succession are less often used in land reclamation activities for directional guidance of colonisation processes. Frequently, however, economical considerations cause these areas to be left unmanaged for spontaneous spread of vegetation over them.

The paper presents opportunities and means of management of post-industrial wastelands by using natural processes. It includes a review of literature on this subject and cites examples of solutions applied in countries of Western Europe and in Poland. Among others, methods of restoration of natural and utilitarian value to devastated areas in England are mentioned, regarding three different spheres of activity: land reclamation (habitat restoration); transfer of flora and fauna to a newly prepared profile (habitat transportation); *de novo* creation (formation) of habitats and corresponding plant communities (habitat creation). Special attention was paid to the perspectives of management of post-industrial wastelands by using natural processes which can be accelerated by man on the basis of local gene resources.

Natural management of post-mining areas should be performed through: protection of valuable natural features (protection should be ensured both for the spontaneous succession processes themselves and for territories with particular vegetation already formed), protection from investment or change of manner of management (often former post-industrial wastelands are colonised by common plant communities, but their natural value – increase of biodiversity, landscape values and social value – education, recreation, open ground, especially in urban industrial areas, is high), natural recultivation (consisting primarily of acceleration of spontaneous regeneration processes and application of native plant material of local origin).



ZRÓŻNICOWANIE FLORY NACZYNIOWEJ ZWAŁOWISK POGÓRNICZYCH ZLOKALIZOWANYCH NA TERENACH LEŚNYCH AGLOMERACJI KATOWICKIEJ

ANDRZEJ PASIERBIŃSKI, ADAM ROSTAŃSKI

Uniwersytet Śląski, Katedra Botaniki Systematycznej
ul. Jagiellońska 28, 40 - 032 Katowice

(nadesłano 15 listopada 2001, zaakceptowano 14 grudnia 2001)

Recenzent pracy: Ryszard Ciepał

ABSTRAKT

Praca prezentuje wyniki badań florystycznych prowadzonych na dwóch, różniących się wiekiem i zajmowaną powierzchnią, zwałowiskach pogórnich, zlokalizowanych na terenach leśnych aglomeracji katowickiej. Na obydwu zwałowiskach stwierdzono łączne występowanie 149 gatunków roślin naczyniowych, z których tylko 35 było wspólnych dla obydwu obiektów. We florze obydwu obiektów dominują rodzime, wieloletnie gatunki ruderalne i łąkowe, w większości światłolubne, preferujące siedliska średnio wilgotne i umiarkowanie ciepłolubne. Dość dużą grupę stanowią gatunki eurytermiczne o szerokim spektrum tolerancji wobec zasobności i pH gleby. Stwierdzono różnice w składzie gatunkowym flory na stokach i wierzchołkach zwałowisk, uzależnione od stopnia zaawansowania procesu sukcesji.

SŁOWA KLUCZOWE: *zwałowiska pogórnice, spontaniczna flora naczyniowa, tereny leśne, sukcesja roślinności, aglomeracja katowicka*

STRESZCZENIE

Obiektem badań florystycznych były dwa, różniące się wiekiem i zajmowaną powierzchnią, zwałowiska pogórnice zlokalizowane na terenach leśnych aglomeracji katowickiej. Celem niniejszych badań było porównanie składu flory dwóch różnych pod względem zaawansowania procesów sukcesji zwałowisk. Florę badanych obiektów przeanalizowano pod kątem składu gatunkowego, udziału grup geograficzno-historycznych, form życiowych oraz wybranych czynników ekologicznych. Na obydwu zwałowiskach stwierdzono łączne występowanie 149 gatunków roślin naczyniowych, z których 35 było wspólnych dla obydwu obiektów. Dominującą grupą w florze zwałowisk są apofity (74,4 - 88,5%), z grup form życiowych w ujęciu Raunkiaera najliczniejsze są hemikryptofity, wśród grup ekologiczno-siedliskowych dominują gatunki ruderalne i łąkowe. Pod względem wymagań siedliskowych większość flory zwałowisk stanowią gatunki światłolubne, preferujące siedliska średnio wilgotne i umiarkowanie ciepłolubne, choć dużą grupę stanowią też gatunki eurytermiczne. Badana flora wykazuje szerokie spektrum tolerancji wobec zasobności i pH gleby. Flora zwałowiska reprezentującego bardziej zaawansowane stadia sukcesji charakteryzuje się większym udziałem apofitów przy równoczesnym spadku udziału kenofitów i archeofitów. Jednocześnie maleje udział gatunków ruderal-

nych na korzyść gatunków leśnych i łąkowych oraz hemikryptofitów i terofitów na korzyść fanerofitów i chamefitów.

WSTĘP

Górnśląski Okręg Przemysłowy (GOP) należy do tych obszarów naszego kraju, w których antropogeniczne przekształcenia środowiska zaznaczają się najwyraźniej w krajobrazie. Liczne wypiętrzenia tzw. karbonu produktywnego w rejonie Katowic oraz rosnące zapotrzebowanie na węgiel kamienny pod koniec XIX i na początku XX wieku przyczyniły się do intensywnego rozwoju przemysłu wydobywczego na tym terenie (MACIAK 1996). Wydobywanie i obróbka kopalin nieodłącznie wiąże się produkcją znacznych ilości odpadów w postaci skały płonnej i materiału popłuczkowego (PATRZAŁEK 2000). Najczęściej gromadzone są one w postaci zwałowisk, będących w krajobrazie niepożądanymi i trudnymi do zagospodarowania obiektami. Zarówno same procesy związane z wydobywaniem, jak i późniejsze składowanie odpadów spowodowało na terenach GOP zmiany warunków hydrograficznych oraz właściwości fizycznych i chemicznych gleby, co pociągnęło za sobą zmiany w szacie roślinnej regionu. Na terenach porośniętych niegdyś przez puszcę występuje dziś mozaika roślinności synantropijnej, półnaturalnej i naturalnej.

Od kilkudziesięciu lat trwają próby zagospodarowania zwałowisk pogórnich w celu poprawienia ich walorów przyrodniczych i estetycznych. Stosuje się tu zabiegi rekultywacyjne, polegające między innymi na wprowadzeniu gatunków odpornych na trudne warunki glebowe i wodne (PATRZAŁEK, ROSTAŃSKI 1992; ROSTAŃSKI 1991). Drugim czynnikiem mającym znaczenie w odtwarzaniu szaty roślinnej na zwałowiskach jest sukcesja spontaniczna (KUCZYŃSKA i in. 1984; PATRZAŁEK, ROSTAŃSKI 1992; ROSTAŃSKI 1991, 1997). Obecnie, z perspektywy kilkudziesięciu lat, możemy oceniać efekty i znaczenie obydwu tych procesów, a także porównywać je z wczesnymi fazami sukcesji na młodszych zwałowiskach. Od pewnego czasu flora i roślinność zwałowisk poprzemysłowych staje się przedmiotem coraz większego zainteresowania zarówno w kraju, jak i za granicą (CABAŁA, JARZĄBEK 1999; KUCZYŃSKA i in. 1984; PATRZAŁEK, ROSTAŃSKI 1992; ROSTAŃSKI 1991, 1997, 2000; ROSTAŃSKI, TRUEMAN 2001; SÄNGER 1981). Wyniki tych badań pozwolą zapewne na rozwiązanie problemu optymalnego zagospodarowania hałd, jak również mogą być źródłem

wiedzy o mechanizmach i przebiegu sukcesji.

Celem niniejszej pracy jest określenie ekologicznego charakteru flory oraz porównanie różnych stadiów sukcesji na dwóch zwałowiskach zlokalizowanych na terenach leśnych aglomeracji katowickiej.

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH OBIEKTÓW

Obiektami badań były dwa zwałowiska pogórnice, zlokalizowane na terenach leśnych aglomeracji katowickiej, w dolinie rzeki Kłodnicy. Dolina ta od północy otoczona jest Wzgórzami Kochłowskimi, od południa i południowego zachodu Garbem Mikołowskim a od wschodu Płaskowyżem Murckowskim (SZAFLARSKI 1976). Badany teren leży w mezoregionie Wyżyny Katowickiej, należącej do makroregionu Wyżyny Śląskiej, podprovincji Wyżyny Śląsko-Krakowskiej, prowincji Wyżyny Małopolskiej (KONDRACKI 1991).

Obydwa obiekty są typowymi zwałowiskami centralnymi (zlokalizowanymi poza terenem zakładu przemysłowego, który produkuje odpady), o stromych, niewysokich zboczach i płaskiej, zniwelowanej wierzchołkowej. Powstały one na skutek składowania materiału o podobnych właściwościach fizycznych i chemicznych.

Pierwsze z nich – zwałowisko „Panewniki” o powierzchni 118,4 ha – zlokalizowane jest na południowy zachód od dzielnicy Panewniki oraz na południowy wschód od dzielnicy Halemba, w widłach rzek Kłodnicy i Jamnej. Przez zwałowisko przebiegają granice miast: Katowic, Rudy Śląskiej i Mikołowa. Powstało ono na skutek składowania materiałów odpadowych przez K.W.K. „Halemba”. Zwałowanie tutaj trwa nadal, a jego zakończenie przewidziane jest na rok 2005. Materiałem zwałowanym jest łupek karboński i popiół. Aktualnie większość powierzchni zwałowiska pokryta jest spontaniczną roślinnością o charakterze zielnym, natomiast centralna część wierzchołkowej całkowicie pozbawiona jest roślinności.

Zwałowisko „Borowa Wieś” leży na terenie miasta Mikołowa, na północ od Borowej Wsi i na zachód od dzielnicy Rudy Śląskiej-Halemba, w widłach rzek Kłodnicy i Promnej. W latach 1952-1977 było miejscem składowania odpadów pochodzących z K.W.K. „Bielszowice”. Obiekt zajmuje teren o powierzchni 64,2 ha. Materiałem zwałowanym jest łupek kar-

boński, częściowo zwietrzały, przemieszany z mułem, miałem węglowym oraz piaskowcem. Aktualnie cały obiekt, z wyjątkiem stromych zboczy, jest pokryty roślinnością o charakterze leśnym, gdzie dominującym gatunkiem jest brzoza brodawkowata (*Betula pendula*).

METODYKA BADAŃ

Badania obejmowały kartowanie całości flory obydwu zwałowisk. W analizie potraktowano oddzielnie florę wierzchowiny i zboczy każdego zwałowiska. Obserwacje terenowe prowadzono w latach 1998-1999, w miesiącach od IV do X. Florę obydwu zwałowisk przeanalizowano pod względem:

- składu gatunkowego,
- udziału grup geograficzno-historycznych (FRANK, KLOTZ 1990; SUDNIK-WÓJCIKOWSKA, KOŻNIEWSKA 1988; MIREK i in. 1995),
- udziału form życiowych (ELLENBERG i in. 1992),
- udziału grup ekologiczno-siedliskowych (ELLENBERG i in. 1992),
- strategii życiowych gatunków wg Grime'a (GRIME 1979; FRANK, KLOTZ 1990),
- wskaźnika tolerancji świetlnej (ELLENBERG i in. 1992),
- wskaźnika tolerancji termicznej (ELLENBERG i in. 1992),
- wskaźnika wymagań względem wilgotności podłoża (ELLENBERG i in. 1992),
- wskaźnika preferencji względem zasobności gleby (ELLENBERG i in. 1992),
- wskaźnika preferencji pH podłoża (ELLENBERG i in. 1992).

Z analiz wyłączone gatunki nasadzone, które nie rozprzestrzeniają się na terenach zwałowisk. Nazewnictwo roślin przyjęto według „Krytycznej listy roślin naczyniowych Polski” (MIREK i in. 1995).

ANALIZA SKŁADU FLORY

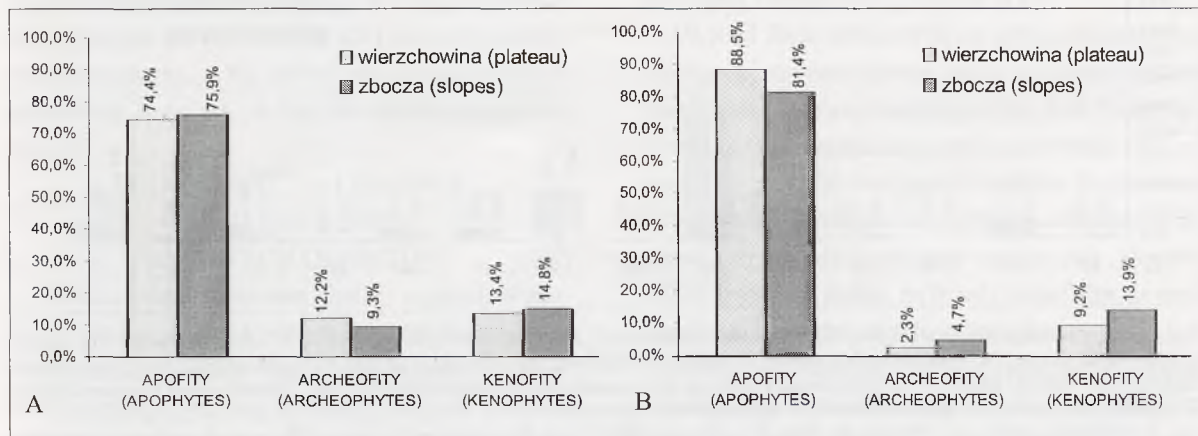
W wyniku przeprowadzonych badań na terenie obydwu obiektów zidentyfikowano 149 gatunków roślin naczyniowych (tab. 1, zamieszczona na końcu artykułu). Z tej liczby, 35 gatunków roślin naczyniowych jest wspólnych dla obydwu zwałowisk.

Na zwałowisku „Panewniki” stwierdzono występowanie 89 gatunków roślin naczyniowych należących do 30 rodzin, w tym 82 gatunki na wierzchowinie i 54 gatunki na zboczach. Najliczniej reprezentowane rodziny to: Asteraceae – 22%, Poaceae – 12,8%, Rosaceae – 7%, Salicaceae – 5,8%. Każda z pozostałych rodzin stanowiła mniej, niż 5% składu flory zwałowiska.

Na zwałowisku „Borowa Wieś” stwierdzono występowanie 95 gatunków roślin naczyniowych należących do 26 rodzin, w tym 87 gatunków na wierzchowinie i 43 gatunki na zboczach. Najliczniej reprezentowane rodziny to: Asteraceae – 20,5%, Poaceae – 10,2%, Fabaceae – 10,2%, Caryophyllaceae – 7,7%, Rosaceae – 5,1%, Scrophulariaceae – 5,1%. Każda z pozostałych rodzin reprezentowanych we florze zwałowiska stanowiła mniej, niż 5% jej składu.

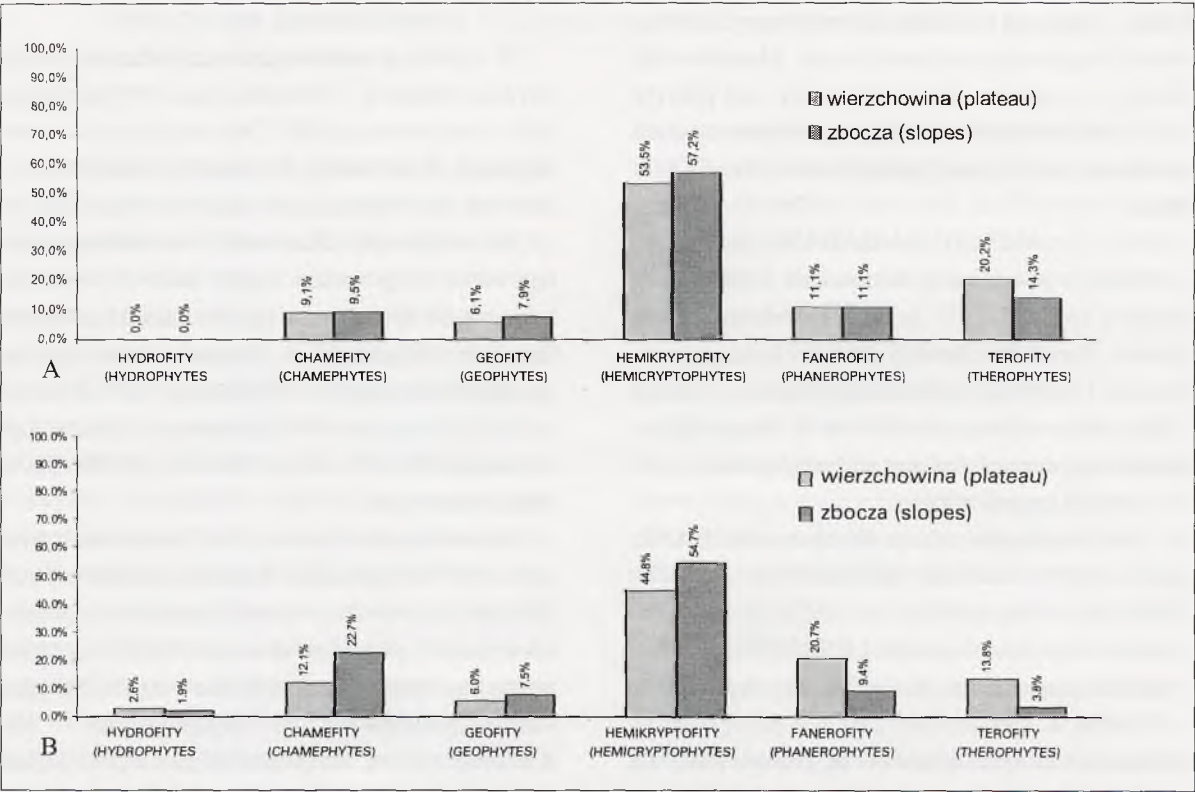
Dominującą grupą są gatunki rodzime (apofity), stanowiące od 74,4% do 88,5% flory zwałowisk (ryc. 1), spośród form życiowych w ujęciu Raunkiaera najliczniejsze są hemikryptofity (ryc. 2), natomiast pod względem ekologiczno-siedliskowym przeważają gatunki ruderalne, a w następnej kolejności gatunki łąkowe (ryc. 3).

Pod względem wymagań siedliskowych większość flory badanych zwałowisk stanowią gatunki światłolubne (ryc. 4), preferujące siedliska średnio wilgotne i umiarkowanie ciepłolubne (ryc. 5), choć dużą grupę stanowią też gatunki eurytermiczne (ryc. 6). Flora zwałowisk wykazała natomiast szerokie

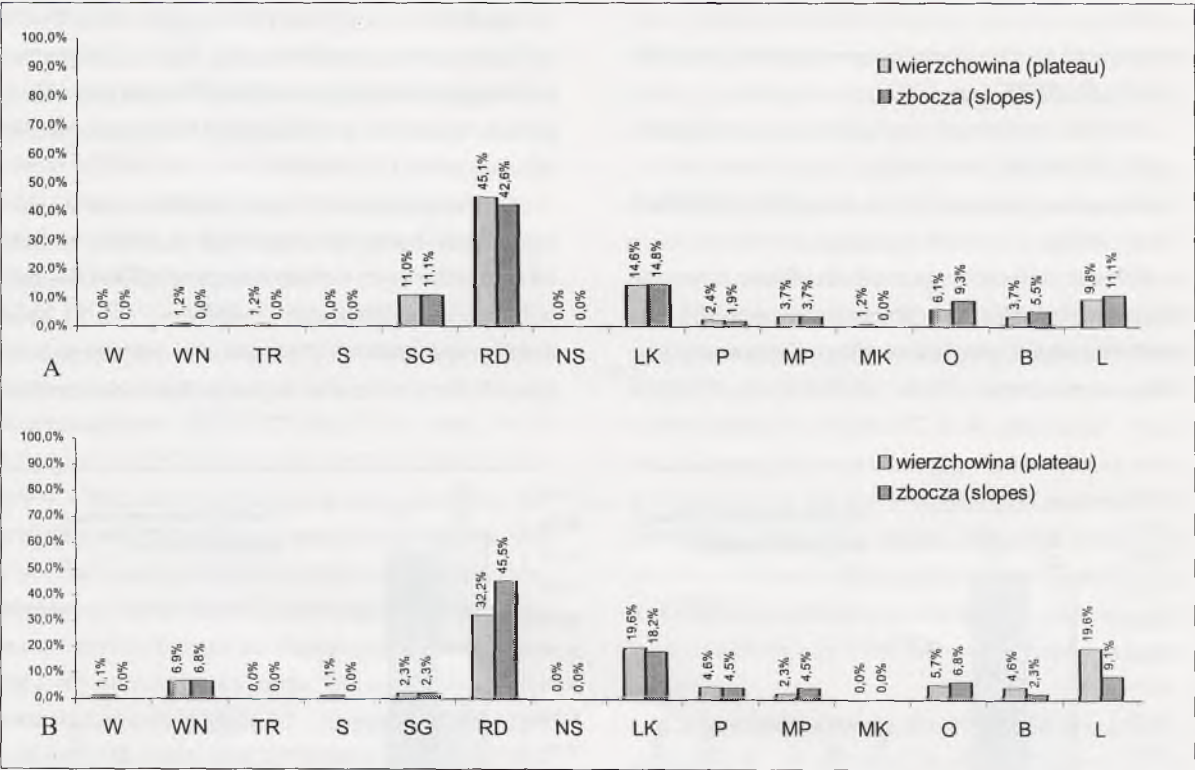


Ryc. 1. Grupy geograficzno-historyczne. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”.

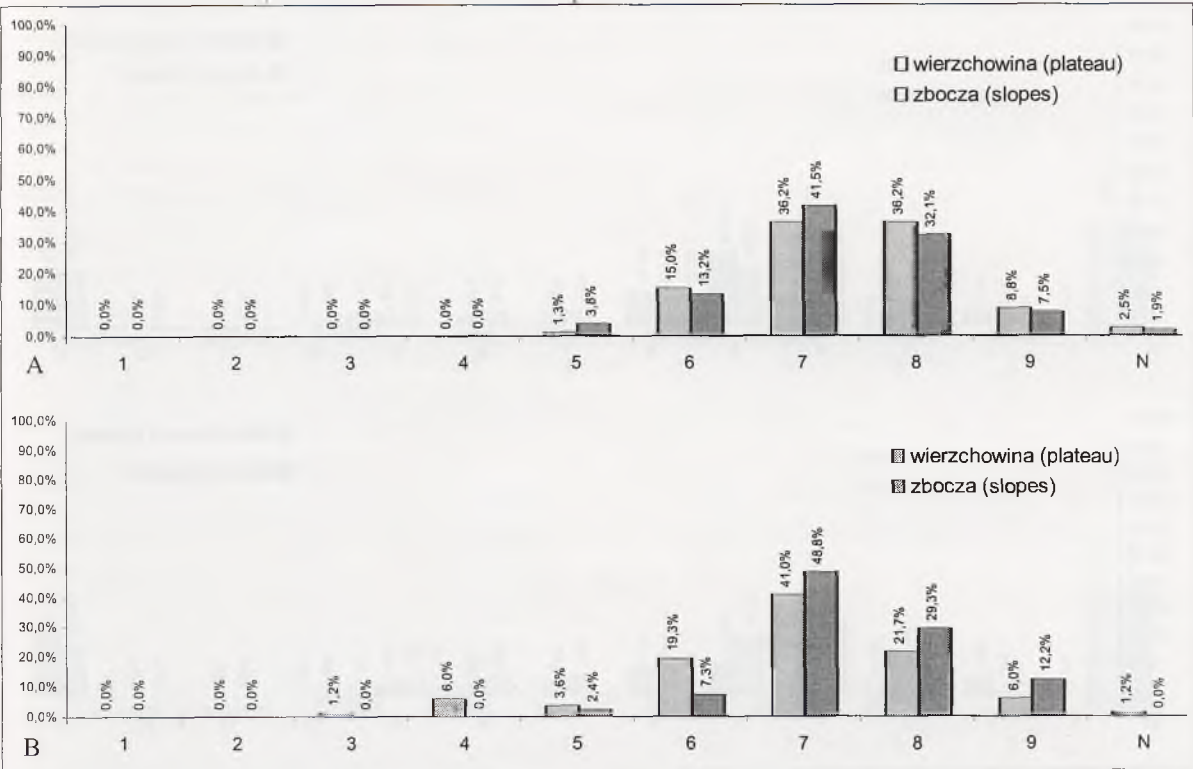
Fig. 1. Geographical-historical groups. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wieś” heap.



Ryc. 2. Formy życiowe Raunkiaera. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”.
Fig. 2. Raunkiaer's life forms. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wieś” heap.



Ryc. 3. Grupy ekologiczno – siedliskowe. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”. W – gatunki wodne, WN – gatunki nadwodne i błotne, TR – gatunki torfowiskowe, S – gatunki solniskowe, SG – gatunki segetalne, RD – gatunki ruderalne, NS – gatunki naskalne, LK – gatunki łąkowe, P – gatunki muraw kwaśnych, MP – gatunki muraw piaszczyskowych, MK – gatunki muraw kserotermicznych, O – gatunki okrajkowe, B – gatunki borowe, L – gatunki lasów liściastych.
Fig. 3. Ecological groups. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wieś” heap. W – aquatic, WN – mud, TR – peat, S – saline, SG – segetal, RD – ruderal, NS – rocks, LK – meadows, P – acid grasslands, MP – sandy grasslands, MK – xerothermic grasslands, O – shrub edges, B – coniferous woodland, L – deciduous woodland.



Ryc. 4. Tolerancja świetlna. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”. 1 – gatunki skrajnie cieniolubne, 9 – gatunki skrajnie światłolubne, N – gatunki euryfotyczne.

Fig. 4. Light indicator value. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wies” heap. 1 – species which grow in shaded sites, 9 – species which prefer full light, N – indifferent species.

spektrum tolerancji wobec pH gleby i ilości zawartych w niej nutrientów (ryc. 7, 8).

Analiza flory zwałowisk pod względem strategii życiowych wykazała, że najliczniej reprezentowane są gatunki o strategii C, czyli gatunki o dużych zdolnościach konkurencyjnych. Ich udział na wierzchovinach badanych zwałowisk waha się w granicach 36,3%–43,4%, natomiast na zboczach stanowią one około 50% flory. Kolejną grupą zaznaczającą swoją obecność są gatunki o strategii CSR, których zdolności konkurencyjne ograniczone są w równym stopniu przez stres i zaburzenia. Gatunki wykazujące pozostałe strategie (S, R, CS, SR, CR) są mniej licznie reprezentowane, a ich udział we florze badanych zwałowisk waha się od zera do kilkunastu procent (ryc. 9).

PODOBIEŃSTWA I RÓŻNICE POMIĘDZY FLORĄ BADANYCH OBIEKTÓW

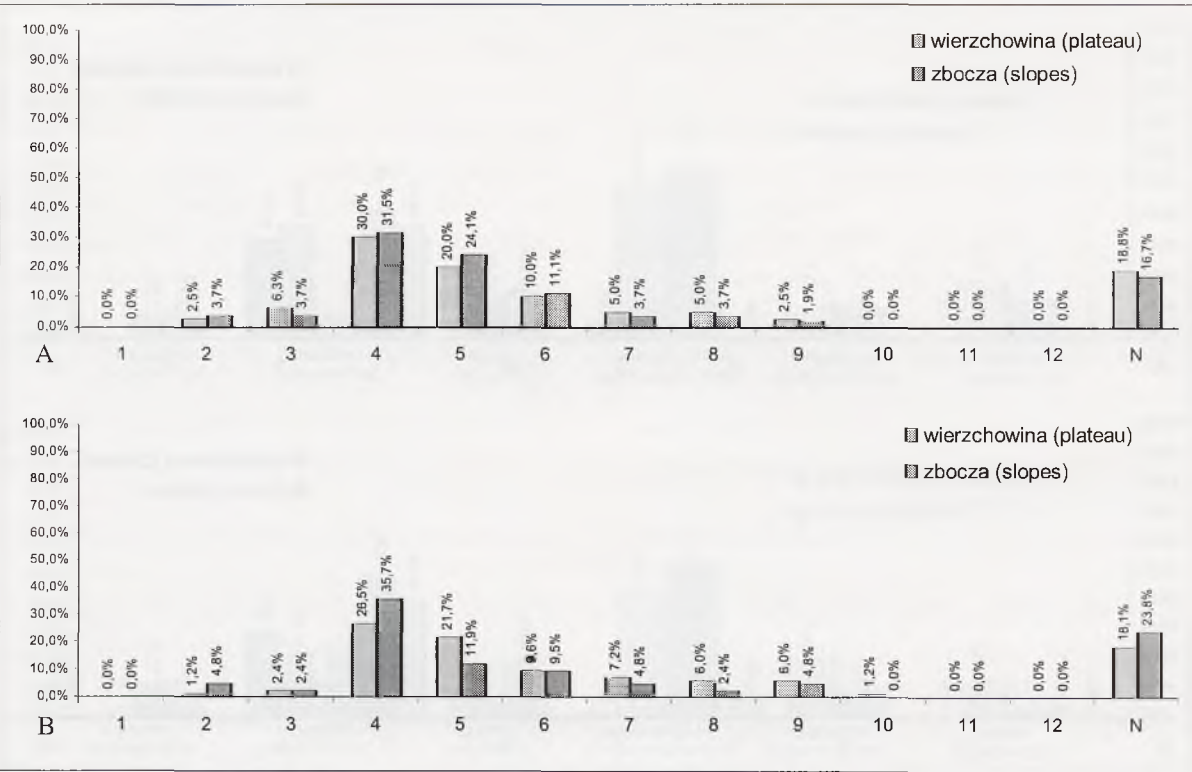
Fakt, iż obydwa badane obiekty są zwałowiskami pogórnymi zbudowanymi z materiału o podobnych właściwościach fizyko-chemicznych, aczkolwiek znajdującymi się w dwóch różnych stadiach sukcesji, powoduje, że w wynikach analiz składu flory tychże zwałowisk ujawniają się zarówno różnice

jak i podobieństwa.

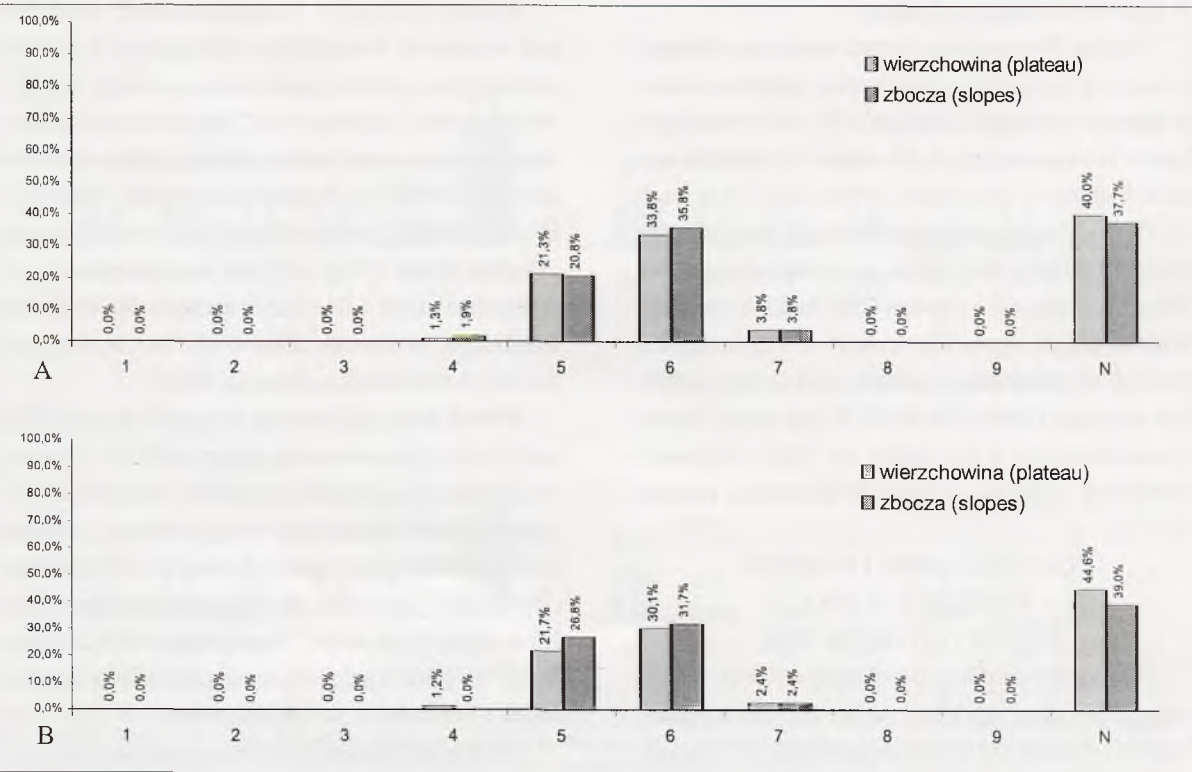
Różnice pomiędzy florami badanych obiektów pod względem wskaźników ekologicznych są niewielkie, choć niektóre z nich zwracają uwagę. We florze zwałowiska „Borowa Wieś”, które reprezentuje bardziej zaawansowane stadium sukcesji, udział apofitów jest nieco wyższy niż we florze zwałowiska „Panewniki”. O ile różnice te na zboczach zwałowisk wynoszą zaledwie około 5,5%, o tyle na wierzchovinach różnica sięga około 14%. Udział archeofitów we florze młodszego zwałowiska „Panewniki” jest wyższy, niż we florze zwałowiska „Borowa Wieś”.

Wśród form życiowych w ujęciu Raunkiaera, najliczniej reprezentowaną grupę we florze obydwu zwałowisk stanowią hemikryptofity. Inne formy życiowe również zaznaczają swoją obecność, różniąc swym udziałem flory badanych obiektów. Zwałowisko „Panewniki” wyróżnia się większym udziałem terofitów, których udział we florze zwałowiska „Borowa Wieś” wyraźnie maleje na rzecz chamefitów na zboczach i fanerofitów na wierzchovinie.

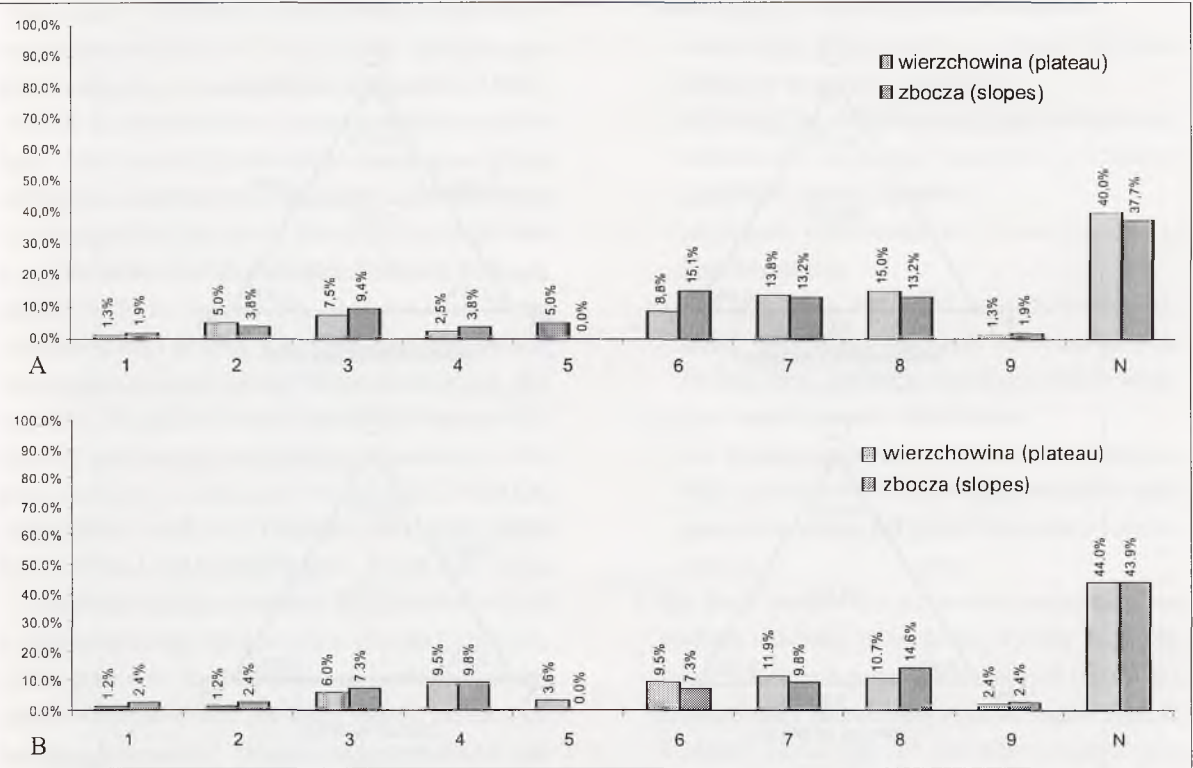
Analizując stosunki ilościowe pomiędzy grupami ekologiczno-siedliskowymi we florach badanych obiektów warto zwrócić uwagę na spadek udziału gatunków ruderalnych na wierzchovinie starszego



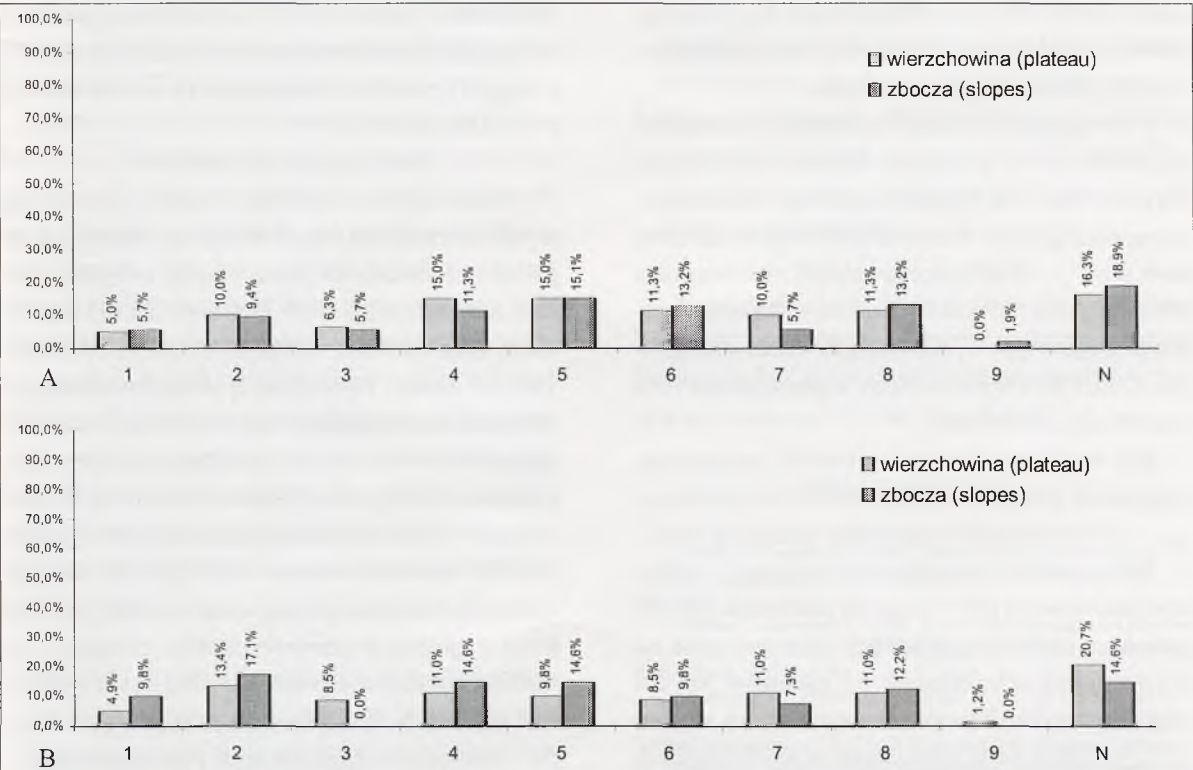
Ryc. 5. Tolerancja na wilgotność. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”. 1 – gatunki skrajnie sucholubne, 12 – gatunki wodne, N – gatunki o szerokim spektrum tolerancji na wilgotność podłoża.
Fig. 5. Moisture indicator value. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wieś” heap. 1 – species of dry habitats, 12 – aquatic species, N – indifferent species.



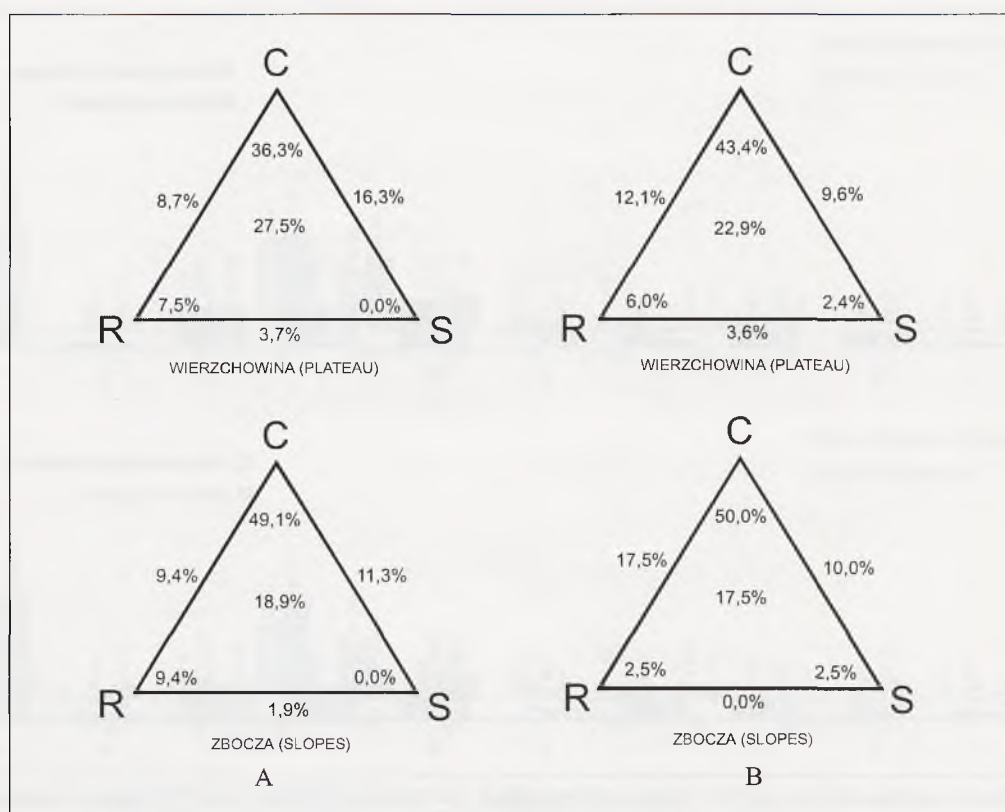
Ryc. 6. Tolerancja termiczna. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”. 1 – gatunki skrajnie zimnolubne, 9 – gatunki skrajnie ciepłolubne, N – gatunki eurytermiczne.
Fig. 6. Temperature indicator value. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wieś” heap. 1 – species of cold habitats, 9 – species of warm habitats, N – indifferent species.



Ryc. 7. Tolerancja gatunków na pH gleby. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”. 1 – gatunki kwasolubne, 9 – gatunki zasadolubne, N – gatunki o szerokim spektrum tolerancji na pH podłoża.
Fig. 7. Reaction indicator value. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wieś” heap. 1 – species of acid habitats, 9 – species of alkaline habitats, N – indifferent species.



Ryc. 8. Wymagania flory wobec zasobności gleby. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”. 1 – gatunki gleb ubogich w azot, 9 – gatunki gleb bogatych w azot, N – gatunki o szerokim spektrum tolerancji wobec zasobności gleby.
Fig. 8. Nitrogen indicator value. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wieś” heap. 1 – species of nutrient-poor conditions, 9 – species of nutrient-rich conditions, N – indifferent species.



Ryc. 9. Strategie życiowe Grime'a. A – zwałowisko „Panewniki”, B – zwałowisko „Borowa Wieś”.

Fig. 9. Grime's ecological strategies. A – “Panewniki” heap, B – “Borowa Wieś” heap.

zwałowiska „Borowa Wieś” w stosunku do zwałowiska „Panewniki”, reprezentującego początkowe stadia sukcesji. Wraz ze spadkiem udziału gatunków ruderalnych obserwuje się wzrost udziału gatunków leśnych, głównie na wierzchowinie.

Pod względem strategii życiowych większe różnice stwierdzono pomiędzy florami wierzchowin obydwu zwałowisk, podczas gdy różnice na zboczach są nieznaczne. Flora wierzchowiny zwałowiska „Borowa Wieś”, reprezentującego bardziej zaawansowane stadium sukcesji, charakteryzuje się większym udziałem strategów typu C, podczas gdy udział strategów typu CSR, CR i CS jest mniejszy w porównaniu z florą zwałowiska „Panewniki”.

Pod względem tolerancji na światło, temperaturę, wilgotność, pH gleby i jej zasobność flory poszczególnych obiektów nie wykazywały większych różnic.

Warto zwrócić uwagę na znaczne różnice w składzie gatunkowym flory badanych zwałowisk. Na 149 gatunków roślin naczyniowych występujących na obydwu obiektach, zaledwie 35 gatunków jest dla nich wspólnych. Również zauważalne są różnice w liczbie gatunków występujących na wierzchowinach i na zboczach obydwu obiektów. Z 89 gatunków występujących na całym zwałowisku „Panewniki”, na jego zboczach stwierdzono obecność 54 gatunków,

natomiast na wierzchowinie ich liczba wynosi 82. Podobne stosunki ilościowe zaobserwowano we florze zwałowiska „Borowa Wieś”. Ogólna liczba gatunków występujących na terenie tego zwałowiska wynosi 95, z czego 87 gatunków stwierdzono na wierzchowinie, a 43 na zboczach.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Przedstawione dane florystyczne potwierdzają wyniki uzyskane w trakcie badań prowadzonych na podobnych obiektach przez innych autorów (CABAŁA, JARZĄBEK 1999; ROSTAŃSKI 1991, 1997, 2000; ROSTAŃSKI, TRUEMAN 2001; SÄNGER 1995). Z analizy flory obydwu obiektów wynika, że dostrzegalne różnice pojawiają się głównie w składzie gatunkowym oraz udziale procentowym grup geograficzno-historycznych, form życiowych, grup ekologiczno-siedliskowych i strategiach życiowych gatunków. Natomiast wskaźniki ekologiczne, takie jak tolerancja świetlna, tolerancja termiczna oraz wymagania względem wilgotności podłoża, pH gleby i zawartości nutrientów w podłożu wydają się nie wykazywać znacznych różnic zarówno pomiędzy obiektami, jak i pomiędzy wierzchowinami i zboczami hałd.

Zwałowisko „Borowa Wieś”, na którym spontaniczna sukcesja postępuje od ponad dwudziestu lat, w porównaniu do wciąż usypywanego zwałowiska

„Panewniki”, charakteryzuje się wyższym udziałem procentowym apofitów oraz niskim udziałem gatunków obcych, w szczególności archeofitów. Obserwuje się tu również niższy udział gatunków ruderalnych, choć pozostają one nadal dominującą grupą ekologiczno-siedliskową. Natomiast zaobserwowano tu wyższy udział gatunków leśnych, w szczególności na wierzchowinie zwałowiska. Również mniejszy udział we florze zwałowiska „Borowa Wieś” mają hemikryptofity i terofity, natomiast fanerofity są liczniej reprezentowane, niż we florze zwałowiska „Panewniki”. Wyniki te w dużej mierze zgodne są z wynikami badań przeprowadzonych na podobnych obiektach zarówno w kraju, jak i za granicą (CABAŁA, JARZĄBEK 1999; ROSTAŃSKI 1991, 1997, 2000; ROSTAŃSKI, TRUEMAN 2001; SÄNGER 1995).

Analiza rozkładu gatunków flory zwałowisk pod względem strategii życiowych wykazała liczniejszy udział gatunków reprezentujących strategię życiową typu C na zwałowisku „Borowa Wieś”, niż na zwałowisku „Panewniki”. Wraz ze wzrostem liczby strategów typu C maleje odpowiednio udział gatunków pozostałych typów strategii. Wynik analizy udziału gatunków określonych strategii życiowych we florach badanych obiektów potwierdzają wyniki podobnych analiz przeprowadzonych na innych zwałowiskach z terenu GOP-u (ROSTAŃSKI 1991, 1997, 2000), natomiast pojawiają się rozbieżności przy porównaniu z wynikami badań przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii (ROSTAŃSKI, TRUEMAN 2001).

Warto również zwrócić uwagę na fakt, że wszystkie wyżej wymienione różnice pomiędzy badanymi obiektami w znacznie mniejszym stopniu zaznaczają się na zboczach zwałowisk, niż na ich wierzchowinach. Oprócz czynników ekologicznych, pod kątem których analizowana była flora, być może mają duże znaczenie również inne czynniki ograniczające wegetację roślin. Do takich czynników można zaliczyć strome nachylenie zboczy, osypujący się, słabo związany materiał podłoża lub ciemne zabarwienie podłoża, silnie akumulujące ciepło. Wszystkie te czynniki przyczyniają się do słabszego pokrycia powierzchni zboczy przez roślinność oraz do uboższego jej składu gatunkowego.

WNIOSKI

1. Spośród 149 gatunków roślin naczyniowych stwierdzonych w sumie na terenie obydwu zwałowisk pogórnich zlokalizowanych na terenach leśnych, zaledwie 35 jest dla nich wspólnych.
2. W oparciu o analizy zróżnicowania flory naczyniowej badanych obiektów stwierdzono pewne

podobieństwo składu flor obu obiektów:

- dominującą grupą roślin we florze badanych obiektów są gatunki rodzime,
- najliczniej reprezentowaną grupą ekologiczno-siedliskową są gatunki ruderalne, a w dalszej kolejności gatunki łąkowe,
- najliczniej reprezentowaną formą życiową są hemikryptofity,
- pod względem wymagań siedliskowych większość flory obu zwałowisk stanowią gatunki światłolubne, preferujące siedliska średnio wilgotne i umiarkowanie ciepłolubne,
- we florach badanych zwałowisk stwierdzono duże zróżnicowanie pod względem preferencji gatunków wobec pH gleby i obecności nutrientów.

3. We florze zwałowiska reprezentującego późniejsze stadium sukcesji, stwierdzono wyższy udział łąkowych i leśnych gatunków rodzimych (apofitów), chamefitów i fanerofitów oraz strategów typu C, a niższy udział obcych gatunków ruderalnych i segetalnych, hemikryptofitów i terofitów oraz strategów typu CSR, w porównaniu do flory młodszego zwałowiska „Panewniki”.
4. Różnice pomiędzy badanymi obiektami (m.in. skład gatunkowy flory oraz udział w niej poszczególnych grup geograficzno-historycznych, form życiowych, grup ekologiczno-siedliskowych oraz strategii życiowych) są znacznie większe we florze wierzchowin, niż zboczy badanych obiektów.
5. Brak jest pomiędzy florami obydwu zwałowisk znaczących różnic w preferencjach gatunków względem światła, temperatury, wilgotności, pH gleby i jej zasobności.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują pracownikom Nadleśnictwa Katowice, na którego obszarze zlokalizowane są badane obiekty, za życzliwość i okazaną pomoc w trakcie prowadzonych badań terenowych.

PIŚMIENNICTWO

Cabała S., Jarząbek Z. 1999. Szata roślinna zwałowisk przemysłowych Chorzowa, cz.: I: Analiza flory. Arch. Ochr. Środ., 4: 133-153.

Cabała S., Jarząbek Z. 1999. Szata roślinna zwałowisk przemysłowych Chorzowa, cz.: III: Roślinność zaroślowa i leśna. Arch. Ochr. Środ., 4: 119-129.

Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica, 18: 1-258. Universität Göttingen, Göttingen.

Frank D., Klotz S. 1990. Biologisch-Ökologische Daten zur Flora der DDR. Martin Luther Universität. Halle – Wittenberg Wissenschaftliche Beiträge. Halle (Saale), ss. 103.

Grime J. P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 218.

- Kondracki J. 1991. *Typologia i regionalizacja środowiska przyrodniczego*, s.: 560-603. W: Starkel L. (Red.) *Geografia Polski – Środowisko przyrodnicze*. PWN, Warszawa, ss. 670.
- Kuczyńska I., Pender K., Ryska-Jarosz A. 1984. *Roślinność wybranych hałd kopalni węgla kamiennego „Victoria” w Walbrzychu*. *Acta Univ. Wratisl.* No 553, *Prace bot.*, 27: 35-60.
- Maciak F. 1996. *Ochrona i rekultywacja środowiska*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, ss. 348.
- Mirek Z., Piękoś-Mirek H., Zajac A., Zajac M. 1995. *Vascular plants of Poland a checklist*. *Polish Botanical Studies*. No 15, Kraków, ss. 308.
- Patrzalek A. 2000. *Udział i rola roślinności spontanicznej w tworzeniu zbiorowisk z wysiewanymi odmianami traw na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej*. *Fragm. flor. geobot.*, ser. Polonica, 7: 1-20.
- Patrzalek A., Rostański A. 1992. *Procesy glebotwórcze i zmiany roślinności na skarpie rekultywowanego biologicznie zwalowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego*. *Arch. Ochr. Środ.*, 3-4: 157-168.
- Rostański A. 1991. *Spontaniczna sukcesja roślinności na wybranych zwalach przemysłowych w województwie katowickim. Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, 3: 35-38. *WBiOŚ, WNoZ UŚ, Katowice – Sosnowiec*.
- Rostański A. 1997. *Flora spontaniczna hałd Górnego Śląska*. *Arch. Ochr. Środ.*, 3-4: 159-165.
- Rostański A. 2000. *Podsumowanie badań flory terenów przemysłowych na Górnym Śląsku (1989-1999)*. *Acta Biol. Siles.*, 35 (52): 131-154.
- Rostański A., Trueman I. 2001. *A comparison of the spontaneous floras of coal mine heaps in two European industrial regions – Upper Silesia (Southern Poland) and the Black Country (UK)*, p.: 561-566. In: Green 3. *The exploitation of natural resources and the consequences*. Thomas Telford, London.
- Sänger H. 1995. *Flora and vegetation on dumps of uranium mining in the southern part of the former GDR*. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 64(4): 409-418.
- Sendek A. 1981. *Analiza antropogenicznych przemian w szacie roślinnej GOP*. *Prace Nauk. UŚ Nr 457, Katowice*, ss. 120.
- Sudnik-Wójcikowska B., Koźniewska B. 1988. *Słownik terminów z zakresu synantropizacji szaty roślinnej*. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, ss. 93.
- Szaflarski J. 1976. *Środowisko geograficzne Katowic*, s.: 8-53. W: Długoborski W. (Red.) *Katowice i ich dzieje i kultura na tle regionu*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa.

THE DIVERSITY OF VASCULAR FLORA OF MINING SPOIL HEAPS FOUND IN WOODLAND AREAS OF THE KATOWICE AGGLOMERATION

ANDRZEJ PASIERBIŃSKI, ADAM ROSTAŃSKI

University of Silesia
Department of Plant Systematics
Jagiellońska 28, PL 40 - 032 Katowice
(received 15 November,
accepted 14 December 2001)

Reviewer: Ryszard Ciepał

ABSTRACT

The paper presents results of floristic studies carried out on two mining spoil heaps, differing in age and ground surface, found in woodland areas of the Katowice agglomeration. The investigated flora was

analyzed with regard to the geographical-historical and ecological diversity of species composition, the participation of geographical-historical groups, life forms as well as selected ecological factors. On the two spoil heaps, a total of 148 species of vascular plants were found to grow, of which only 36 occurred on both sites. The dominant taxa in the flora of both sites are native, perennial species of meadows and ruderal habitats, mostly heliophilous, preferring habitats of average humidity and slightly thermophilous. A relatively large group is formed by eurythermic species with a broad tolerance spectrum towards soil fertility and pH. Differences were recorded in the species composition on the slopes and on the apical surface of the heaps, with relation to the stage of advancement of the succession process.

KEY WORDS: mining spoil heaps, spontaneous vascular flora, woodlands, succession of vegetation, Katowice agglomeration

SUMMARY

Two mining spoil heaps differing in age and ground surface, found in woodland areas of the Katowice agglomeration, were an object of floristic investigations. The aim of the current studies was to compare the composition of flora of two spoil heaps differing in the advancement of succession processes. The flora of investigated sites was analyzed with regard to the species composition, participation of geographical-historical groups, life forms as well as selected ecological factors. On the two spoil heaps, a total of 148 species of vascular plants were found to grow, of which only 36 occurred on both sites. Apophytes dominate in the flora of spoil heaps (74.4-88.5%), among the life form groups according to Raunkiaer the most numerous are the hemicryptophytes, whereas among ecological-habitat groups ruderal and meadow species predominate. With regard to habitat requirements, the majority of spoil heap flora are heliophilous species which prefer habitats of average humidity, slightly thermophilous, though a large group is also formed by eurythermic species. The investigated flora shows a broad tolerance spectrum towards soil fertility and pH. Flora of the heap which represents more advanced stages of succession is characterized by a higher participation of apophytes with a concomitant decrease in participation of kenophytes and archeophytes. Simultaneously, the participation of ruderal species decreases in favour of forest and meadow species, and the participation of hemicryptophytes and therophytes decreases in favour of phanerophytes and chamaephytes.

Tabela 1. Wykaz gatunków roślin naczyniowych występujących na badanych obiektach.
Table 1. List of vascular flora of the investigated objects.

L.p. No	Gatunek Species	Zwałowisko „Panewniki” “Panewniki” heap	Zwałowisko „Borowa Wieś” “Borowa Wieś” heap
1.	<i>Achillea millefolium</i> L.	+	
2.	<i>Agrostis canina</i> L.	+	
3.	<i>Agrostis capillaris</i> L.	+	+
4.	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+	+
5.	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	
6.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.	+	+
7.	<i>Alnus incana</i> (L.) MOENCH		+
8.	<i>Alopecurus aequalis</i> SOBOL.		+
9.	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+	+
10.	<i>Arctium minus</i> (HILL) BERNH.	+	
11.	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	+	
12.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	+
13.	<i>Betula pendula</i> ROTH	+	+
14.	<i>Bidens frondosa</i> L.		+
15.	<i>Bromus sterilis</i> L.	+	
16.	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) ROTH	+	+
17.	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) HULL	+	+
18.	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. BR.	+	
19.	<i>Cardaminopsis arenosa</i> (L.) HAYEK	+	
20.	<i>Cardaminopsis hallerii</i> (L.) HAYEK	+	
21.	<i>Carex hirta</i> L.	+	
22.	<i>Centaurea jacea</i> L.	+	
23.	<i>Centaurea oxylepis</i> (WIMM. & GRAB.) HAYEK	+	
24.	<i>Centaurea phrygia</i> L.	+	
25.	<i>Centaurium erythraea</i> RAFN	+	
26.	<i>Cerastium arvense</i> L. s. s.		+
27.	<i>Cerastium holosteides</i> FR. em. HYL.		+
28.	<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) LANGE	+	
29.	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) SCOP.	+	
30.	<i>Chamaenerion palustre</i> SCOP.	+	+
31.	<i>Chelidonium maius</i> L.	+	
32.	<i>Cichorium intybus</i> L.		+
33.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	+	
34.	<i>Cirsium vulgare</i> (SAVI) TEN.	+	
35.	<i>Conyza canadensis</i> (L.) CRONQUIST	+	
36.	<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. BEAUV.	+	+
37.	<i>Crataegus monogyna</i> JACQ.	+	+
38.	<i>Crepis biennis</i> L.	+	
39.	<i>Daucus carota</i> L.	+	
40.	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. BEAUV.	+	+
41.	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) TRIN.	+	
42.	<i>Dianthus deltoides</i> L.		+
43.	<i>Echinochloa crus-gali</i> (L.) P. BEAUV.	+	+
44.	<i>Echium vulgare</i> L.	+	+
45.	<i>Eleocharis ovata</i> (ROTH) ROEM. & SCHULT.	+	
46.	<i>Epilobium parviflorum</i> SCHREB.		+
47.	<i>Equisetum arvense</i> L.		+
48.	<i>Erigeron annuus</i> (L.) PERS.	+	+
49.	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.		+
50.	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	+	+

Tab. 1. – ciąg dalszy.
 Tab. 1 – continuation.

L.p. No	Gatunek Species	Zwałowisko „Panewniki” “Panewniki” heap	Zwałowisko „Borowa Wieś” “Borowa Wieś” heap
51.	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.		+
52.	<i>Euphrasia rostkoviana</i> HAYNE		+
53.	<i>Festuca gigantea</i> (L.) VILL.		+
54.	<i>Festuca ovina</i> L.	+	+
55.	<i>Festuca rubra</i> L. s. s.		+
56.	<i>Frangula alnus</i> MILL.		+
57.	<i>Fraxinus pensylvanica</i> MARSHALL		+
58.	<i>Galeopsis angustifolia</i> (EHRH.) HOFFM.		+
59.	<i>Galeopsis pubescens</i> BESSER		+
60.	<i>Galium aparine</i> L.		+
61.	<i>Galium mollugo</i> L.		+
62.	<i>Geum urbanum</i> L.		+
63.	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. BR.		+
64.	<i>Hieracium lachenali</i> C. C. GMEL.		+
65.	<i>Hieracium laevigatum</i> WILLD.	+	
66.	<i>Hieracium pilosella</i> L.	+	+
67.	<i>Hieracium sabaudum</i> L.		+
68.	<i>Hieracium umbellatum</i> L.		+
69.	<i>Holcus lanatus</i> L.		+
70.	<i>Humulus lupulus</i> L.	+	
71.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+
72.	<i>Jasione montana</i> L.		+
73.	<i>Juncus tenuis</i> WILLD.		+
74.	<i>Larix decidua</i> MILL.	+	+
75.	<i>Lathyrus silvestris</i> L.	+	
76.	<i>Leontodon hispidus</i> L.	+	
77.	<i>Linaria vulgaris</i> L.	+	
78.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	+
79.	<i>Lupinus polyphyllus</i> LINDL.	+	+
80.	<i>Luzula multiflora</i> (RETZ.) LEJ.	+	
81.	<i>Lycopus europaeus</i> L.		+
82.	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.		+
83.	<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> L.		+
84.	<i>Medicago lupulina</i> L.		+
85.	<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.		+
86.	<i>Melandrium album</i> (MILL.) GRACKE		+
87.	<i>Melilotus alba</i> MEDIK.		+
88.	<i>Moechringia trinervia</i> (L.) CLAIRV.		+
89.	<i>Molinia caerulea</i> (L.) MOENCH		+
90.	<i>Mycelis muralis</i> (L.) DUMORT		+
91.	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) MOENCH		+
92.	<i>Oenothera biennis</i> L. s. s.	+	+
93.	<i>Oenothera pseudo-chicaginesis</i> ROSTAŃSKI		+
94.	<i>Orthila secunda</i> (L.) HOUSE		+
95.	<i>Oxalis stricta</i> L.		+
96.	<i>Paris quadrifolia</i> L.		+
97.	<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) MAXIM.		+
98.	<i>Picris hieracioides</i> L.		+
99.	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+	+
100.	<i>Plantago lanceolata</i> L.		+

Tab. 1. – ciąg dalszy.
Tab. 1. – continuation.

L.p. No	Gatunek Species	Zwałowisko „Panewniki” “Panewniki” heap	Zwałowisko „Borowa Wieś” “Borowa Wieś” heap
101.	<i>Plantago maior</i> L.	+	+
102.	<i>Poa annua</i> L.	+	+
103.	<i>Poa nemoralis</i> L.		+
104.	<i>Poa trivialis</i> L.		+
105.	<i>Polygonum aviculare</i> L.		+
106.	<i>Polygonum persicaria</i> L.		+
107.	<i>Populus simonii</i> CARR.		+
108.	<i>Populus tremula</i> L.	+	+
109.	<i>Potentilla anserina</i> L.		+
110.	<i>Potentilla erecta</i> (L.) RAEUSCH.		+
111.	<i>Potentilla norvegica</i> L.		+
112.	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) KUHN	+	+
113.	<i>Pucinella distans</i> (JACQ.) PARL.		+
114.	<i>Pyrola minor</i> L.		+
115.	<i>Quercus robur</i> L.		+
116.	<i>Ranunculus acris</i> L. s. s.		+
117.	<i>Reseda lutea</i> L.		+
118.	<i>Reynoutria japonica</i> HOUTT.		+
119.	<i>Rosa rugosa</i> THUNB.		+
120.	<i>Rubus caesius</i> L.		+
121.	<i>Rubus plicatus</i> WEIHE & NEES		+
122.	<i>Rubus sprengelii</i> WEIHE		+
123.	<i>Salix aurita</i> L.		+
124.	<i>Salix caprea</i> L.		+
125.	<i>Salix dasyclados</i> WIMM.	+	
126.	<i>Salix pentandra</i> L.		+
127.	<i>Salix purpurea</i> L.	+	+
128.	<i>Scleranthus annuus</i> L.		+
129.	<i>Scleranthus perennis</i> L.		+
130.	<i>Senecio fuchsii</i> C. C. GMEL.	+	+
131.	<i>Senecio jacobea</i> L.		+
132.	<i>Senecio viscosus</i> L.		+
133.	<i>Solidago canadensis</i> L.		+
134.	<i>Solidago gigantea</i> AITON		+
135.	<i>Sonchus oleraceus</i> L.		+
136.	<i>Sorbus aucuparia</i> L. em. HEDL.		+
137.	<i>Tanacetum vulgare</i> L.		+
138.	<i>Thymus pulegioides</i> L.		+
139.	<i>Torilis japonica</i> (HOUTT.) DC.		+
140.	<i>Trifolium arvense</i> L.	+	+
141.	<i>Trifolium aureum</i> POLLICH	+	
142.	<i>Trifolium dubium</i> SIBTH.		+
143.	<i>Trifolium pratense</i> L.		+
144.	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.		+
145.	<i>Verbascum phlomoides</i> L.	+	+
146.	<i>Verbascum thapsus</i> L.	+	
147.	<i>Veronica chamaedrys</i> L.		+
148.	<i>Viola arvensis</i> MURRAY		+
149.	<i>Viola tricolor</i> L. s. s.		+



FLORA NACZYNIOWA TERENÓW SILNIE SKAŻONYCH CYNKIEM I OŁOWIEM NA PRZYKŁADZIE ZWAŁOWISK POPRZEMYSŁOWYCH ZGH „ORZEŁ BIAŁY” S. A. W BYTOMIU

ADAM ROSTAŃSKI, DOMINIK KAPA

Uniwersytet Śląski, Katedra Botaniki Systematycznej
ul. Jagiellońska 28, 40 - 032 Katowice

(nadesłano 15 listopada 2001, zaakceptowano 14 grudnia 2001)

Recenzent pracy: Ryszard Ciepał

ABSTRAKT

Praca prezentuje wyniki badań florystycznych prowadzonych na obszarze terenów zwałowisk poeksploatacyjnych Zakładów Górniczo-Hutniczych „Orzeł Biały” w Piekarach Śląskich, specjalizujących się w produkcji wyrobów cynkowo-ołwowych.

Na badanych zwałowiskach stwierdzono występowanie 103 gatunków roślin naczyniowych, reprezentujących 33 rodziny, wśród których dominują światłolubne i ekspansywne gatunki ruderalne i łąkowe. Mniejszy udział mają rośliny siedlisk murawowych oraz leśno-zaroślowych. Stwierdzono wyraźny wpływ specyficznego siedliska o pochodzeniu antropogenicznym na florę zwałowisk, jak m.in. ubożenie i apofityzacja flory, zmniejszony udział fanerofitów i chamefitów oraz zwiększony udział światłolubnych gatunków ekspansywnych.

SŁOWA KLUCZOWE: zwałowiska pohutnicze, spontaniczna flora naczyniowa, sukcesja roślinności

STRESZCZENIE

Praca prezentuje wyniki badań florystycznych prowadzonych na obszarze terenów zwałowisk poeksploatacyjnych Zakładów Górniczo-Hutniczych „Orzeł Biały” w Piekarach Śląskich, specjalizujących się w produkcji wyrobów cynkowo-ołwowych.

Badaniami objęto obszar czterech zwałowisk Zakładu Górniczo-Hutniczego „Orzeł Biały” S.A. o łącznej powierzchni ok. 35 hektarów. W trakcie badań, obejmujących dwa sezony wegetacyjne (1999 i 2000), na każdym z obiektów odnotowywano występowanie gatunków roślin wraz z ich liczebnością na stanowisku. Skład flor poszczególnych obiektów analizowano pod kątem przynależności do grup ekologicznych i grup geograficzno-historycznych. Dla każdego gatunku określono formę życiową wg klasyfikacji Raunkiaera, stopień ekspansywności gatunku oraz wartości wskaźnika świetlnego, temperatury, wilgotności i trofizmu. Określono także częstotliwość wystąpień gatunków na każdym z obiektów. Na zwałowiskach ZGH „Orzeł Biały” stwierdzono występowanie 103 gatunków roślin naczyniowych, reprezentujących 33 rodziny. We florze wszystkich zwałowisk dominują światłolubne i ekspansywne gatunki ruderalne i łąkowe, nieco mniejszy udział mają rośliny siedlisk murawowych oraz leśno-zaroślowych. Stwierdzono wyraźny wpływ specyficznego siedliska o pochodzeniu antropogenicznym na florę zwałowisk. Zaob-

serwowano m. in. ubożenie i apofityzację flory, zmniejszony udział fanerofitów i chamefitów oraz zwiększony udział światłolubnych gatunków ekspansywnych.

WSTĘP

Zwałowiska przemysłowe, będące wynikiem działalności kopalń i hut, stanowią nieodłączny element krajobrazu Górnego Śląska. Masa składowanych odpadów w województwie Śląskim (ROCZNIK STATYSTYCZNY 1999) szacowana jest na 724 833,7 tys. ton (w tym odpady górnictwa i kopalnictwa – 616 165 tys. ton).

Zwałowiska cynkowo-ołowiowe, ze względu na dużą toksyczność i negatywny wpływ na zdrowie ludzi, stanowią dość istotny problem przemysłowego regionu Górnego Śląska. Mimo niekorzystnych warunków siedliskowych (stosunkowo duże zawartości metali ciężkich, takich jak ołów, kadm czy cynk oraz brak substancji odżywczych i warstwy próchnicznej gleby), na tego typu obiektach rozwija się roślinność będąca wynikiem spontanicznej sukcesji.

Jednym z uciążliwych emitatorów ołowiu i cynku, funkcjonującym do lat 90. XX wieku, był Zakład Górniczo-Hutniczy „Orzeł Biały” w Piekarach Śląskich i Bytomiu (województwo śląskie). Wcześniej prowadzone już były tu badania ekologiczne i florystyczne przez SKRZYPEK (1986) oraz ROSTAŃSKIEGO (1997). Dotyczyły one jednak innych obiektów.

Celem prezentowanej pracy jest określenie – na podstawie składu flory naczyniowej – stopnia zaawansowania sukcesji spontanicznej na różnych pod względem budowy i składu chemicznego zwałowiskach ZGH „Orzeł Biały”, charakteryzujących się zróżnicowanym stopniem toksyczności podłoża.

TEREN BADAŃ

Terytorium Bytomia rozciąga się na północnym skraju Górnośląskiej Niecki Węglowej oraz w południowo-zachodnim rejonie występowania złóż kruszców metali nieżelaznych, ciągnących się od Tarnowskich Gór po Olkusz i Chrzanów (PIWOWARSKI, ŻEGLICKI 1977). Z dolomitami kruszczonośnymi wiąże się występowanie rud cynku i ołowiu oraz innych metali towarzyszących.

Najstarsze wzmianki o górnictwie i hutnictwie na ziemiach śląskich spotkać możemy u historyka rzymskiego Tacyta (I i II w.), jednak bezpośrednie informacje o eksploatacji górniczej na tych ziemiach pochodzą dopiero z pierwszej połowy XII w. Na całym obszarze występowały stosunkowo płytko zalegające rudy bogate w cynk i ołów, głównie utlenione, w których znajdowano metaliczne bryły galeiny, o znacznej domieszce srebra (MOLENDĄ 1963).

Pierwsza połowa XVI w. to bardzo intensywny rozwój górnictwa rud, nie mający w przeszłości, a może i nawet w przyszłości, podobnego zasięgu terytorialnego. Rozwój górnictwa w rejonie Bytomia (Bobrek, Piekary Śląskie, Dąbrówka, Szarlej) następuje po roku 1542 (MAJORCZYK 1985, MOLENDĄ 1963).

W rezultacie prowadzonej działalności wydobywczej i przetwórczej wiele naturalnych form rzeźby terenu na obszarze Bytomia i w jego okolicy uległo daleko idącemu przeobrażeniu lub zatarciu. Pojawiły się znaczne rozmiarami formy rzeźby antropogenicznej. Do najbardziej rozpowszechnionych form przeobrażenia terenu należą hałdy (zwały) różnego pochodzenia (m.in. cynkowo-ołowiowe, węglowe) (DŁUGOBORSKI 1979).

LOKALIZACJA OBIEKTÓW BADAŃ

Badaniami objęto obszar czterech zwałowisk Zakładu Górniczo-Hutniczego „Orzeł Biały” S. A. o łącznej powierzchni ok. 35 hektarów. Trzy z nich zlokalizowane są w Bytomiu, a jedno w Piekarach Śląskich (ryc. 1):

Zwałowisko H1 – Piekary Śląskie-Brzeziny, wzdłuż ulicy Roździeńskiego, po wschodniej stronie zakładu „Waryński”,

Zwałowisko H2 – Bytom, u wylotu ulicy Siemianowickiej w kierunku na Sosnowiec,

Zwałowisko H3 – Bytom, wzdłuż ulicy Siemianowickiej, na południowo-wschód od dawnego zakładu „Marchlewski”,

Zwałowisko H4 – Bytom, wzdłuż ulicy Siemianowickiej, po południowej stronie dawnego zakładu „Marchlewski” (za torami kolejowymi).

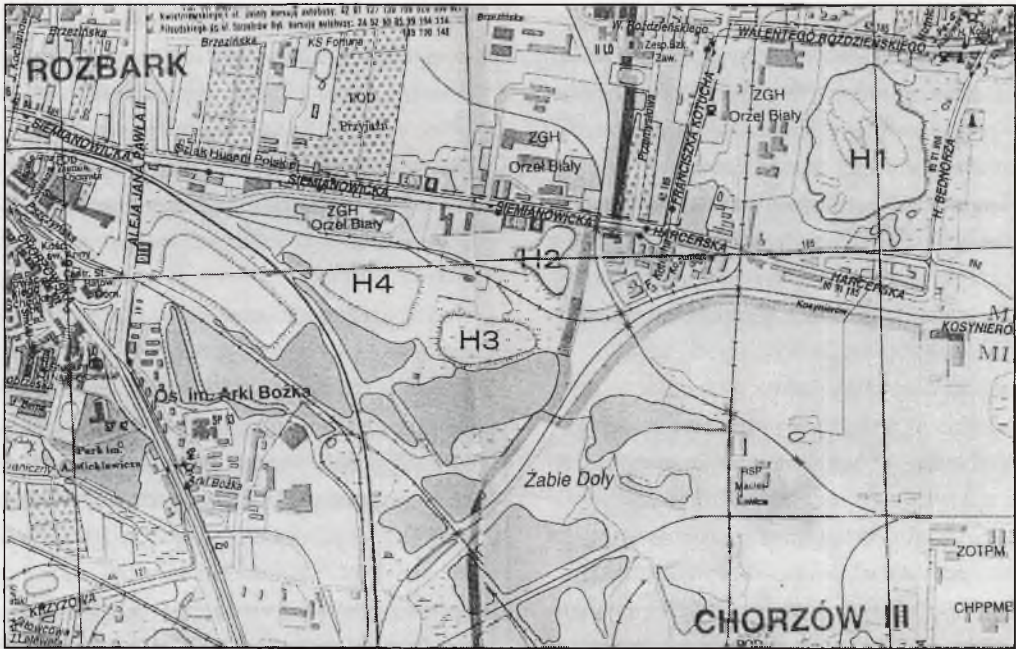
CHARAKTERYSTYKA

SKŁADOWANYCH ODPADÓW

Odpady powstałe w wyniku eksploatacji złóż rudnych, a następnie ich wzbogacania mokrego względnie ogniowego lub produkcji ciepła technologiczno-grzewczego i przerobu złomu akumulatorowego, są pod względem spektrograficznym mieszaniną różnych związków chemicznych i pierwiastków metalicznych (np. ołów, cynk) względnie niemetalicznych. Występują w postaci szlamów, piasków, rumoszu dolomitowo-wapiennego, żużli hutniczych i kotłowych (UPROSZCZONA DOKUMENTACJA... 1986). Ich charakterystykę przedstawiono w tabeli 1.

METODYKA BADAŃ

W trakcie badań, obejmujących dwa sezony wegetacyjne (1999 i 2000), na każdym z obiektów odno-



Ryc. 1. Lokalizacja zwałowisk. H1 - H4 – badane obiekty.
Fig. 1. Localisation of the spoil heaps. H1 - H4 – investigated objects.

Tabela 1. Charakterystyka badanych zwałowisk (na podstawie UPROSZCZONEJ DOKUMENTACJI zwałowisk ZGH „Orzeł Biały”, 1986).
Table 1. Characteristic of the spoil material (after UPROSZCZONA DOKUMENTACJA... 1986).

Objekt Object	Rodzaj odpadu Sort of wastes	Powierz- chnia Area [ha]	Średnia wysokość Mean high [m]	Kubatura Volume (Capacity) [m ³ x 10 ³]	Masa Mass [Gg]	Zn [%]	Pb [%]	Wiek Age [lata – years]
H1	Żużel z pieców przewałowych – mieszanina okruszków dolomitowych spieków żużla	16	20	3330	5000	2,1	0,2	1926-79
H2	Oven cinder, dolomite and iron mixture	3,7	12	330	500	2,3	0,3	1926-44
H3	Drobno zmielona mieszanina dolomitów i ilów	4	15	747	1129	2,2	0,4	1982-86
H4	Dolomite and soil	10	16,5	1300	1950	2,9	1,1	1926-70

towywano występowanie gatunków roślin wraz z ich liczebnością na stanowisku. Skład flor poszczególnych obiektów analizowano pod kątem przynależności do grup ekologicznych i grup geograficzno-historycznych (ELLENBERG i in. 1992, KORNAŚ, MEDWECKA-KORNAŚ 1986; SUDNIK-WÓJCIKOWSKA, KOŻNIEWSKA 1988). Dla każdego gatunku określono formę życiową wg klasyfikacji Raunkiaera oraz stopień ekspansywności gatunku (ZARZYCKI 1984). Wartości wskaźnika świetlnego, temperatury, wilgotności i trofizmu podano w dziesięciostopniowej skali wg ELLENBERGA i in. (1992). Określono także częstotliwość wystąpień gatunków na każdym z obiektów według przyjętej skali: + – pojedyncze wystąpienie, 1 – 2 do 4 notowania, 2 – 5 do 10 notowań; 3 – 11 do 20; 4 – 21 do 30; 5 – powyżej 30 notowań.

W celu określenia podobieństwa między badanymi obiektami, zastosowano analizę skupień na podstawie wartości wskaźników ekologicznych poszczególnych flor. W obliczeniach zastosowano Pakiet Tytan (BATKO, MORACZEWSKI 1986).
Nomenklaturę łacińską oparto na podstawie „Krytycznej listy roślin naczyniowych Polski” (MIREK i in. 1995).

WYNIKI

Na zwałowiskach ZGH „Orzeł Biały” stwierdzono występowanie 103 gatunków roślin naczyniowych, reprezentujących 33 rodziny (tab. 2)*. Najliczniejsze rodziny to: Asteraceae – 26 gatunków, Fabaceae – 11 gatunków, Poaceae – 10 gatunków. 16 rodzin repre-

* Tabele 2-7 zamieszczono na ss. 40-43.

zentowanych jest tylko przez jeden gatunek. Gatunkami najczęściej występującymi na wszystkich zwałowiskach są: *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Calamagrostis epigejos*, *Cardaminopsis arenosa*, *Deschampsia caespitosa*, *Poa pratensis*, *Reseda lutea*.

Największą liczbę gatunków zaobserwowano na zwałowisku H3 (72 gatunki), najmniej zaś na hałdzie H2 (63 gatunki). We florze wszystkich badanych zwałowisk dominują gatunki występujące rzadko (2) i bardzo rzadko (1) (ryc. 2).*

Grupy geograficzno-historyczne

Analiza składu geograficzno-historycznego flory ogólnej wykazała, że spośród wyróżnionych grup dominują gatunki rodzimego pochodzenia – apofity, stanowiące ok. 75% flory, natomiast gatunki obcego pochodzenia stanowią 25% (ryc. 3). W grupie antropofitów archeofity stanowią 15,5%, a kenofity – 9,5%. Podobne tendencje obserwujemy we florze poszczególnych zwałowisk, gdzie apofity stanowią przeważający procent (72,2-84,4%). Archeofity występują najliczniej (20,6%) we florze zwałowiska H2, natomiast najmniej ich występuje na obiekcie H4 (6,3%).

Podobne zjawisko – dominację gatunków rodzimych (apofitów) – zaobserwowano badając florę osadników poflotacyjnych ZGH „Orzeł Biały” (SKRZYPEK 1986). Stwierdzono tam udział ponad 75% gatunków rodzimych. Także 10-letnie badania flory terenów przemysłowych Górnego Śląska (ROSTAŃSKI 2000) oraz otoczenia emitorów cynku i ołowiu (ROSTAŃSKI 1997) wykazały dość zbieżne rezultaty – wyraźną dominację apofitów (ponad 70%). Jest to zgodne z wcześniejszymi badaniami całości flory Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (SENDEK 1984). Wysoki udział apofitów we florze badanych zwałowisk (76,2-84,4%) świadczyć może o sygnalizowanej wcześniej większej tolerancji gatunków rodzimych na wysoki poziom stężenia metali ciężkich w glebie (ROSTAŃSKI 1997).

Grupy ekologiczne

W składzie grup ekologicznych – zarówno we florze ogólnej, jak i we florach zestawionych dla każdego ze zwałowisk – najliczniej reprezentowane są gatunki ruderalne (ryc. 4). Stosunkowo licznie reprezentowane są także gatunki łąkowe oraz leśno-zaroślowe. Podobne obserwacje poczyniono w trakcie badań bezpośredniego otoczenia emitorów ZGH „Orzeł Biały” (ROSTAŃSKI 1997). Zjawisko to spowodowane może być łatwiejszą adaptacją gatunków

ruderalnych do bardzo trudnych warunków siedliskowych, które reprezentują zwałowiska cynkowo-ołowiowe, zaś gatunkami pionierskimi na tego typu obiektach są: *Cardaminopsis arenosa*, *Festuca ovina*, *Calamagrostis epigejos*, *Silene vulgaris*, co obserwowano na podobnych siedliskach wcześniej (TOKARSKA-GUZIŁ i in. 1991).

Formy życiowe

Udział grup form życiowych roślin wykazuje – zarówno we florze ogólnej, jak i we florach zestawionych dla poszczególnych zwałowisk – zdecydowaną dominację hemikryptofitów (ryc. 5). Także w dużej liczbie występują terofity (24,27% we florze ogólnej, co może świadczyć o małej stabilności i ruderalizacji tych siedlisk). Na uwagę zasługuje dość znaczny, jak na warunki zwałów, udział geofitów (powyżej 10%), świadczący o zaawansowaniu procesów sukcesji na niektórych obiektach. Podobny wynik uzyskano badając wcześniej florę bezpośredniego otoczenia emitorów ZGH „Orzeł Biały” (ROSTAŃSKI 1997), przy czym stwierdzono tam nieco niższy udział hemikryptofitów.

Wskaźniki ekologiczne

Analiza flory pod względem wskaźnika świetlnego (L) wykazała zdecydowaną dominację gatunków światłolubnych (znaczny udział roślin o wartości wskaźnika – 7, 8, 9). Równocześnie stwierdzono niewielki udział gatunków cieniulubnych (wartości wskaźników – 4 i 5) (tab. 3).

Podobnie podział flory ze względu na wskaźnik temperatury (T) wykazuje dominację gatunków ciepłolubnych (wartość wskaźnika – 6). Gatunków umiarkowanie ciepłolubnych (o wartości wskaźnika – 5) jest znacznie mniej (tab. 4).

Większość gatunków flory zwałowisk, ze względu na wskaźnik wilgotności (F), to rośliny umiarkowanie mezofilne (wartości wskaźnika – 4), stosunkowo duży udział mają gatunki mezofilne (o wartości wskaźnika – 5). Pozostałe wartości wskaźników są reprezentowane przez znikomy procent gatunków (tab. 5).

Analiza flory zwałowisk pod względem wskaźnika trofizmu (N) wykazała, iż w jej składzie dominują gatunki o niższych i średnich wymaganiach troficznych (4-6), a rośliny o bardzo niskich (1-2) oraz bardzo wysokich (9) wymaganiach troficznych stanowią niewielki procent (tab. 6).

W składzie flory zwałowisk zdecydowaną przewagę mają gatunki silnie ekspansywne (+2) – 52,4%, przy niewielkim udziale gatunków ustępujących – ok. 4% (ryc. 6).

* Ryciny 2-7 zamieszczono na ss. 39-40.

We florze badanych obiektów stwierdzono występowanie kilku gatunków o zwiększonej odporności na zawartość metali ciężkich w glebie (za ZARZYCKIM 1984). Są to m.in.: *Arrhenatherum elatius*, *Chamaenerion angustifolium*, *Chamaenerion palustre*, *Cichorium intybus*, *Equisetum arvense*, *Festuca ovina*, *Lotus corniculatus*, *Scabiosa ochroleuca*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica*.

Analiza podobieństwa między obiektami (liczona metodą średniej więzi UPGMA, z zastosowaniem odległości Euklidesa, na podstawie wartości wskaźników ekologicznych poszczególnych flor) wykazała grupowanie obiektów H1 i H2 oraz H3 i H4 jako dwuelementowych grup o znacznym podobieństwie.

OCENA PRÓB REKULTYWACYJNYCH NA BADANYM TERENIE

Próby rekultywacyjne przeprowadzono na zwałowiskach H3 i H4. Projekt rekultywacji obejmował dwa etapy (DOKUMENTACJA... 1987):

1 etap – wykonanie rekultywacji szczegółowej polegającej na biologicznym zabezpieczeniu wierzchowiny i zboczy zwałowisk przed pyleniem oraz na wytworzeniu odpowiednich warunków siedliskowo-glebowych.

2 etap – zagospodarowanie poprzez wprowadzenie gatunków traw, roślin motylkowych oraz gatunków drzewiastych w formie zwartych zadrzewień.

Po przeprowadzonych badaniach w latach 1999-2000 stwierdzono obecność jedynie 10 gatunków (m.in. dąb czerwony *Quercus rubra* oraz oliwnik *Elaeagnus angustifolia* – występujące najliczniej) z 25 wprowadzonych. Wszystkie gatunki drzew i krzewów występują z niską częstotliwością (po kilka osobników), jedynie brzoza *Betula pendula* na obiekcie H4 zwiększa swoją częstotliwość wystąpień do kilkudziesięciu. Także w dużej liczbie występują nasadzone trawy *Festuca ovina* oraz – w mniejszej ilości – *Dactylis glomerata*. Dodatkowo stwierdzono obecność okazów gatunków pochodzących prawdopodobnie z nieudokumentowanych nasadzeń, występujących na rekultywowanych obiektach. Są to: *Cornus sanguinea*, *Rhus typhina*, *Cornus sericea*, *Spiraea salicifolia*, *Rosa rugosa*, *Cerasus mahaleb*, występujące pojedynczo. Ponadto na obiekcie H1, który nie został objęty rekultywacją, stwierdzono pojedyncze stanowiska *Philadelphus grandiflorus*, kilka okazów *Ulmus laevis* oraz kilkanaście topoli berlińskich (*Populus berolinensis*).

Rekultywację zwałowisk H3 i H4 można uznać za nieudaną, gdyż stwierdzono niewielki procent gatunków roślin wcześniej tu nasadzonych, reprezento-

wanych obecnie tylko przez nieliczne okazy. Prawdopodobnym czynnikiem hamującym wzrost i rozwój roślin, poza toksycznością podłoża, są duże wahania temperatury występujące w górnej warstwie gleby, a dość słabe zadarnienie może być spowodowane przemieszczaniem wierzchnich warstw zwałowisk na skutek erozji wietrznej (STRZYSZCZ 1980).

WNIOSKI

1. We florze wszystkich zwałowisk dominują światłolubne i ekspansywne gatunki ruderalne i łąkowe, nieco mniejszy udział mają rośliny siedlisk murawowych oraz leśno-zaroślowych.
2. Stwierdzono wyraźny wpływ specyficznego siedliska o pochodzeniu antropogenicznym na florę zwałowisk. Zaobserwowano m. in. apofityzację flory, zmniejszony udział fanerofitów i chamefitów oraz zwiększony udział światłolubnych gatunków ekspansywnych.
3. Zwiększony udział gatunków z grupy muraw piaszczyskowych oraz z grupy nadwodnych i bagiennych na zwałowiskach H3 i H4 w porównaniu z obiektami H1 i H2 wiąże się z różnym charakterem podłoża tych miejsc (skład chemiczny i struktura), oraz z bliskością zbiorników wodnych, znajdujących się w pobliżu zwałowisk H3 i H4.
4. Stopień pokrycia poszczególnych obiektów jest różny, przy czym zwiększone pokrycie na hałdach H3 i H4 miała wpływ prawdopodobnie rekultywacja tych obiektów.
5. Różnice między obiektami na podstawie badanych biologicznych parametrów zwałowisk zostały potwierdzone w analizie skupień.

PIŚMIENICTWO

Batko A., Moraczewski I. 1990. Tytan 87. Pakiet programów realizujących analizę skupień. Uniwersytet Warszawski, Warszawa (maszynopis).

Długoborski W. 1979. Bytom – zarys rozwoju miasta. PWN, Warszawa, Kraków, ss. 757.

Dokumentacja techniczno-kosztyowa na rekultywację szczegółową nieczynnych osadników odpadów pośladowych należących do Zakładu Górniczo-Hutniczego „Orzeł Biały”. Kraków – Katowice, 1987 (maszynopis).

Ellenberg H., Weber H., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulßen D. 1992. Zeigwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica, 18: 1-258. Universität Göttingen, Göttingen.

Kornaś J., Medwecka-Kornaś 1986. Geografia roślin. PWN, Warszawa, ss. 528.

Majorek R. 1985. Historia górnictwa kruszcowego w rejonie Bytomia. Bytom, [wydanie własne] ss. 99.

Mirek Z., Piękoś-Mirek H., Zajac A., Zajac M. 1995. Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. Vascular plants of Poland. A checklist. Polish Botanical Studies, No. 15. Polish Academy of Sciences, Kraków, ss. 308.

Molenda D. 1963. Górnictwo kruszcowe na terenie złóż śląsko-krakowskich do połowy XVI w. PWN, Instytut Historii Kultury Materialnej, Wrocław – Warszawa – Kraków, ss. 420.

Piwowski W., Żeglinski J. 1977. Charakterystyka rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. Instytut Geologiczny,

Warszawa.

ROCZNIK STATYSTYCZNY 1999. Województwo Śląskie w 1998 r. Urząd Statystyczny w Katowicach, Katowice, ss. 519.

Rostański A. 1997. Rośliny naczyniowe terenów o wysokim stopniu skażenia metalami ciężkimi. *Acta Biol. Siles.*, 30 (47): 56-82.

Rostański A. 2000. Podsumowanie badań flory terenów przemysłowych na Górnym Śląsku (1989-1999). *Acta Biol. Siles.*, 35 (52): 131-154.

Sendek A. 1984. Rośliny naczyniowe Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. OTPN, PWN, Warszawa – Wrocław, ss. 140.

Skrzypek K. 1986. Sukcesja roślin na osadnikach poślota-cyjnych KGH „Orzeł Biały” w Bytomiu. Praca magisterska, ma-szynopis. Uniwersytet Śląski, Wydział Biologii i Ochrony Środo-wiska, Katowice.

Strzyszczyński Z. 1980. Właściwości fizyczne i chemiczne odpadów poślota-cyjnych rud Pb i Zn w aspekcie ich biologicznej rekultywacji. *Arch. Ochr. Środ.*, 3-4: 19-51.

Sudnik-Wójcikowska B., Koźniewska B. 1988. Słownik z zakre-su synantropizacji szaty roślinnej. Wyd. Uniw. Warszawskiego, Warszawa, ss. 93.

Tokarska-Guzik B., Rostański A., Klotz S. 1991. Roślinność hał-dy pocynkowej w Katowicach-Wełnowcu. *Acta Biol. Siles.*, 19 (36): 94-101.

Uproszczona dokumentacja istniejących zwałowisk odpadów przemysłowych ZGH „Orzeł Biały”. 1986. ZGH „Orzeł Biały”, By-tom (maszynopis).

Zarzycki K. 1984. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. PAN, Instytut Botaniki, Kraków, ss. 44.

**VASCULAR FLORA OF AREAS
STRONGLY CONTAMINATED
WITH ZINC AND LEAD
– EXAMPLE OF POST-INDUSTRIAL
SPOIL HEAPS OF THE MINING
AND SMELTING WORKS
“ORZEŁ BIAŁY” LTD. IN BYTOM**

ADAM ROSTAŃSKI, DOMINIK KAPA

University of Silesia
Department of Plant Systematics
Jagiellońska 28, PL 40 - 032 Katowice

(received 15 November 2001,
accepted 14 December 2001)

Reviewer: Ryszard Ciepał

ABSTRACT

The paper presents results of floristic investigations conducted within the territory of post-exploitation spoil heaps of the Mining and Smelting Works “Orzeł Biały” in Piekary Śląskie which specialises in the manufacturing of zinc and lead products.

On the investigated spoil heaps, 103 species of vascular plants were found to occur, which represented 33 families; heliophilous and expansive ruderal and meadow species dominate among them. A more limited participation of plants from grassland and forest or brushwood habitats can be noted. A conspicuous

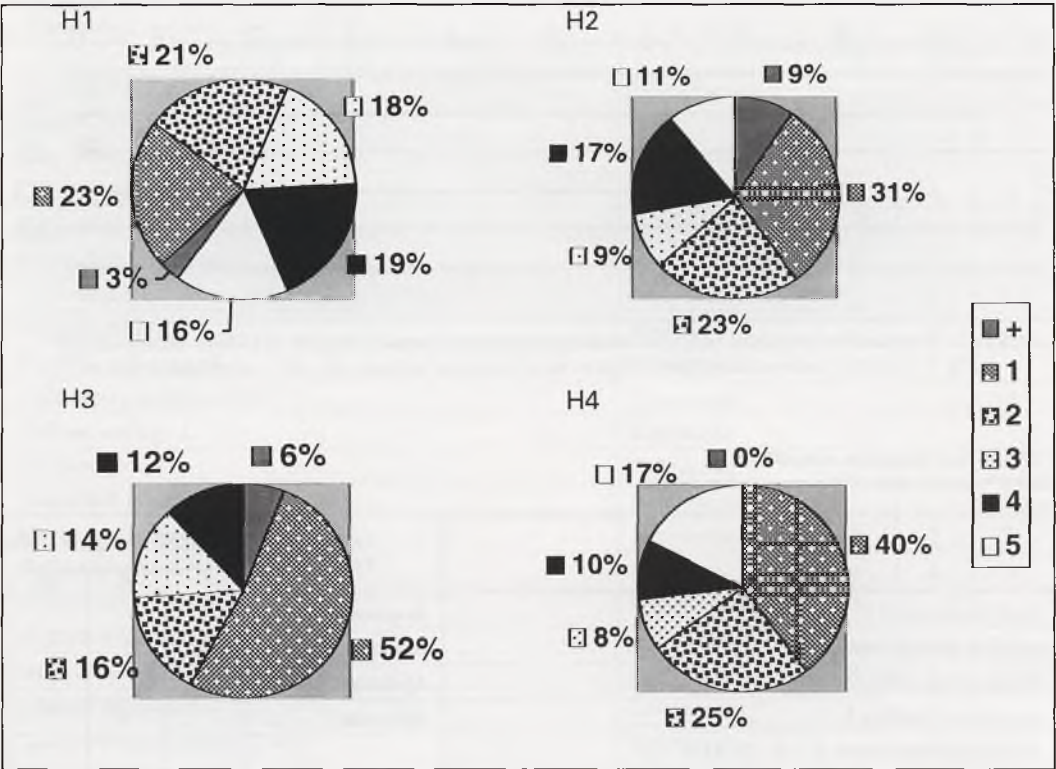
influence of the specific habitat of anthropogenic origin on the spoil heap flora was recorded, including among others impoverishment and apophytisation of the flora, a decreased share of phanerophytes and chamaephytes as well as an increased share of heliophilous expansive species.

KEY WORDS: *post-smeltery spoil heaps, spontaneous vascular flora, succession of vegetation*

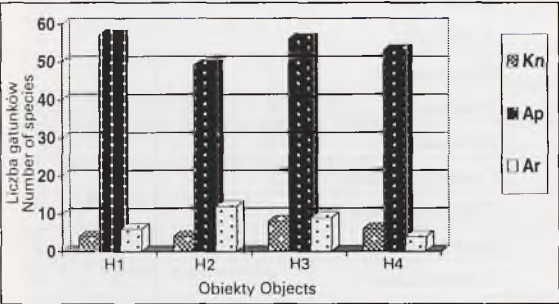
SUMMARY

The paper presents results of floristic investigations conducted within the territory of post-exploitation spoil heaps of the Mining and Smelting Works “Orzeł Biały” in Piekary Śląskie which specialises in the manufacturing of zinc and lead products.

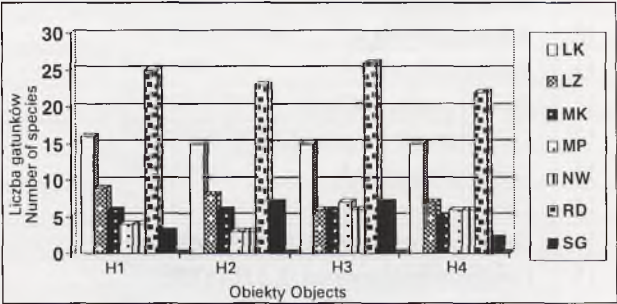
The investigations encompassed the territory of four spoil heaps of the Mining and Smelting Works “Orzeł Biały” Ltd. with a total area of ca. 35 hectares. During surveys which took place during two vegetation seasons (1999 and 2000) in each of the study sites, occurrence of plant species was recorded together with their numbers in each locality. The composition of floras of individual sites was analysed from the point of view of relative frequency of various ecological groups as well as geographical and historical groups. For each species, the following characteristics were determined: life form according to the classification of Raunkiaer, degree of expansiveness of the species as well as indicator values of insolation index, temperature, humidity and trophism. The frequency of occurrence of the species on each of the site was also determined. On the spoil heaps of the Mining and Smelting Works “Orzeł Biały”, 103 species of vascular plants were found to occur, belonging to 33 families. The flora of all spoil heaps is dominated by heliophilous and expansive ruderal and meadow species, while plants from grassland and forest or brushwood habitats constitute a smaller proportion. A conspicuous influence of the specific habitat of anthropogenic origin on the spoil heap flora was recorded. Among others, the following phenomena were observed: impoverishment and apophytisation of the flora, a decreased share of phanerophytes and chamaephytes as well as an increased share of heliophilous expansive species.



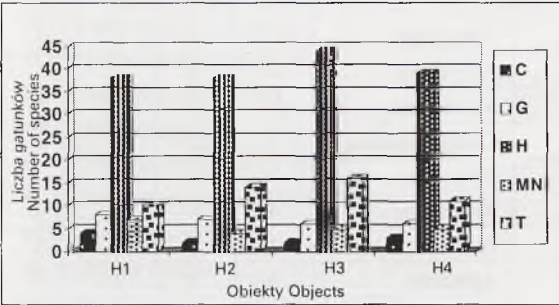
Ryc. 2. Częstość wystąpienia gatunków. + – pojedyncze wystąpienie, 1 – 2 do 4 notowania, 2 – 5 do 10 notowań, 3 – 11 do 20, 4 – 21 do 30, 5 – powyżej 30 notowań.
Fig. 2. Abundance of species. + – single occurrence, 1 – 2 to 4 records, 2 – 5 to 10, 3 – 11 to 20, 4 – 21 to 30, 5 – more than 30 records.



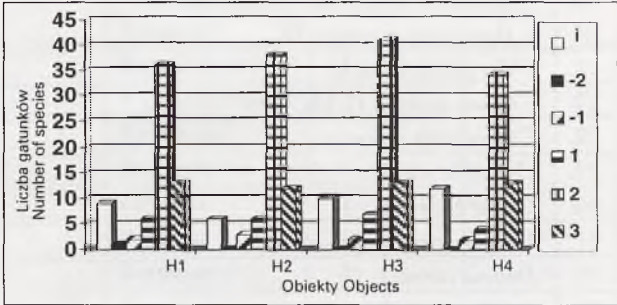
Ryc. 3. Udział grup geograficzno-historycznych. Kn – kenofity, Ap – apofity, Ar – archeofity.
Fig. 3. Participation of the geographical-historical groups. Kn – kenophytes, Ap – apophytes, Ar – archeophytes.



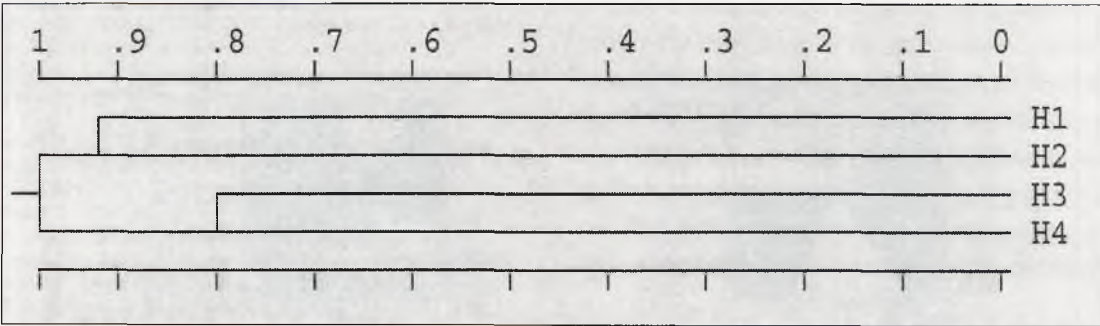
Ryc. 4. Grupy ekologiczne flory. LK – gatunki łąkowe, LZ – gatunki leśne i zaroślowe, MK – gatunki muraw kserotermicznych, MP – gatunki muraw piaszczyskowych, NW – gatunki nadwodne i błotne, RD – gatunki ruderalne, SG – gatunki segetalne.
Fig. 4. Ecological groups. LK – meadows, LZ – forests and shrubs, MK – xerothermic grasslands, MP – sandy grasslands, NW – mud, RD – ruderal, SG – segetal.



Ryc. 5. Udział grup form życiowych. C – chamefity, G – geofity, H – hemikryptofity, MN – megafanerofity, T – terofity.
Fig. 5. Participation of life forms. C – chamephytes, G – geophytes, H – hemikryptophytes, MN – megafanerophytes, T – therophytes.



Ryc. 6. Wskaźnik ekspansywności gatunków (wartości za Zarzyckim 1984).
Fig. 6. Indicator of species expansion (values after Zarzycki 1984).



Ryc. 7. Podobieństwo pomiędzy badanymi obiektami na podstawie analizy skupień. H1 - H4 – badane obiekty.
Fig. 7. Similarity between investigated objects based on cluster analysis. H1 - H4 – investigated objects.

Tabela 2. Wykaz flory badanych zwałowisk.
Table 2. List of vascular flora of the investigated objects.

L.p. No	Gatunek Species	Rodzina Family	Częstość wystąpień – Abundance			
			H1	H2	H3	H4
1.	<i>Acer platanoides</i> L.	Aceraceae	1			
2.	<i>Achillea millefolium</i> L.	Asteraceae	1	1		
3.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Apiaceae	1			
4.	<i>Angelica sylvestris</i> L.	Apiaceae		1		
5.	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. BEAUV. ex J. PRESL & C. PRESL	Poaceae	4	4	5	5
6.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Asteraceae	1	1	2	2
7.	<i>Aster novi-belgii</i> L.	Asteraceae			1	1
8.	<i>Ballota nigra</i> L.	Lamiaceae	5			
9.	<i>Betula pendula</i> ROTH.	Betulaceae	5	5	5	5
10.	<i>Bidens tripartita</i> L.	Asteraceae			1	1
11.	<i>Brassica napus</i> L.	Brassicaceae			3	
12.	<i>Bromus inermis</i> LEYSS.	Poaceae	4	4	5	5
13.	<i>Calamagrostis epigejos</i> L.	Poaceae	5	5	5	5
14.	<i>Calystegia sepium</i> L.	Convolvulaceae	3	2	2	2
15.	<i>Campanula rapunculoides</i> L.	Campanulaceae	3	1		
16.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MEDIK.	Brassicaceae	1	1	1	1
17.	<i>Cardaminopsis arenosa</i> (L.) HAYEK	Brassicaceae	5	5	5	5
18.	<i>Carduus acanthoides</i> L.	Asteraceae		+	+	
19.	<i>Carex spicata</i> HUDS.	Cyperaceae	5		4	
20.	<i>Centaurea cyanus</i> L.	Asteraceae	1	1	1	1
21.	<i>Centaurea jacea</i> L.	Asteraceae	4	3	2	2
22.	<i>Centaurea scabiosa</i> L.	Asteraceae	+	+	+	
23.	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) SCOP.	Onagraceae	5	4	2	2
24.	<i>Chamaenerion palustre</i> SCOP.	Onagraceae	2	2	1	1
25.	<i>Chamomilla suaveolens</i> (PUSH) RYDB. = <i>Matricaria discoidea</i> DC.	Asteraceae			1	1
26.	<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae		+		
27.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	Asteraceae	3	2	2	2
28.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	3	2	2	1
29.	<i>Coronilla varia</i> L.	Fabaceae		1	1	
30.	<i>Crepis biennis</i> L.	Asteraceae	4	4	3	3
31.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	5	5	5	5
32.	<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae	3	3	1	1
33.	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. BEAUV.	Poaceae	5	5	5	5
34.	<i>Echinocystis lobata</i> (F. MICHX.) TORR & A. GRAY	Cucurbitaceae		+		
35.	<i>Echium vulgare</i> L.	Boraginaceae	3	3	1	1

Tabela 2. – ciąg dalszy.
Table 2. – continuation.

			H1	H2	H3	H4
36.	<i>Equisetum arvense</i> L.	Equisetaceae			2	
37.	<i>Erigeon acris</i> L.	Asteraceae	2	1	1	1
38.	<i>Erisymium cheiranthoides</i> L.	Brassicaceae		2		
39.	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	Asteraceae	4	4	3	3
40.	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Euphorbiaceae			1	
41.	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Euphorbiaceae			1	
42.	<i>Euphrasia rostkoviana</i> HAYNE	Scrophulariaceae	3	1		
43.	<i>Festuca ovina</i> L.	Poaceae	4	4	5	5
44.	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Fumariaceae			+	
45.	<i>Galinsoga parviflora</i> CAV.	Asteraceae			3	
46.	<i>Galium mollugo</i> L.	Rubiaceae	2			
47.	<i>Gallium verum</i> L.	Rubiaceae	2			
48.	<i>Hieracium pilosella</i> L.	Asteraceae			3	3
49.	<i>Hieracium sabaudum</i> L.	Asteraceae	2	2	1	1
50.	<i>Holcus lanatus</i> L.	Poaceae	4	4	4	4
51.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Hypericaceae	4			2
52.	<i>Hypochoeris radicata</i> L.	Asteraceae			2	2
53.	<i>Inula conyza</i> DC.	Asteraceae	4	3		
54.	<i>Lamium album</i> L.	Lamiaceae		+		
55.	<i>Leucanthemum vulgare</i> LAM.	Asteraceae		2		
56.	<i>Linaria vulgaris</i> L.	Scrophulariaceae	2	2		
57.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Fabaceae	3	1	1	1
58.	<i>Matricaria maritima</i> L. ssp. <i>inodora</i> (L.) DOSTAL.	Asteraceae	1	2		
59.	<i>Medicago falcata</i> L.	Fabaceae			1	1
60.	<i>Medicago lupulina</i> L.	Fabaceae			1	1
61.	<i>Melandrium album</i> (MILL.) GARCKE	Caryophyllaceae	4	4	4	4
62.	<i>Melilotus alba</i> MEDIK	Fabaceae	2	2	1	1
63.	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) HILL	Boraginaceae	+			
64.	<i>Odonites serotina</i> (LAM.) RCHB.	Scrophulariaceae	1		1	1
65.	<i>Oenothera rubricaulis</i> KLEB.	Onagraceae	4	2	2	2
66.	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	3	2	1	1
67.	<i>Pastinaca sativa</i> L.	Apiaceae			4	
68.	<i>Phleum pratense</i> L.	Poaceae	2	2	3	3
69.	<i>Phragmites australis</i> (CAV.) TRIN. ex STEUD	Poaceae	3	4	5	4
70.	<i>Picris hieracioides</i> L.	Asteraceae	2	2	2	2
71.	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pinaceae	2			
72.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	1	1	1	1
73.	<i>Poa pratensis</i> L.	Poaceae	5	5	5	5
74.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae			3	
75.	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Polygonaceae		2		
76.	<i>Populus tremula</i> L.	Salicaceae	4	4	4	4
77.	<i>Potentilla anserina</i> L.	Rosaceae			1	1
78.	<i>Ranunculus acris</i> L.	Ranunculaceae	2	1	2	2
79.	<i>Ranunculus repens</i> L.	Ranunculaceae			2	2
80.	<i>Reseda lutea</i> L.	Resedaceae	5	5	5	5
81.	<i>Reynoutria japonica</i> HOUTT.	Polygonaceae	2			
82.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. *	Fabaceae	2	1	2	2
83.	<i>Rosa canina</i> L.	Rosaceae	1			
84.	<i>Rubus caesius</i> L.	Rosaceae	2			
85.	<i>Rubus plicatus</i> WEIHE & NEES	Rosaceae			1	1
86.	<i>Salix caprea</i> L.	Salicaceae	1	1	2	2
87.	<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	Dipsacaceae	1			

Tabela 2. – ciąg dalszy.
Table 2. – continuation.

			H1	H2	H3	H4
88.	<i>Silene vulgaris</i> (MOENCH) GARCKE	Caryophyllaceae	4	3	5	5
89.	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Brassicaceae			1	1
90.	<i>Solidago canadensis</i> L.	Asteraceae	3	3	4	4
91.	<i>Solidago virgaurea</i> L.	Asteraceae				3
92.	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Asteraceae	1	1	1	1
93.	<i>Thymus serpyllum</i> L. em. FR	Lamiaceae				2
94.	<i>Trifolium pratense</i> L.	Fabaceae			2	2
95.	<i>Trifolium repens</i> L. *	Fabaceae	1	1	2	2
96.	<i>Tussilago farfara</i> L.	Asteraceae	5	4	5	4
97.	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	1	1	2	1
98.	<i>Valeriana officinalis</i> L.	Valerianaceae				1
99.	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Scrophulariaceae	3			
100.	<i>Vicia angustifolia</i> L.	Fabaceae		1	1	
101.	<i>Vicia cracca</i> L.	Fabaceae		1	2	1
102.	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. GRAY	Fabaceae		1	1	
103.	<i>Viola arvensis</i> MURRAY	Violaceae		+		

* – gatunek nasadzany na obiektach H3 i H4, którego obecność stwierdzono na zwałach H1 lub H2;
* – species introduced on the object H3 and H4, which is occurred spontaneously on the H1 and H2.

Tabela 3. Udział gatunków reprezentujących poszczególne wartości wskaźnika świetlnego (L).
Table 3. Participation of species representing a particular values of the light indicator (L).

Wartość wskaźnika Indicator value	Zwałowisko – Spoil heap				Ogólnie Totally [%]
	H1 [%]	H2 [%]	H3 [%]	H4 [%]	
4	1,5	-	-	-	0,9
5	3	6,4	4,7	4,7	5,8
6	16,6	15,9	12,5	10,5	15,5
7	36,4	41,26	38,9	43,8	39,8
8	28,8	20,6	26,9	25	25,3
9	9	12,7	11,1	10,9	8,7
Brak wartości wskaźnika Lack of indicator value	4,6	3,8	6,9	4,7	3,9

Tabela 4. Udział gatunków reprezentujących poszczególne wartości wskaźnika temperatury (T).
Table 4. Participation of species representing a particular values of the temperature indicator (T).

Wartość wskaźnika Indicator value	Zwałowisko – Spoil heap				Ogólnie Totally [%]
	H1 [%]	H2 [%]	H3 [%]	H4 [%]	
5	15,2	20,6	18	18,8	17,8
6	39,4	34,9	37,5	34,7	40,8
7	3	1,9	1,4	1,6	1,9
8	1,5	-	-	-	0,9
Brak wartości wskaźnika Lack of indicator value	42,4	42,9	44,4	45,3	38,8

Tabela 5. Udział gatunków reprezentujących poszczególne wartości wskaźnika wilgotności (F).
Table 5. Participation of species representing a particular values of the moisture indicator (F).

Wartość wskaźnika Indicator value	Zwałowisko – Spoil heap				Ogólnie Totally [%]
	H1 [%]	H2 [%]	H3 [%]	H4 [%]	
2	-	-	-	1,6	0,9
3	7,8	6,4	9,7	9,4	7,8
4	30,3	30,2	25	21,9	28,2
5	18,2	19	19,5	20,3	19,4
6	12,1	17,5	15,3	17,2	11,7
7	4,6	3,2	5,6	6,3	3,8
8	1,5	3,2	-	1,7	3,9
9	-	-	1,4	1,7	1,9
10	-	1,6	1,4	1,7	0,9
Brak wartości wskaźnika Lack of indicator value	25,6	19	22,2	18,6	21,4

Tabela 6. Udział gatunków reprezentujących poszczególne wartości wskaźnika trofizmu (N).
Table 6. Participation of species representing a particular values of the nitrogen indicator (N).

Wartość wskaźnika Indicator value	Zwałowisko – Spoil heap				Ogólnie Totally [%]
	H1 [%]	H2 [%]	H3 [%]	H4 [%]	
1	1,5	1,6	1,4	3,1	1,9
2	4,5	4,8	5,6	6,3	3,9
3	6	7,9	9,7	6,3	9,7
4	16,6	17,7	11,1	14	13,5
5	10,6	11,1	9,7	12,5	9,7
6	15,2	12,7	12,5	10,9	11,7
7	12,1	12,7	12,5	10,9	13,6
8	7,6	9,5	11,1	9,4	11,7
9	3	4,8	4,2	4,7	3,9
Brak wartości wskaźnika Lack of indicator value	22,7	17,5	22,2	21,9	20,4

Tabela 7. Udział gatunków reprezentujących poszczególne wartości wskaźnika ekspansywności.
Table 7. Participation of species representing a particular values of the expansion indicator.

Wartość wskaźnika Indicator value	Zwałowisko – Spoil heap				Ogólnie Totally [%]
	H1 [%]	H2 [%]	H3 [%]	H4 [%]	
-2	1,5	-	-	-	0,9
-1	3	4,8	2,8	3,1	2,9
+1	9,1	11,1	8,3	6,3	9,7
+2	51,5	58,7	54,7	54,7	52,4
+3	19,7	17,5	20,8	20,3	15,5
Brak wartości wskaźnika Lack of indicator value	15,2	7,9	13,9	15,6	18,5



HAŁDA POCYNKOWA – SIEDLIŚKO INTRODUKOWANYCH TAKSONÓW *VIOLA GUESTPHALICA* NAUENB. I *VIOLA CALAMINARIA* (GING.) LEJ.

MONIKA JĘDRZEJCZYK, ADAM ROSTAŃSKI

Uniwersytet Śląski, Katedra Botaniki Systematycznej
ul. Jagiellońska 28, 40 - 032 Katowice

(nadesłano 15 listopada 2001, zaakceptowano 14 grudnia 2001)

Recenzent pracy: Ryszard Ciepał

ABSTRAKT

Viola guestphalica NAUENB. i *Viola calaminaria* (GING.) LEJ. to gatunki galmanowe występujące na siedliskach ekstremalnych (o bardzo wysokich stężeniach metali ciężkich w podłożu) w Niemczech, Belgii i Holandii.

Przeprowadzono introdukcję fiołków galmanowych na teren hałdy pocynkowej w Katowicach-Wielowcu. Badane taksony okazały się dobrymi akumulatorami, gromadziły wysokie dawki metali, bez oznak toksycznego ich działania. Fiołki galmanowe są zatem ciekawym obiektem badań ekologiczno-fizjologicznych.

SŁOWA KLUCZOWE: *Viola calaminaria* (Ging.)Lej., *Viola guestphalica* Nauenb., cynk, ołów, kadm, introdukcja

STRESZCZENIE

Fiołki galmanowe – *Viola calaminaria* (GING.) LEJ. i *Viola guestphalica* NAUENB. nie były do tej pory notowane z terenu Polski. Ich naturalne stanowiska znajdują się na terenie Niemiec, Belgii (MEUSEL i in. 1978) i Holandii (VALENTINE i in. 1968, ERNST 1989). Zajmują tam bardzo charakterystyczne siedliska – stare i nowsze hałdy odpadowe oraz brzegi dołów ołowiowo-cynkowych. Ze względu na znaczną koncentrację metali ciężkich w podłożu, panują tam bardzo specyficzne warunki.

Na terenie Górnos Śląskiego Okręgu Przemysłowego znaczną powierzchnię zajmują uciążliwe zwałowiska tworzone przez kopalnictwo rud metali nieżelaznych oraz produkcję metali: ołowiu, cynku i cyny. Ze względu na toksyczność, spowodowaną dużym stężeniem metali ciężkich, tereny te są trudne do rekultywacji, wymagają oprócz zabiegów mechaniczno-chemicznych takiego doboru roślin, które w warunkach stresowych mogłyby rosnąć, rozwijać się i tworzyć w przyszłości trwałą pokrywę roślinną.

Do takich roślin z całą pewnością można zaliczyć fiołki galmanowe, które introdukowano na hałdę pocynkową w Katowicach-Wielowcu. O sukcesie introdukcji świadczy fakt, iż osobniki populacji niemieckich i fiołków rosnących na katowickim zwałowisku wykazują duży stopień podobieństwa (cechy generatywne i wegetatywne). Gatunki te są ciekawym obiektem badań ekologiczno-fizjologicznych, są doskonałymi akumulatorami metali ciężkich: cynku, ołowiu i kadmu.

Nadają się do rekultywacji terenów zdegradowanych, obciążonych dużą dawką metali. *Viola calaminaria* i *Viola guestphalica* nie należą do gatunków ekspansywnych i nie stanowią zagrożenia dla rodzimej flory, natomiast same są narażone na wyginięcie ze względu na zbyt duże zainteresowanie działkowiczów i osób postronnych.

WSTĘP

Intensywny rozwój działalności gospodarczej spowodował w niektórych regionach naszego kraju degradację środowiska przyrodniczego. Skutki negatywnej działalności mają na ogół charakter długotrwały, a często są nieodwracalne.

Istotnym problemem na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego jest nagromadzenie znacznych ilości trudnych do zagospodarowania odpadów poprzemysłowych. Zwały poprzemysłowe (hałdy) to już od ponad wieku nieodłączny element krajobrazu Górnego Śląska. Najwidoczniejsze są zwały nadpiziomowe, o różnej wysokości i kształcie. Na terenie śląskich miast hałdy, składowiska i wysypiska odpadów przemysłowych uciążliwych dla środowiska zajmują dość znaczne obszary (np. w Katowicach 140 ha, w Gliwicach 230 ha, w Jaworznie – 300 ha, a w Knurowie – ponad 307 ha (ROCZNIK STATYSTYCZNY 1998).

Do najbardziej uciążliwych należą zwałowiska tworzone przez kopalnictwo rud metali nieżelaznych oraz produkcję metali: ołowiu, cynku i cyny. Ze względu na toksyczność spowodowaną dużym stężeniem metali ciężkich, tereny te są trudne do rekultywacji. Wymagają – oprócz zabiegów mechaniczno-chemicznych – takiego doboru roślin, które w warunkach stresowych mogłyby rosnąć, rozwijać się i tworzyć w przyszłości trwałą pokrywę roślinną.

Aby osiągnąć ten cel, niezbędne jest wykorzystanie roślin tolerancyjnych na wysokie stężenia metali ciężkich. Warunkiem właściwego doboru roślin jest znajomość form występowania metali ciężkich oraz ich ilości w materiale zwałowanym. Do rekultywacji takich obiektów powinny być użyte rośliny z gleb naturalnie zasobnych w metale ciężkie (ERNST, JOOSSE VAN DAMME 1989). Do tej grupy roślin należą m.in. fiołki galmanowe: *Viola calaminaria* (GING.) LEJ. [= *V. calaminaria*] i *Viola guestphalica* NAUENB. [= *V. guestphalica*] (WISSKIRCHEN, HAEUPLER 1998), występujące na terenie Niemiec, Belgii (MEUSEL i in. 1978) i Holandii (VALENTINE i in. 1968, ERNST 1990), gdzie zasiedlają obszary o wysokiej zawartości cynku i ołowiu i doskonale radzą sobie w tak ekstremalnych warunkach.

Celem pracy jest introdukcja i obserwacja fiołków galmanowych na terenie hałdy pocynkowej w Kato-

wicach-Wełnowcu jako gatunków, które mogą być wykorzystane w procesie rekultywacji terenów obciążonych metalami ciężkimi oraz określenie ich właściwości akumulacyjnych.

CHARAKTERYSTYKA TAKSONÓW

Przez długi czas uważano *Viola calaminaria* i *V. guestphalica* za ten sam gatunek. Było to spowodowane zasiedlaniem specyficznych obszarów (terenów galmanowych) oraz podobieństwem morfologicznym. Dlatego w starszej literaturze naukowej znajdujemy oba gatunki pod wspólną nazwą *Viola calaminaria* – fiołek cynkowy (LAMBINION, AUQUIER 1963; VALENTINE i in. 1968). Na terenie trzech państw: Niemiec, Belgii i Holandii znajdują się nieliczne stanowiska występowania wyżej wspomnianych taksonów. Ze względu na znaczną koncentrację metali ciężkich w podłożu, panują tam bardzo specyficzne warunki – a co za tym idzie – charakterystyczne zbiorowiska roślinne. ERNST (1974) scharakteryzował i odpowiednio zaklasyfikował rośliny występujące na takich terenach; wyróżnił klasę *Violetea calaminariae* w obrębie której znalazł się m.in. rząd *Violetalia calaminariae* z niższymi jednostkami fitosocjologicznymi (MEYER 1995).

V. calaminaria nazywany jest żółtym fiołkiem cynkowym. Jest to wieloletnia roślina, o wielkości 10-25 cm, silnie rozgałęzająca się tuż przy podstawie. Posiada łodygi łukowato wstępujące lub nisko leżące (opierające się na sąsiednich roślinach), zakończone pojedynczym intensywnie zabarwionym na żółto kwiatem o wielkości 18-30 mm. Kwiaty posiadają stosunkowo długą ostrogę (przeciętnie 4,5 mm), zmienną w kształcie i zgiętą krzywopatykowato w górę. Ostroga może być na końcu cienka lub buławkowata. Płatki korony daleko przekraczają listki kielicha. Na płatkach bocznych i dolnym występuje rysunek w postaci czarnych, rozgałęzionych na końcach kreseczek (NAUENBURG 1986). Fiołek ten występuje w Niemczech niedaleko Aachen, Bad Münstereifel i Stolberg (Breiniger Berg). Większe populacje można jeszcze obserwować na terenie belgijskiego Plombières, La Calamine (Hohnbachtal) oraz Sippenaeken. Natomiast w Holandii odnajdujemy go na obszarze Epen. Siedliskami są stare i nowsze hałdy odpadowe oraz brzegi dołów ołowiowo-cynkowych. Populacje tego taksonu w okolicach Aachen zostały objęte

ochroną (SENGHAS, SEYBOLD 1993; OBERDORFER 1994; ROTHMALER 1996).

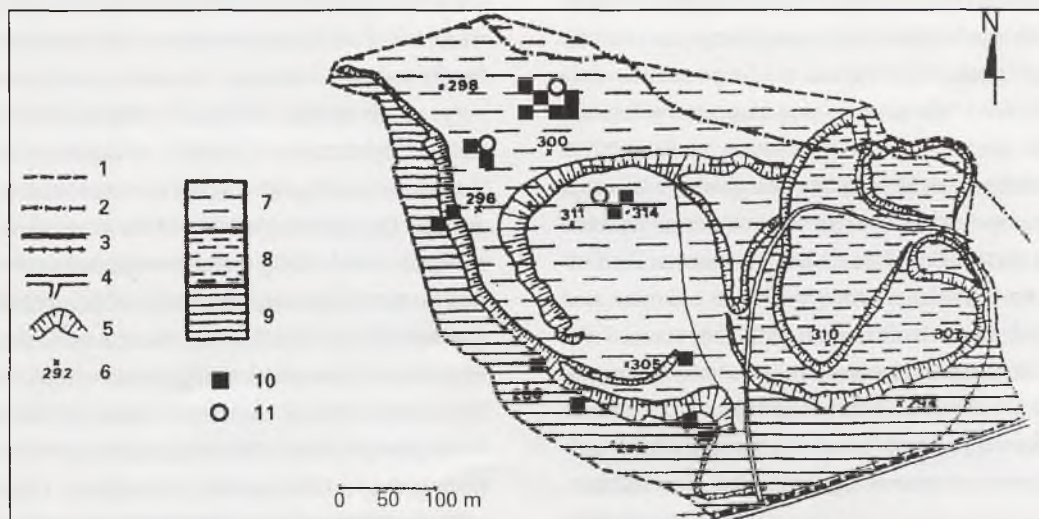
Natomiast *V. guestphalica*, określanej jako westfalski, fioletowy, bratek galmanowy lub galmanowy fiołek, może być nieco większy od poprzednio omówionego, tzn. może osiągać rozmiary 10-25(40) cm, łodygi ma na ogół nisko leżące, pełzające, na końcu łukowate, zagięte ku górze. Roślina ta, podobnie jak poprzednia, jest prawie nieowłosiona. Kwiaty są duże, efektowne, wielkości około 22-39 mm, umieszczone na długiej szypułce. Działki kielicha są małe 7-10 mm. Płatki korony daleko sięgają poza kielich. Barwa kwiatów jest zmienna, od koloru głęboko niebieskiego (niekiedy bladego) do czerwono-purpurowo-fioletowego. Znamię jest intensywnie żółte. Na bocznych i dolnym płatkach występuje rysunek czarnych, rozgałęziających się kreseczek. Ostroga długa (4,3-8 mm), cienka lub buławkowata, ustawiona prostopadle do szypułki kwiatowej (NAUENBURG 1986). Takson ten jest określany jako lokalny endemit, występuje na terenie Lichtenau-Blankenrode, południowo-wschodniego Paderborn w Westfalii w dwóch odrębnie zlokalizowanych populacjach. Obecnie tereny te są określane jako Naturschutzgebietes (MEYER 1995, WILHELM 1995).

Zawartość ołowiu i cynku na terenach zasiedlanych przez oba taksony jest bardzo duża (ERNST 1974, KINZEL 1992, SIMON 1975, WILHELM 1995). Jak podaje MEYER (1995) – na terenie Blankenrode („Bleikühlen”) – średnia zawartość ołowiu w „glebie” wynosi około 7%, a cynku 26%.

CHARAKTERYSTYKA ZWAŁOWISKA

Zwałowisko Zakładów Metalurgicznych „Silesia” jest zlokalizowane w północnej części Katowic, w dzielnicy Wełnowiec – około 2 km od centrum miasta. Od południa graniczy z ulicą Konduktorską, od strony zachodniej przylega do huty, natomiast od strony północnej i wschodniej styka się z nieużytkami położonymi wzdłuż granicy dwóch miast: Katowic i Siemianowic Śląskich.

Obecnie zwałowisko to zajmuje powierzchnię 25 ha, jego objętość to około 5 mln m³, a masa sięga 1,5 mln ton (ROEDER 1995). Jest to zwał nadpoziomowy, o charakterystycznej formie kopulasto-stołowej (forma odzwierciedla technikę usypywania hałdy). Jego wysokość sięga 25 m (288-314 m n.p.m.), zbocza są stosunkowo strome, o nachyleniu 40-45°. Na skarpach występują zagłębienia i rynny erozyjne (TOKARSKA-GUZIŁ i in. 1991). Teren hałdy został podzielony na obszary, różniące się czasem i techniką tworzenia, a co za tym idzie, zróżnicowaniem pH, składu roślinnego oraz zawartości metali ciężkich w podłożu (ryc.1). Największa koncentracja metali jest w starszych częściach hałdy, na terenach młodszych – mniejsza. Struktura hałdy jest niejednorodna. Materiał zwałowany stanowią: żużel z pieców muflowych, popiół, odpadki z pieców destylacyjnych i prażalniczych, jak również cegieł szamotowych. Zawartość metali ciężkich na terenie hałdy jest bardzo wysoka (tab.1) i niejednolita. Wartości pH oscylują od obojętnego do lekko alkalicznego (6,9-7,7) (ROEDER 1995).



Ryc. 1. Topografia hałdy pocynkowej w Katowicach-Wełnowcu (wg Tokarska-Guzik i in. 1991) oraz rozmieszczenie introdukowanych fiołków. 1 – granica zwałowiska; 2 – granica miasta; 3 – linie kolejowe; 4 – drogi; 5 – skarpy; 6 – wysokość n.p.m.; 7,8,9 – czas od zakończenia zwałowania (7 – 30 lat, 8 – 40-50 lat, 9 – ponad 60 lat); 10 – *Viola guestphalica* Nauenb.; 11 – *Viola calaminaria* (Ging.)Lej.

Fig. 1. Topography of the zinc spoil heap in Katowice-Wełnowiec (after Tokarska-Guzik et al. 1991) and location of introduced violet plant species. 1 – boundaries of the spoil heap; 2 – boundary of the city; 3 – railways; 4 – roads; 5 – slopes; 6 – altitude; 7,8,9 – parts of the heap with different time since finishing of building (7 – 30 years, 8 – 40-50 years, 9 – over 60 years); 10 – *Viola guestphalica* Nauenb.; 11 – *Viola calaminaria* (Ging.)Lej.

Tabela 1. Procentowy udział składników masy odpadowej (Roeder 1995).
Table 1. Percentage share of components of waste materials (Roeder 1995).

Skład masy odpadowej Composition of wastes	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Zn	Pb
Udział procentowy Percentage	32%	14%	11,6%	8%	4%	3,5%	0,4%

POCHODZENIE MATERIAŁU DO INTRODUKCJI

Nasiona *Viola calaminaria* i *Viola guestphalica* zostały pobrane ze stanowisk naturalnego występowania w Niemczech. Nasiona pierwszego taksonu pochodzą z populacji rozwijającej się na terenie Breiniger Berg niedaleko Aachen, natomiast drugiego – z okolic Blankenrode (JANAS i in. 2000). Materiał nasienny sprowadzono do Polski i zapoczątkowano hodowlę. Sadzonki o rozmiarach kilkunastu centymetrów przeniesiono wiosną 1996 roku na teren zwałowiska w Katowicach-Wełnowcu i do ogródka w Sosnowcu-Ostrowach Górniczych.

Na terenie zwałowiska powstało początkowo sześć stanowisk fioletowego fiołka westfalskiego i trzy stanowiska żółtego fiołka cynkowego. Nierówna liczba stanowisk była spowodowana ograniczoną ilością materiału introdukcyjnego, głównie *Viola calaminaria*, której przyrost był nieco wolniejszy od *Viola guestphalica*. Fiołki wysadzono w postaci niewielkich kęp (liczba pędów nadziemnych: 6-13) wraz z glebą, w której do tej pory rosły. Kolejnych wysadzeń dokonano w 1998 i 2001* roku. Stanowiska introdukowanych taksonów zlokalizowane są w różnych obszarach zwałowiska, część znajduje się na terenach starszego zwałowania (ponad 60 lat od zakończenia zwałowania) i dobrze porośniętych przez roślinność, pozostałą część na terenach młodszych (około 30 lat od zakończenia zwałowania) gdzie powoli wkraczają poszczególne gatunki roślin odpornych na wysokie stężenia metali. Powstałe na hałdzie stanowiska fiołków galmanowych są zróżnicowane również pod kątem warunków hydrologicznych, ekspozycji i wysokości na jakiej występują (różnica wysokości wynosi około 24 m). Od chwili introdukcji prowadzono szczegółowe pomiary morfologiczne fiołków galmanowych zarówno w ogródku, jak i na hałdzie. Część roślin z pierwotnej introdukcji (10 okazów) została wykorzystana w 1999 roku do analiz, w celu określenia zdolności akumulacyjnych fiołków.

* W roku 1999 Autorzy otrzymali zgodę Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa na introdukcję tych gatunków dla celów eksperymentalnych.

METODYKA BADAŃ

Pomiary biometryczne osobników introdukowanych gatunków prowadzone były zarówno na materiale świeżym, jak i na okazach zielnikowych (zasuszonych). W pobranych próbach glebowych oznaczono stężenie jonów wodorowych (pH) oraz zawartość metali ciężkich, takich jak cynk, ołów i kadm. W celu określenia stężenia jonów wodorowych (pH w H₂O) posłużono się metodą elektrometryczną. Pozyskane do analizy próby roślinne poddano procesowi mineralizacji na mokro w piecu mikrofalowym (MILESTONE typ MLS 120 Mega), glebę ługowano 10% roztworem kwasu azotowego na zimno (OSTROWSKA i in. 1991), a następnie posłużono się metodą płomieniową i kuwetową spektrometru absorpcji atomowej UNIKAM 939/959 w celu określenia zawartości metali ciężkich w roślinach i podłożu.

WYNIKI

Introdukowane na teren hałdy fiołki galmanowe *Viola guestphalica* i *Viola calaminaria* doskonale radziły sobie z ekstremalnymi warunkami panującymi na zwałowisku w Katowicach-Wełnowcu. Na podstawie szczegółowych obserwacji, można przypuszczać, iż introdukcja powiodła się. Rośliny były w dobrej kondycji – zielone, nie zaobserwowano chlorotycznych zmian na liściach. Kwiaty były duże – dobrze wykształcone, a pędy wykazywały znaczne przyrosty na długość – obserwowano wzrost liczby pędów. Okazało się jednak, iż nie wszystkie zawiązywane torebki były dobrze wykształcone – część nasion nie dojrzała, głównie u żółtego fiołka cynkowego. Stopień kiełkowania nasion był stosunkowo niski. Wokół stanowisk obu gatunków fiołków można było zaobserwować duże ilości mrówek. Początkowo *Viola guestphalica* i *Viola calaminaria* nie wykrczały poza glebę, z którą zostały wysadzone. Dopiero po roku zaczęły przerastać podłoże hałdy (gdzie stężenie metali ciężkich było bardzo wysokie, a odczyn gleby na ogół alkaliczny). Okres kwitnienia fiołków jest stosunkowo długi, aczkolwiek w porównaniu z hodowlą ogrodową, fiołki te nieco później rozpoczynają kwitnienie i wcześniej je kończą.

PORÓWNANIE OSOBNIKÓW ZE STANOWISK NATURALNEGO WYSTĘPOWANIA I MIEJSCA INTRODUKCJI (HAŁDY)

Stanowiska naturalnego występowania fiołków galmanowych i teren hałdy w Katowicach-Wełnowcu są stanowiskami o podobnie ekstremalnych warunkach – o dużym stężeniu metali ciężkich w podłożu. Dokonując obserwacji i badań biometrycznych stwierdzono szereg podobieństw pomiędzy osobnikami analizowanych taksonów zasiedlających tereny Niemiec i nasadzone w Polsce.

U *Viola calaminaria*, oprócz cech generatywnych (m.in. długość, szerokość płatków korony, wielkość ostrogi) istnieje szereg cech organów wegetatywnych, jak: wysokość rośliny, minimalna długość międzywęźli, długość łatek przylistków, długość liścia oraz ilość kwiatów na osobniku, które wykazują podobieństwo prawie w 100%.

Istotne znaczenie mają również takie cechy, jak: długość szypułki kwiatowej, długość ogonka liściowego oraz ułożenie łodygi, jednakże nie wykazują one tak dużego stopnia podobieństwa jak wcześniej wspomniane. Niewielkie różnice występują pomiędzy niemieckimi a introdukowanymi na teren katowickiego zwałowiska osobnikami *Viola calaminaria* – głównie w zabarwieniu ostrogi i kolorze łodygi.

U *Viola guestphalica* ujawniają się nieznaczne różnice – np. wysokość rośliny, czy długość międzywęźli. Jednakże pozostałe analizowane cechy wskazują na duże podobieństwo między badanymi populacjami, głównie takich cech, jak: długość i szerokość liścia, długość łatek przylistków, długość i szerokość płatka dolnego korony kwiatu oraz ilość kwiatów na osobniku. Nieco mniejsze znaczenie ma wielkość korony kwiatu i długość ogonka liściowego.

Trzeba dodać, że osobniki ze stanowisk naturalnego występowania wykazują większą zmienność, niż osobniki introdukowane na teren hałdy pocynkowej. Przykładem jest zabarwienie płatków korony u *Viola calaminaria*. Na terenie Breiniger Berg można odnaleźć osobniki o koronie żółtej z fioletowymi nabiegłościami, natomiast na terenie hałdy znajdują się osobniki wyłącznie o żółtym zabarwieniu korony; podobnie jest z kolorem ostrogi. Wysoki stopień podobieństwa osobników z populacji niemieckich i katowickich świadczyć o udanym procesie wprowadzenia omawianych taksonów na teren zwałowiska pocynkowego.

Stosunkowo duże różnice ujawniły się przy porównaniu osobników z terenu hałdy w Katowicach-Wełnowcu i ogródka w Sosnowcu-Ostrowach Górnich. Oba stanowiska diametralnie różnią się od siebie pod

względem rodzaju podłoża. Na hałdzie występują bardzo wysokie stężenia metali ciężkich (m.in. cynku, ołowiu, kadmu) i niewielkie ilości substancji organicznych, dostępność makro- i mikroelementów jest ograniczona, pH podłoża jest zasadowe a ilość dostępnej wody jest stosunkowo mała. Różnice pomiędzy osobnikami z tych stanowisk są znaczne. Większość cech organów wegetatywnych, jak: wysokość rośliny, minimalna długość międzywęźli, ilość kwiatów na osobniku czy długość łatek przylistków wykazują u *Viola guestphalica* różnice od 60% do ponad 90%, natomiast u *Viola calaminaria* różnice te są nieco mniejsze. Można również dostrzec różnice w zabarwieniu niektórych części roślin oraz kształcie poszczególnych elementów analizowanych okazów. Oprócz cech wykazujących duże różnice u osobników taksonów zasiedlających odmienne siedliska, występują też cechy niezmiennie – są to cechy związane z organami generatywnymi. Do takich cech u *Viola guestphalica* należy m.in. długość działek kielicha oraz kształt i sposób zagięcia ostrogi. Z kolei u *Viola calaminaria* – szerokość płatka bocznego korony, długość ostrogi i zabarwienie gardzieli kwiatów. Jak widać, duży wpływ na zróżnicowanie morfologiczne u badanych taksonów mają warunki siedliskowe.

ZDOLNOŚĆ DO AKUMULACJI METALI CIĘŻKICH U *VIOLA CALAMINARIA* I *VIOLA GUESTPHALICA* Z TERENU ZWAŁOWISKA I KULTURY OGRODOWEJ

Do badania zdolności akumulacyjnych posłużyły fiołki introdukowane na hałdę w Katowicach-Wełnowcu oraz egzemplarze hodowane w ogródku. Analizie poddano glebę oraz materiał roślinny, który podzielono na część nadziemną i korzeń. Podłoże z hałdy w zasadniczy sposób różniło się od gleby ogrodowej. Zawartość metali w glebie z obszaru zwałowiska była zróżnicowana, wielokrotnie przekraczała wartość oznaczoną w glebie ogrodowej; np. koncentracja cynku, ołowiu w podłożu z hałdy była prawie 60-krotnie większa od koncentracji tych metali w glebie ogrodowej, natomiast kadmu – około 100-krotnie. Różnice w odczynie podłoża nie były aż tak drastyczne i na terenie ogródka pH gleby wahało się w granicach 7,01-7,20, natomiast na terenie hałdy od 6,88 do 7,65.

Podłoże z hałdy, na którym wzrastał *Viola calaminaria*, zawierało średnio 4000 mg/kg s.m. cynku, choć zdarzały się miejsca gdzie wartość ta dochodziła do około 6000 mg/kg s.m. W takich warunkach żółty fiołek cynkowy gromadził duże ilości tego metalu

w części nadziemnej, natomiast w korzeniu znacznie mniej (ryc. 2). Podłoże związane z *Viola guestphalica* zawierało jeszcze większą ilość Zn – średnio 5500 mg/kg s.m., jednak fiołek ten skumulował w części nadziemnej 3-krotnie mniej, a w korzeniu 2-krotnie mniej cynku, niż *Viola calaminaria* (ryc. 2).

Tendencja większej kumulacji cynku w części nadziemnej została zaburzona przy niskim stężeniu tego pierwiastka w glebie (gleba ogrodowa). Zaistniała sytuacja odwrotna – organem kumulującym duże ilości cynku stał się korzeń. Zaskakujące było to, iż koncentracja tego metalu w korzeniach obu gatunków i części nadziemnej *Viola calaminaria* była większa niż w glebie (ryc. 2).

Podłoże z hałdy charakteryzowało się również bardzo dużą zawartością ołowiu, sięgając średnio 2000-3000 mg/kg s.m. Przy takiej koncentracji tego metalu u *Viola calaminaria* organem kumulującym największe ilości tego pierwiastka była część nadziemna, natomiast u *Viola guestphalica* – korzenie. Ilość ołowiu skumulowana w korzeniu przez fiołka westfalskiego była 5-krotnie większa, niż u żółtego fiołka cynkowego (ryc. 3). Na glebie ogrodowej – przy stosunkowo niskiej koncentracji ołowiu w podłożu – tylko niewielka część Pb przedostała się do tkanek roślinnych. U fiołka cynkowego w korzeniu było około 2-krotnie więcej tego metalu niż w części nadziem-

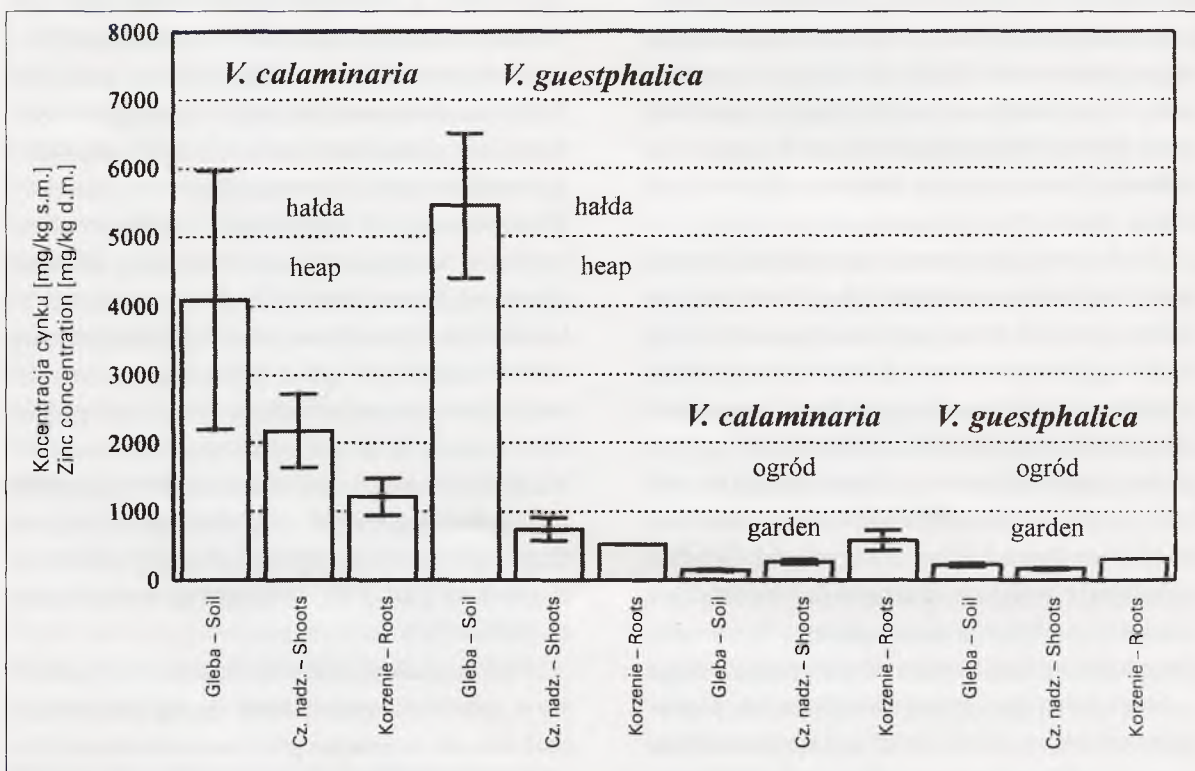
nej, natomiast u fiołka westfalskiego zawartość ołowiu w korzeniach i częściach nadziemnych była porównywalna i stosunkowo nieduża (około 2-3 mg/kg s.m.) (ryc. 3).

Przy wysokich stężeniach kadmu w podłożu u *Viola calaminaria* utrzymuje się tendencja do gromadzenia w tego metalu w łodygach i liściach, a znacznie mniej jest go w korzeniach. U drugiego z analizowanych gatunków przeważa kumulacja w części podziemnej. Stosunkowo niskie stężenie kadmu w glebie (około 100-krotnie mniejsze, niż na hałdzie) powoduje, iż organem kumulującym jest korzeń, a zawartość tego metalu w tkankach prze- wyższa wartość oznaczoną w glebie (ryc. 4).

DYSKUSJA WYNIKÓW

Fiołki galmanowe – *Viola calaminaria* i *Viola guestphalica* – ze względu na zasiedlane przez nie tereny należą do interesujących roślin. Występują one na obszarach o bardzo wysokich stężeniach metali ciężkich (głównie cynku i ołowiu), gdzie większość roślin nie może prawidłowo rozwijać się i rozmnażać. Rośliny te doskonale przystosowały się do ekstremalnych (ze względu na dużą toksyczność metali) warunków, dlatego stały się obiektem wielu badań i prac dotyczących roślin metalolubnych – o wysokiej tolerancji na metale ciężkie.

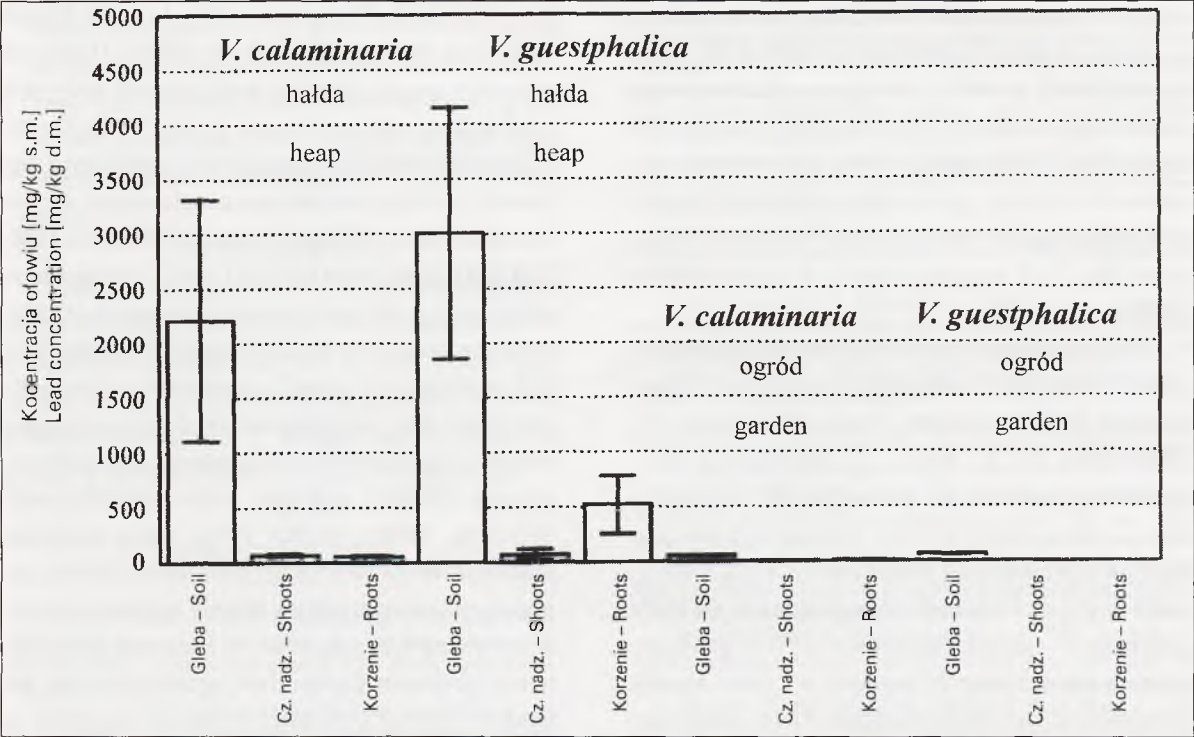
SCHWICKERATH (1944) oszacował zawartość



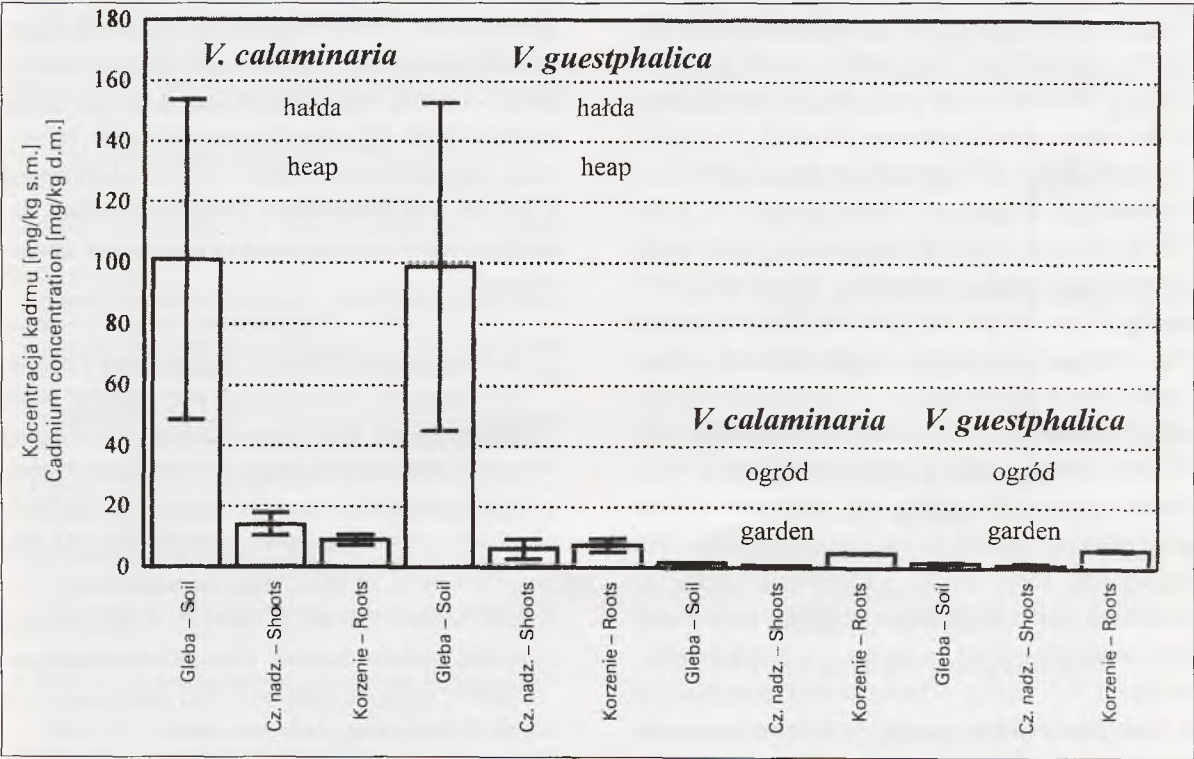
Ryc. 2. Zawartość cynku w glebie i materiale roślinnym. Dane uśrednione $\pm$ SE (n = 3).
Fig. 2. Concentration of zinc in soil and plants material. Data are means $\pm$ SE (n = 3). Shoots – the whole above-ground part of plant.

Zn i Pb w glebie na obszarze Breiniger Berg na 0,45-4,22% cynku i 0,73-1,29% ołowiu. Rosnąca na tych terenach *Viola calaminaria* zawierała 4,28% tlenku cynku w suchej masie roślin (SCHWICKERATH 1944). Późniejsze badania przyniosły nieco inne dane,

dotyczące zawartości metali w podłożu i tkankach fiołków galmanowych. I tak ERNST (1974) donosi, iż na terenie Blankenrode zawartość Zn w podłożu wynosi 90200 mg/kg, a zawartość ołowiu 2800 mg/kg. SIMON (1975, 1978), badając tereny Plombiers i Brei-



Ryc. 3. Zawartość ołowiu w glebie i materiale roślinnym. Dane uśrednione ± SE (n = 3).
Fig. 3. Concentration of lead in soil and plants material. Date are means ± SE (n = 3). Shoots - the whole above-ground part of plant.



Ryc. 4. Zawartość kadmu w glebie i materiale roślinnym. Dane uśrednione ± SE (n = 3).
Fig. 4. Concentration of cadmium in soil and plants material. Date are means ± SE (n = 3). Shoots - the whole above-ground part of plant.

nig, określił stężenie Zn w glebie na 8010-29087 mg/kg (Plombiers) i 41275 (Breinig). Natomiast zawartość Pb wynosiła odpowiednio 3158-35833 mg/kg i 10269 mg/kg. Cechą różniącą te dwa stanowiska była duża zawartość węglanu wapnia w glebie na terenie Breinig, co wiązać można z podwyższeniem pH i zmniejszeniem toksyczności metali ciężkich w glebie (KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993; WIERZBICKA 1995). Na terenie katowickiego zwałowiska w podłożu oznaczono maksymalnie 6699 mg/kg cynku i 4434 mg/kg ołowiu. Są to wartości stosunkowo niskie w porównaniu z danymi literaturowymi, jednakże trzeba zwrócić uwagę na bardzo niewielką ilość węglanu wapnia w analizowanym podłożu.

Badania roślin z Plombier pod kątem akumulacji metali dostarczyły następujących wyników: w zbiorowisku dobrze wykształconym – 51,8 mg/kg Pb, 1500 mg/kg Zn, 2,2 mg/kg Cd, natomiast w zbiorowiskach pionierskich – 117 mg/kg Pb, 2425 mg/kg Zn i 2,2 mg/kg Cd (wszystkie wartości są podawane dla *Viola calaminaria*). Natomiast KINZEL (1992), który w swych badaniach zajmował się m.in. *Viola calaminaria* – gatunkiem określanym jako indykator terenów metalonośnych, bogatych w cynk – określa zawartość cynku i ołowiu w liściach *Viola calaminaria* odpowiednio: 581,8 mg/kg Zn i 39,4 mg/kg Pb w suchej masie. Badania prowadzone przez MEYER (1995) na terenie Blankenrode wykazały, że średnia zawartość Zn u *Viola guestphalica* wynosiła 1608-2001 mg/kg s.m. Najwięcej tego metalu zawarte jest w liściach, a 4-krotnie mniej w łodydze i kwiatach. Natomiast nowsze dane literaturowe (BAKER, WALKER 1989; BROOKS 1998) donoszą, że *Viola calaminaria* występująca na obszarze Niemiec należy do grupy roślin zwanych hyperakumulatorami, które mogą gromadzić w części nadziemnej więcej niż 10000 mg/kg Zn bez żadnych skutków toksycznego działania tego metalu. Na podstawie badań własnych i dużej części danych literaturowych nie stwierdzono tak wysokich koncentracji cynku u fiołków galmanowych. Najwyższa wartość cynku w części nadziemnej u *Viola calaminaria* to 3260 mg/kg s.m., natomiast u *Viola guestphalica* wartość ta jest niższa i wynosi 1038 mg/kg s.m. Jeżeli chodzi o kumulację ołowiu, to u żółtego fiołka cynkowego w części nadziemnej było maksymalnie 84,16 mg/kg, a u fiołka westfalskiego 175,3 mg/kg. Trzeba jednak pamiętać, iż u *Viola guestphalica* organem, w którym oznaczono największe ilości Pb (981,5 mg/kg), był korzeń. Takie zachowanie jest typowe dla roślin nie będących hyper-

akumulatorami – ołów gromadzony jest w korzeniach, a tylko niewielka część przedostaje się do części nadziemnych (BURZYŃSKI 1987; MICHALAK, WIERZBICKA 1998; MAŁKOWSKI i in. 2002).

Tak wysokie koncentracje metali ciężkich działają w sposób toksyczny na większość roślin (KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993; MARSCHNER 1995; SAS-NOWOSIELSKA i in. 2000). U badanych taksonów muszą sprawnie funkcjonować wszystkie mechanizmy zabezpieczające je przed szkodliwym działaniem metali występujących w tak dużych stężeniach. Rośliny akumulujące metale ciężkie zwykle charakteryzują się dużą tolerancją (WÓJCIK, TUKENDORF 1995; ROSTAŃSKI 1997). Pociąga to za sobą konieczność uruchamiania wewnątrzkomórkowych mechanizmów detoksyfikujących metale. W takich przypadkach „koszt” wytworzenia odporności jest często duży, co przejawia się słabszym tempem wzrostu i niższą produkcją biomasy u roślin tolerancyjnych (ERNST, JOOSSE VAN DAMME 1989; WÓJCIK, TUKENDORF 1995). Taką zależność można zaobserwować przy porównaniu fiołków galmanowych rosnących na terenie ogródka i hałdy (z pewnością duże znaczenie ma zasobność gleby, jednakże głównym czynnikiem ograniczającym jest bardzo wysoka koncentracja metali ciężkich na hałdzie).

Na podstawie dokonanych analiz, możliwe było określenie właściwości introdukowanych fiołków galmanowych, które okazują się być przydatne w procesach rekultywacji. Na terenach zdegradowanych pełnią one rolę roślinności pionierskiej, inicjującej procesy glebotwórcze oraz przeciwerozyjne, ograniczają wypłukiwanie składników (często toksycznych) z gleb do wód gruntowych. Mogą być cennym elementem dekoracyjnym na rekultywowanych zwałowiskach.

WNIOSKI

1. Na podstawie szczegółowych obserwacji i pomiarów organów introdukowanych fiołków *Viola calaminaria* i *Viola guestphalica*, stwierdzono duże podobieństwo pomiędzy osobnikami populacji niemieckich i introdukowanymi na teren hałdy pocynkowej w Katowicach-Wełnowcu. Można wnioskować, że introdukcja powiodła się.
2. Analizowane gatunki są dobrymi akumulatorami cynku, ołowiu i kadmu. W swych tkankach gromadziły wysokie stężenia metali bez widocznych oznak toksycznego ich działania.
3. Na podstawie analizowanych właściwości można stwierdzić, iż introdukowane gatunki fiołków gal-

manowych są odporne na działanie metali ciężkich i nadają się do rekultywacji terenów skażonych jako organizmy pionierskie, przeciwdziałające erozji i ograniczające wypłukiwanie toksycznych składników do gleb gruntowych.

4. Na podstawie ciągłych obserwacji stwierdza się, iż *Viola calaminaria* i *Viola guestphalica* nie należą do gatunków ekspansywnych i nie stanowią zagrożenia dla rodzimej flory, natomiast same są narażone na wyginięcie ze względu na zbyt duże zainteresowanie działkowiczów i osób postronnych.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują Panu prof. H. Bothe za udostępnienie materiału badawczego i cenne wskazówki, dr. S. Sokołowi za wprowadzenie w świat fiołków galmanowych, dr. E. Małkowskiemu za cenne wskazówki metodyczne oraz dr. P. Krupie i mgr E. Donicy za pomoc w przeprowadzeniu analiz chemicznych.

PIŚMIENNICTWO

- Baker A., Walker P. 1989. Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants, p.: 155-178. In: Shaw A. (Ed.) *Heavy metal tolerance in plants: Evolutionary aspects*. CRS Press, Boca Raton, Florida.
- Brooks R. 1998. *Geobotany and Hyperaccumulators*, p.: 55-94. In: Brooks R. (Ed.) *Plants that hyperaccumulate heavy metals*. CAB International, New York, pp. 360.
- Burzyński M. 1987. The uptake and transpiration of water and the accumulation of lead by plants growing on lead chloride solutions. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 56: 271-280.
- Ernst W. 1974. *Schwermetallvegetation der Erde*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, pp. 194.
- Ernst W. 1990. Mine vegetation in Europe, p.: 21-35. In: Shaw A. (Ed.) *Heavy metal tolerance in plants: Evolutionary aspects*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Ernst W., Joosse-van Damme E. 1989. *Zanieczyszczenie środowiska substancjami mineralnymi*. PWRiL, Warszawa, ss. 1-29, 178-209.
- Janas L., Jędrzejczyk M., Rostański A., Sokół S. 2000. Fiołek westfalski i fiołek cynkowy na hałdzie w Wetnowcu. *Przyroda Górnego Śląska*, 19: 10. Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Katowice.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa, ss. 364.
- Kinzel H. 1992. *Schwermetallpflanzen*, s.: 451-472. In: Kinzel H. (Ed.) *Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel*, 7. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Lambinon J., Auquier P. 1963. *La flore et la vegetation des terrains calaminaires de la Wallonie septentrionale et de la Rhénanie aixoise. Types chorologiques et groupes ecologiques*. *Natura Mosana*, 16(4): 113-131.
- Małkowski E., Kita A., Galas W., Karcz W., Kuperberg J. M. 2002. Lead distribution in corn seedling (*Zea mays* L.) and its effect on the growth and the concentrations of potassium and calcium. *Plant Growth Regul.* (in press).
- Marschner H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press Ltd., London, pp. 889.
- Meyer J. 1995. *Verteilung von Schwermetallen in Pflanzen und im Boden des Naturschutzgebietes „Waldwiese im Wüschebachtal“*. Diplomarbeit (MSc), Univ. Münster, Münster.
- Meusel H., Jäger E., Rauschert S., Weinert E. 1978. *Vergleichende Chorologie der zentral-europäischen Flora*. Bd. 2, Karten Bd. 2. Fischer Verlag, Jena, ss. 421.
- Michalak E., Wierzbicka M. 1998. Differences in lead tolerance between *Allium cepa* plants developing from seeds and bulbs. *Plant and Soil*, 199: 251-260.
- Nauenburg J. 1986. *Untersuchungen zur Variabilität, Ökologie und Systematik der Viola tricolor – Gruppe in Mitteleuropa*. PhD. dissertation, Univ. Göttingen, Göttingen.
- Oberdorfer E. 1994. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ss. 1050.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. 1991. *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. Katalog. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, ss. 334.
- Rocznik Statystyczny. 1998. GUS, Warszawa, ss. 691.
- Roeder A. 1995. *Ein Garten für Kattowitz. Nachnutzung von Industriebrachen am Beispiel der Hohenlohe-Zinkhütte (Zakłady Metalurgiczne Silesia) in Katowice-Wetnowiec*. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Landschaftsarchitektur und Planung der TU München-Weihenstephan. Freising, pp. 59.
- Rostański A. 1997. *Zawartość metali ciężkich w glebie i roślinach z otoczenia niektórych emitorów zanieczyszczeń na Górnym Śląsku*. *Arch. Ochr. Środ.*, 23(3-4): 181-189.
- Rothmaler W. 1996. *Exkursionsflora von Deutschland*. Bd. 2. *Gefäßpflanzen: Grundband*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, ss. 640.
- Sas-Nowosielska A., Kucharski R., Małkowski E., Nowosielski O., Pogrzeba M. 2000. Zinc plant toxicity in process of lead and cadmium phytoextraction. *Ochr. Środ. i Zasob. Natur.*, 20: 35-39.
- Schwickerath M. 1944. *Das Hohe Venn und seine Rangebiete*. Fischer Verlag, Jena, ss. 172-178.
- Senghas K., Seybold S. 1993. *Schmeil Fitch Flora von Deutschland und angrenzender Länder*. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg – Wiesbaden, pp. 802.
- Simon E. 1975. La dynamique de la vegetation de quelques sites metalliferes dans les facteurs edaphiques. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 108: 237-286.
- Simon E. 1978. Heavy metal in soils, vegetation development and heavy metal tolerance in plant populations from metalliferous areas. *The New Phytologist*, 81: 175-188.
- Tokarska-Guzik B., Rostański A., Klotz S. 1991. Roślinność hałdy pocynkowej w Katowicach-Wetnowcu. *Acta Biol. Siles.*, 19 (36): 94-102.
- Valentine D., Merxmüller H., Schmidt A. 1968. *Viola*, p.: 270-282. In: Tutin E. et al. (Eds.) *Flora Europaea* vol. 2. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 455.
- Wilhelm M. 1995. *Untersuchungen zur Ökologie von Viola guestphalica Nauenb.: Vergesellschaftung und Struktur der Vegetation*. Diplomarbeit. (MSc), Univ. Münster, Münster.
- Wisskirchen R., Haeupler H. 1998. *Standardliste der Farn- und Blumenpflanzen Deutschlands*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, ss. 765.
- Wójcik A., Tukendorf A. 1995. Strategie unikania stresu w odporności roślin na metale ciężkie. *Wiad. bot.*, 39(3/4): 33-40.

ZINC SPOIL HEAP – A HABITAT FOR INTRODUCED TAXA *VIOLA GUESTPHALICA* NAUENB. AND *VIOLA CALAMINARIA* (GING.) LEJ.

MONIKA JĘDRZEJCZYK,
ADAM ROSTAŃSKI

University of Silesia
Department of Plant Systematics
Jagiellońska 28, PL 40 - 032 Katowice

(received 15 November 2001,
accepted 14 December 2001)

ABSTRACT

Viola guestphalica and *Viola calaminaria* live in extreme habitats (on sites with very high concentra-

tions of heavy metals in the soil) in Germany, Belgium and Holland. The calamine flowers were introduced onto the zinc spoil heap in Katowice-Wełnowiec. The investigated taxa were proven to be good accumulators, they accumulated high doses of metals without any symptoms of their toxic effect. The calamine violets are an interesting object of ecological and physiological research.

KEY WORDS: *Viola calaminaria* (Ging.) Lej., *Viola guestphalica* Nauenb., zinc, lead, cadmium, introduction

SUMMARY

Viola guestphalica Nauenb. and *Viola calaminaria* (Ging.) Lej. are calamine species hitherto not reported from Poland. Their natural localities (in extreme habitats – on sites with very high concentrations of heavy metals in the soil) are found in Germany, Belgium and Holland. Within the territory of Upper Silesian Industrial Region industrial activity led to the appearance of numerous spoil heaps, including those derived from zinc ore mining activities. They constitute a large environmental burden due to their toxicity caused by a high concentration of zinc, lead and cadmium. Land reclamation on these sites requires plant species that are resistant to the action of the above-mentioned metals.

The calamine flowers were introduced onto the zinc spoil heap in Katowice-Wełnowiec. The Polish population of violets shows only slight deviation in biometrical characteristics in comparison with the German populations, attesting to the success of the introduction. The investigated taxa were proven to be good accumulators, they accumulated high doses of metals without any symptoms of their toxic effect. The calamine violets are an interesting object of ecological and physiological research while at the same time forming a colourful feature on the grey spoil heaps of Silesia.



CHAMAENERION PALUSTRE SCOP. AS A FREQUENT APOPHYTE IN PLANT COMMUNITIES OF POST-INDUSTRIAL WASTE SITES

GABRIELA WOŹNIAK*, ADAM ROSTAŃSKI**

University of Silesia

*Department of Geobotany and Nature Protection

**Department of Plant Systematics, Faculty of Biology and Environmental Protection
Jagiellońska 28, PL - 40 - 032 Katowice

(received 15 November 2001, accepted 14 December 2001)

Reviewer: Ryszard Ciepał

ABSTRACT

Some of the post-industrial wastes provide new unusual habitats, which can be colonised in large number by such species like apophyte – *Chamaenerion palustre* SCOP.

The paper shows the results of floristic-phytosociological study on *Chamaenerion palustre* on selected post-industrial (coal mine) waste sites: heaps and sedimentation pools, and its role in plant cover creation on these sites.

KEY WORDS: *post-industrial waste sites, plant communities, apophytisation, Chamaenerion palustre*

SUMMARY

The industry sites regardless of any reclamation carried out undergo natural processes such as succession, which is the result of ecology in its basic meaning - the interrelationship between living organisms and their immediate habitat (e.g. post-industrial wastes). The biological diversity (number of species, and number of plant assemblages and communities) reflects the micro-variety of the specific habitat. Some of the post-industrial wastes provide new unusual habitats, which can be colonised by such species like apophyte - *Chamaenerion palustre* SCOP.

The paper shows the results of floristic-phytosociological study on *Chamaenerion palustre* on selected post-industrial (coalmine) waste sites: heaps and sedimentation pools, and its role in plant cover creation on these sites. Apart from the distribution map of *Chamaenerion palustre* and records of the observed expansion, the plant communities with remarkable and abundant participation of *Chamaenerion palustre* were listed. The distribution of this species in Poland is shown in Fig.1.

The collected vegetation records all with abundant participation of *Chamaenerion palustre* were divided into three phytosociological tables. The division was based on the physiognomy, plant species composition and the structure of the vegetation patches. The pioneer vegetation with *Chamaenerion palustre* as a dominant is presented in Table 1. The initial stage is described by two subgroups of relevés. The first group can be characterised by the presence of such species as: *Myricaria germanica*, *Chenopodium botrys*, *Chenopodium glaucum* and

Diplotaxis muralis. The second group is distinguished by the presence of such species as: *Oenothera biennis*, *Scleranthus annuus*, *Polygonum aviculare*, *Polygonum amphibium*, *Inula conyza*, *Arenaria serpyllifolia* and *Chaenorhinum minus*. In the other group of the investigated patches, *Chamaenerion palustre* was accompanied by meadow species. The collected and analysed vegetation records were divided into two groups. The first group can be indicated by presence of such meadow species as: *Cerastium vulgatum*, *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata* and *Leontodon hispidus*. The second group can be indicated by more frequent participation of species, considered as characteristic for the order *Arrhenatheretalia*. The third group of *Chamaenerion palustre* rich vegetation patches, with a high participation of ruderal species, is presented in Table 3. The collected vegetation records were divided into three subgroups. The first one was characterised by a frequent presence of species such as *Chamomilla suaveolens*, *Triplerospermum inodorum*, *Stellaria media*, *Echinochloa crus-galli*, *Sonchus arvensis*, *Lepidium ruderales* and *Conyza canadensis*. The second distinguished subgroup of relevés is characterised by species such as: *Tanacetum vulgare*, *Cirsium vulgare*, *Artemisia vulgaris* and *Melandrium album*. The third subgroup (four relevés) is a “typical one” without any indicating species.

INTRODUCTION

The industrial wastelands are the typical elements of the landscape of all the industrialised regions in Europe. On the one hand, industrial activity have changed or even destroyed the natural plant cover and land relief but on the other hand new unusual habitats have been created. The industry sites regardless of any reclamation carried out undergo natural process (succession), which is the result of ecology in its basic meaning – the interrelationship between living organisms and their immediate habitat (e.g. industrial wasteland). The biological diversity (number of species, and number of plant assemblages) reflects the micro-variety of the specific habitat. The multivariate conditions at the restoration sites are the obvious but unfortunately very complex factor of wasteland reclamation. There are some papers describing flora or vegetation of single or few post-industrial wasteland sites (pit-coal mining heaps (CABAŁA, SYPIEŃ 1987; CABAŁA, JARZĄBEK 1999a, b; JOCHIMSEN 1991; JOCHIMSEN et al. 1995; PATRZĄLEK 2000; PATRZĄLEK, ROSTAŃSKI 1992; ROSTAŃSKI 1991, 1996, 1997b, 1998a,b, 2000a, 2000b, 2000c, 2001; ROSTAŃSKI, TRUEMAN 2001), iron and non-ferrous metallurgy heaps (ROSTAŃSKI 1997a, 1998b), brown coal mining sedimentation pools (BALCERKIEWICZ, PAWLAK 1990, 1991; KRZAKLEWSKI 1979), sand pits (CZYŁOK, RAHMANOW 1996; KOMPALA 1997; SZWEDO et al. 1995) uranium sedimentation pools (SÄNGER 1995), and coal-mine sedimentation pools (WOŹNIAK 1998a, b, 2000, 2001; WOŹNIAK, KOMPALA 2000, 20001), Solvay process tips (COHN et al. 2001; TRZCIŃSKA-TACIK 1966; WILKOŃ-MICHALSKA, SOKÓŁ 1968).

There is a need to collect a lot of biological data in order to get the knowledge how to manage the wasteland. For some sites it is possible to consider them as bare mineral land exposed to colonisation (similar to a site of natural retreat of glaciers). In such cases the biological potential is of crucial importance in the recovery after natural disasters, so for such purposes like re-establishment of self-sustaining, functioning ecosystems in restorations. This biological potential is often referred to – as biodiversity of a system. This diversity is expressed in the number and abundance of species of all “ecological type” within a particular functional unit. Despite of the need of comprehensive investigation on the spontaneous vegetation of post-industrial waste sites as a whole, it is also important to study the occurrence, abundance and frequency of some single species. One of such interesting species is *Chamaenerion palustre* SCOP.

The aim of this paper is to present the plant species composition in which *Chamaenerion palustre* occurs on coal mine post-industrial waste sites (heaps and sedimentation pools); to analyse the role of this species in the process of colonisation of open areas and in establishing successive plant communities.

METHODS

The investigation have been carried out since the 90-ties. The flora of different post-industrial sites of GOP (The Upper Silesia Industrial Region) was mapped. A special attention was paid to *Chamaenerion palustre*. Apart from its distribution and records of the observed expansion, the plant communities with remarkable and abundant participation of *Chamaenerion palustre* were recorded. The phytosociological investigations were carried out for six years on

two kinds of post-industrial sites: coal-mine heaps (only on its flat parts) and coal mining water deposition (sedimentation) pools. Both of the sites are differentiated in terms of moisture conditions but both are covered with a mineral soil substratum. The phytosociological relevés (BRAUN-BLANQUET 1964) were done in order to document the "*Chamaenerion palustre*" plant communities' occurrence. The classification of plant communities was based on characteristic combination of species. The relevés were arranged in tables according to MATUSZKIEWICZ (1984) – "A guidebook for recognition of Polish plant communities". The Latin names of plants were used according to MIREK et al. (1995).

For the presented paper it is important to understand the specific characteristics of the investigated sites. Coal mine sedimentation pools: the coal mine underground water sedimentation pools are flat areas where the underground water (sometimes from a depth of 1000 m) together with the coal dust and significant amounts of mineral components is deposited. After sedimentation, water is pumped out to rivers. The surface of the sedimentation pool gradually dries out and plants start to colonise it. Sedimentation pools provide wide variety of microsites (especially in respect to the moisture conditions). The surface of a pool can be flooded, muddy and dry in different parts. Each working coalmine needs at least one such a pool. The sites are located over the large area including: Silesian Upland, Rybnik Plateau, and Oświęcim-ska Valley. The geographic expansion results in differentiation in the material deposited in the pools (e.g. salt content, mechanical structure) and consequently in different pathways of succession (WOŻNIAK 1992). Coal mine heaps are generally over-ground artificial hills. The sites observed differ in age, nature of deposited waste material and intensity of reclamation.

CHARACTERISTIC OF *CHAMAENERION PALUSTRE* AND ITS DISTRIBUTION IN THE REGION OF UPPER SILESIA

In the literature many synonyms are used: *Chamaenerion palustre* SCOP. (SZAFER et al. 1986, MATUSZKIEWICZ 1984, MIREK et al. 1995), *Epilobium dodonaei* VILL. (ELLENBERG et al. 1992, RUTKOWSKI 1998), *Chamaenerion angustissimum* (WEBER) SOSN. (TACIK 1959), *Epilobium rosmarinifolium* HAENKE and others. It is difficult to find the proper Latin name of this species. The name – *Chamaenerion palustre* SCOP., used by the authors of "Checklist of Polish Flora" (MIREK et al. 1995),

is considered as the proper one.

Chamaenerion palustre is a perennial herb or a small shrub, with strongly branched rootstock and with long flagella. Stems are erect, to 1 m high, with many leafy dwarf shoots. Leaves are narrow (5 mm wide), with an acute ending, sessile or almost sessile. Flower are slightly crest, oblique situated on the sprout. Flowers are of about 2,5-3 cm of diameter. The calyx sepals are pubescent and the calyx lobes are bright rose, 2-3 longer than wide and round at the top; 8 stamens. Carpe (low) with a stigma divided into 4 parts. The fruit is a dehiscent capsule. Seeds are tiny, light can be easily removed by the wind. The plant is flowering in summer (after TACIK 1959)

Chamaenerion palustre in natural (not changed) habitat conditions occurs on higher parts of mountain river embankments on gravel, screes and stony mountain slopes. MATUSZKIEWICZ (1984) classifies *Chamaenerion palustre* to pioneer plant communities of moving (not consolidated), slide-rocks of the mountain parts of river valleys (Class *Thlaspietia rotundifolia* BR.-BL. & AL. 1948, Order *Epilobietalia fleischeri* MOOR 1958). This species occurs in mountains of the whole Europe and in the surrounding areas (the Alps, the Carpathians, and the Apennines). In Poland this species occurs in the lower parts of the Western Carpathians and the Sudety Mountains (Fig. 1). This species occurs quite frequently, relatively far from the mountains, on anthropogenic, secondary habitats. This species can be observed on heaps, stony wastelands, and railway embankments. In the literature it is possible to find more and more records about the occurrence of *Chamaenerion palustre* on strongly disturbed anthropogenic habitats. The following habitats are mentioned: post-industrial wastelands, railways, coal-mine heaps, sedimentation pools or even toxic lead zinc heaps (SENDEK 1984; CABALA, SYPIEŃ 1987; TOKARSKA-GUZIŁ et al. 1991; WIKĄ, SENDEK 1993; ROSTAŃSKI 2000a, b, c; WOŻNIAK 1998a, b, 2000, 2001).

Chamaenerion palustre is a heliophilous plant species ($L = 9$), which prefers habitats of low and medium moisture ($F = 4$), base rich soils ($R = 9$) and with relatively low humus content ($N = 2$) (according to ELLENBERG et al. 1992). In Poland *Chamaenerion palustre* is considered as an expansive plant species ($E = +2$) (according to ZARZYCKI 1984).

Apart from its natural habitats the presence of *Chamaenerion palustre* was already recorded in the flora of Upper Silesia Region:

- SENDEK (1981, 1984) has recorded *Chamaenerion*

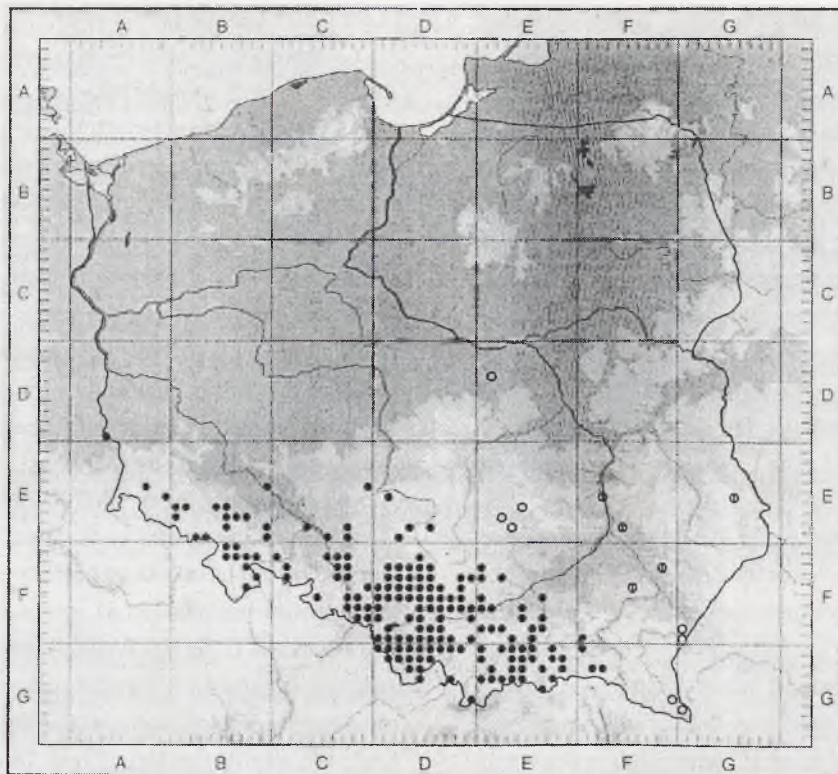


Fig. 1. Distribution map of *Chamaenerion palustre* in Poland (after Zajac & Zajac 2001). ● – station, ○ – synanthropic station of species indigenous in Poland, ⊙ – status of station unknown.

palustre from railway sites, industry heaps, stone-pits and sandy surroundings of water reservoirs: Gliwice (1984 and after: SCHUBE 1901, CZMOK 1926); Zabrze Maciejów, Bytom Łagiewniki, Ruda Śląska (after CELIŃSKI et al. 1976), Nowy Bytom (after BĘDKOWSKI 1956), Chorzów Stary, Katowice-Giszowice, Siemianowice, Dąbrowa Górnicza, Sosnowiec-Jęzor, Sosnowiec-Milowice,

- NOWAK (1999) has recorded *Chamaenerion palustre* from the following localities: Bobrowniki, Bukowno, Chruszczobród, Rogoźnik, Strzyżowice, Brudzewice, Siewierz, Strzemieszyce, Ślawków (and its surrounding) and Trzebieśławice,
- URBISZ An. (1996), who has investigated the flora of Rybnik Plateau, has recorded *Chamaenerion palustre* from artificial habitats such as: railways, waste-sites connected with the railway tracks and along roadsides. The author considered this species as expansive but not often,
- TOKARSKA-GUZIŁ (1999) has recorded *Chamaenerion palustre* from few localities in Jaworzno-Szczakowa,
- URBISZ Al. (2001) has recorded *Chamaenerion palustre* on the Katowice Upland from such habitats like wasteland, railway in Knurów, Mikołów, Łaziska Górne, Ornontowice, Zabrze, and Gliwice.

The authors have recorded *Chamaenerion palustre* in the lot of places in Upper Silesian Region, in post-industrial and waste sites, heaps, railways, artificial riverbanks, etc. (in Katowice, Sosnowiec, Mikołów, Ruda Śląska, Gierałtowice, Gliwice, Zabrze, Bytom, Tarnowskie Góry).

CHAMAENERION PALUSTRE IN PLANT COMMUNITIES OF POST-INDUSTRIAL WASTE SITES

The long time field observation revealed that *Chamaenerion palustre* is a well-established pioneer species on some coal mine post-industrial waste sites. The collected vegetation records all with abundant participation of *Chamaenerion palustre* were divided into three tables. The division was based on the physiognomy, plant species composition and the structure of the vegetation patches.

The pioneer vegetation with *Chamaenerion palustre* as a dominant is presented in Table 1*. The plant cover of the pioneer patches is not dense. It varies from 10% up to 30% (cover of 30 % is in two releves only). The average percentage of plant cover is 20. The number of species varies from 6 up to 14. The most frequent number of species (recorded in 6 releves) was 11. Apart

* All tables are placed at the end of the article.

from the dominant, the plant composition of the initial stage of vegetation development is described by two subgroups of relevés. The first group can be characterised by the presence of such species as: *Myricaria germanica*, *Chenopodium botrys*, *Chenopodium glaucum* and *Diplotaxis muralis*. *Myricaria germanica* in natural (not changed by human) conditions grow along mountain rivers on gravel. *Chenopodium botrys* is an anthropophyte (alien species) considered as rare.

The second group is distinguished by the presence of such species as: *Arenaria serpyllifolia*, *Scleranthus annuus*, *Polygonum aviculare*, *Chaenorhinum minus*, *Polygonum amphibium*, *Inula conyza* and *Oenothera biennis*. The first three species are small, creeping, growing close to the soil substratum. The two last species create, sometimes big, rosettes. *Chaenorhinum minus* which occur in the very initial stages is also a species that is growing along riverbanks. All the species of the initial stages in natural conditions can be found on soils of very early stage of vegetation development, on stones and gravel. The accompanying species occur with low frequency (constancy degree II). Among them we can find meadow species such as: *Taraxacum officinalis*, *Daucus carota*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata*, *Achillea millefolium*, *Deschampsia caespitosa*; ruderal species such as: *Artemisia vulgaris*, *Echium vulgare*, *Plantago major*, *Chamomilla suaveolens*, *Stellaria media*, *Apera spica-venti*. It is worth to mention that in the species list there are two species partial protected: *Ononis spinosa* and *Centaureum erythraea* ssp. *erythraea*. The plant species of the analysed vegetation patches grow in two layers. Some of the plants of the higher C1 layer reaches 120 cm but the average height is 50 cm. This layer is built by: *Chamaenerion palustre*, *Myricaria germanica*, *Inula conyza*, *Verbascum lychnitis* and *Oenothera biennis*.

Mosses occur only in four patches. The cover of mosses is not abundant. In the D layer were recorded such mosses as *Funaria hygrometrica*, *Bryum caespiticum*, *Bryum argenteum* and *Ceratodon purpureum*.

The initial stages of succession on post-industrial wastes with abundant participation of *Chamaenerion palustre* were described on sedimentation pools of Solvay process waste sites near Kraków by TRZCIŃSKA-TACIK (1966) and on smelter heaps in Siemianowice Śląskie by WIKI and SENDEK (1993).

In other investigated patches, *Chamaenerion palustre* was accompanied by meadow species (see Table 2). The plant cover in the recorded patches varied from 30% up to 70%. In half of the investigated

vegetation patches plants covered 30% of the soil substratum. The number of species was quite numerous and varied, from 17 species up to 27 but the most frequent number of species was 23 (in 2 relevés) and 24 (in 2 relevés). The collected and analysed vegetation records (Table 2) were divided into two groups. One group can be indicated by more frequent participation of species, considered as characteristic for the order *Arrhenatheretalia* such as: *Taraxacum officinale*, *Daucus carota*, *Dactylis glomerata* and *Leucanthemum vulgare*. The number of species in this group is very varied from 17 to 27 species. The second group can be indicated by presence of such meadow species like: *Cerastium vulgatum*, *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata* and *Leontodon hispidus*. The two last species create big rosettes very close to the soil substratum. The number of species in this group is constant 23-25 species in patch. Among other meadow species listed in Table 2 there are some which occur with high constancy degree V: *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense* and *Achillea millefolium*. The group of accompanying species consist of species classified to different phytosociological classes. Non of the accompanying species occur with high constancy degree. The highest frequency performs such species as: *Artemisia vulgaris*, *Festuca rubra* and *Polygonum aviculare*. The vegetation structure of this group of patches consisted of two layers. *Daucus carota*, *Aegopodium podagraria*, *Calamagrostis epigeios*, *Eupatorium cannabinum* and *Tanacetum vulgare* built the highest layer (growing up to 0,5 m). The lowest layer is mostly built by rosette species such as: *Taraxacum officinale*, *Plantago lanceolata*, *Leontodon hispidus* and *Oenothera biennis*. In releve 4 the two-layer structure was easy to observe. In each of the layer one species was more abundant. In the higher layer *Eupatorium cannabinum*, while in the lower one *Leontodon hispidus* covered a bigger area of the patch.

The third group of *Chamaenerion palustre* rich vegetation patches, with a high participation of ruderal species, is presented in Table 3. The plant cover in the recorded patches varied from 30% up to 80%. In more than half of the investigated vegetation patches plant species covered 60-70% of the soil substratum. The number of species is varied, from 7 species up to 17 but the most frequent number of species is 12 (in 5 relevés). The collected vegetation records were divided into three subgroups. The first one was characterised by a frequent presence of species such as *Stellaria media*, *Echinochloa crus-galli*, *Sonchus arvensis*, *Lepidium*

ruderae, *Chamomilla suaveolens*, *Tripleurospermum inodorum* and *Conyza canadensis*. Most of the species are small and tiny. The highest are growing up to 20 cm. The structure of vegetation of this group of patches consisted of two sometimes three layers. The highest layer is built by *Chamaenerion palustre*, which is growing up to 0,5 m. *Stellaria media* built the lowest layer. While, mostly *Chamomilla suaveolens* and *Lepidium ruderae* built the third - medium layer. To this group belongs the two species richest vegetation patches (releve 1 with 16 species and releve 2 with 17 species).

The second distinguished subgroup of releves is characterised by species such as: *Tanacetum vulgare*, *Cirsium vulgare*, *Artemisia vulgaris* and *Melandrium album*. The physiognomy of this vegetation patches can be described as herb-like. The highest herb layer is built apart from *Chamaenerion palustre* also by ruderal species such as: *Tanacetum vulgare*, *Cirsium vulgare*, *Artemisia vulgaris* and *Melandrium album*. In the vegetation patches described in Table 3 some tree seedlings were recorded e.g.: *Sorbus aucuparia* c, *Salix caprea* c, *Populus tremula* c, *Pinus sylvestris* c, and *Betula pendula* c. Structure of some of the described patches are influenced by more abundant presence of some species. In releve 7 *Festuca rubra* is abundant (2.2), the lowest plant layer is mostly created by this species. The releve 8, because of the more abundant presence of *Artemisia vulgaris* and *Tanacetum vulgare*, seems to develop further into a *Tanaceto-Artemisietum* community patch. The physiognomy of the patch recorded in releve 10 is influenced by *Dactylis glomerata*. The grass grows up to 30 cm, in relatively dense clumps and is flowering rarely (many years' observations). The rosettes of *Taraxacum officinale* create mostly the lowest plant layer in releve 13. The third subgroup (four releves) is a "typical one" without any indicating species. To this group belongs releve nr 12 with the lowest number of species but with one of the highest participation (3.3) of *Chamaenerion palustre*.

CONCLUSIONS

The investigated objects coal mine waste sites (heaps and sedimentation pools) have provide habitats, on which *Chamaenerion palustre* have established.

Apart from the distribution map of *Chamaenerion palustre* and records of the observed expansion, the plant communities with remarkable and abundant participation of *Chamaenerion palustre* were listed. The distribution of this species in Poland is shown in Fig. 1.

The pioneer vegetation with *Chamaenerion palustre* as a dominant is described by two subgroups of

releves. The first group can be characterised by: *Myricaria germanica*, *Chenopodium botrys*, *Diplotaxis muralis* and *Chenopodium glaucum*. The second group by: *Oenothera biennis*, *Scleranthus annuus*, *Polygonum aviculare*, *Chaenorhinum minus*, *Polygonum amphibium*, *Inula conyza* and *Arenaria serpyllifolia*.

The other group of the investigated patches, *Chamaenerion palustre* was accompanied by meadow species. This records were divided into two groups. The first group with more frequent participation of *Arrhenatheretalia* order species. The second group is indicated by the presence of: *Cerastium vulgatum*, *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata* and *Leontodon hispidus*.

The third group of *Chamaenerion palustre* – rich vegetation patches, with a high participation of ruderal species, is divided into three subgroups. The first one was characterised by *Chamomilla suaveolens*, *Tripleurospermum inodorum*, *Stellaria media*, *Echinochloa crus-galli*, *Sonchus arvensis*, *Lepidium ruderae* and *Conyza canadensis*. The second by: *Tanacetum vulgare*, *Cirsium vulgare*, *Artemisia vulgaris* and *Melandrium album* and the third subgroup (four releves) is a "typical one" without any indicating species.

REFERENCES

- Balcerkiewicz S., Pawlak G. 1990. Zbiorowiska roślinne zwałowiska zewnętrznego Pątnów-Józwin w Konińskim Zagłębiu Węgla Brunatnego. *Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. B – Botanika*, 40: 57-106.
- Balcerkiewicz S., Pawlak G. 1991. Zarastanie zwałowiska zewnętrznego kopalni odkrywkowej węgla brunatnego w aspekcie analizy florystyczno-ekologicznej występujących tam zbiorowisk roślinnych. *Arch. Ochr. Środ.*, 2: 7-20.
- Będkowski W. 1956. Zwały cynkowe na terenie Bytomia. *PAN, Biul. Kom. d. Spraw GOP-u.*, 1: 102-112.
- Braun-Blanquet 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer Verlag, Wien, ss. 865.
- Cabała S., Jarząbek Z. 1999a. Szata roślinna zwałowisk przemysłowych Chorzowa, cz.: I: Analiza flory. *Arch. Ochr. Środ.*, 4: 133-153.
- Cabała S., Jarząbek Z. 1999b. Szata roślinna zwałowisk przemysłowych Chorzowa, cz.: III: Roślinność zaroślowa i leśna. *Arch. Ochr. Środ.*, 4: 119-129.
- Cabała S., Sypień B. 1987. Rozwój szaty roślinnej na wybranych zwałowiskach kopalni węgla kamiennego GOP. *Arch. Ochr. Środ.*, 3-4: 7-20.
- Celiński F., Rostański K., Sendek A., Wika S., Cabała S. 1976. Nowe stanowiska rzadkich roślin naczyniowych na Górnym Śląsku i terenach przyległych. *Cz. III. Zesz. Przyn. OTPN*, 16: 15-31.
- Cohn V. J., Rostański A., Tokarska-Guzik B., Trueman I. C., Woźniak G. 2001. The flora and vegetation of an old solvay process tip in Jaworzno (Upper Silesia, Poland). *Acta Soc. Bot. Pol.*, 70(1): 47-60.
- Czyłok A., Rahmanow O. 1996. The initial stages of succession with variegated horsetail *Equisetum variegatum* Schleich on wet sand of surface excavations, p.: 23-31. In: *Antropogenic aspects of geographical environment transformation*. J. Szabo, J. Wach, L. Kossuth (Eds.). University of Silesia, Debrecen – Sosnowiec, pp. 81.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. *Scripta Geobotanica*, 18: 1-258. Universität Göttingen, Göttingen.
- Jochimsen M. E. A. 1991. Vegetationsökologische Gesichtspunkte zur Begrünung von Bergematerial, s.: 155-162. In: *Wigering H., Kerth M. (Eds.) Bergehalden im Ruhrgebiet*. Bean-

- spruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraumes, Vieweg, Braunschweig – Wiesbaden.
- Jochimsen M. E. A., Hartung J., Fischer I. 1995. Spontane und kunstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. Ber. d. Rienh.-Tüxen-Ges., 7: 69-88.
- Kompala A. 1997. Spontanizacyjne procesy sukcesji na terenach po eksploatacji piasku na obszarze województwa katowickiego. Przegląd Przyrodniczy, 7 (1/2): 6-13.
- Krzaklewski W. 1979. Fitosocjologiczna metoda oceny warunków rekultywacji i zagospodarowania leśnego nieużytków na przykładzie skarp zwałowiska Kopalni Węgla Brunatnego Adamów. Arch. Ochr. Środ., 3-4: 1-121.
- Matuszkiewicz W. 1984. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa, ss. 298.
- Mirek Z., Piękoś-Mirek H., Zajac A., Zajac M. 1995. Vascular plants of Poland a checklist. Polish Botanical Studies. No 15, Kraków, pp. 308.
- Nowak T. 1999. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych na terenie wschodniej części Garbu Tarnogórskiego. Materiały Opracowania, 2: 1-103. Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Katowice.
- Patrzalek A. 2000. Udział i rola roślinności spontanicznej w tworzeniu zbiorowisk z wysiewanymi odmianami traw na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej. Fragm. flor. geobot., Ser. Polonica, 7: 1-20.
- Patrzalek A., Rostański A. 1992. Procesy glebotwórcze i zmiany roślinności na skarpie rekultywowanego biologicznie zwałowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego. Arch. Ochr. Środ., 3-4: 157-168.
- Rostański A. 1991. Spontaniczna sukcesja roślinności na wybranych zwałach poprzemysłowych w województwie katowickim. Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych, 3: 35-38. WBiOŚ, WNoZ UŚ, Katowice – Sosnowiec.
- Rostański A. 1996. Haldy przemysłowe – uciążliwe, a zarazem interesujący element krajobrazu Górnego Śląska. Przegląd Przyrodniczy, 7(3-4): 259-262.
- Rostański A. 1997a. Rośliny naczyniowe terenów o wysokim stopniu skażenia metalami ciężkimi. Acta Biol. Siles., 30(47): 56-85.
- Rostański A. 1997b. Flora spontaniczna hałd Górnego Śląska. Arch. Ochr. Środ., 23(3-4): 159-165.
- Rostański A. 1998a. Anthropophytes and apophytes in colonization process on the post-industrial heaps in Upper Silesia Region. Phytocoenosis, 10(9): 199-202.
- Rostański A. 1998b. Spontaneous flora on coal spoil heaps in Upper Silesia (Poland), p.: 488-49. In: Sarsby R.W. (Ed.) Contaminated and derelict land. The proceedings of Green 2: the second international symposium on Geotechnics Related to the Environment held in Kraków, Poland, September 1997. Thomas Telford, London.
- Rostański A. 2000a. Rekultywacja i zagospodarowanie nieużytków poprzemysłowych – rozwiązania alternatywne. Inżynieria ekologiczna. Nr 1. Ochrona i rekultywacja gruntów: 81-86. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin.
- Rostański A. 2000b. Podsumowanie badań flory terenów poprzemysłowych na Górnym Śląsku (1989-1999). Acta Biol. Siles., 35(52): 131-154.
- Rostański A. 2000c. Trawy spontanicznie zasiedlające nieużytki poprzemysłowe w aglomeracji katowickiej. Łąkarstwo w Polsce, 3: 141-150.
- Rostański A. 2001. Rola lokalnych zasobów genowych w zagospodarowaniu nieużytków poprzemysłowych, s.: 163-172. W: Materiały Sympozjum Warsztaty 2000 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie. Wieliczka 29 maja – 1 czerwca 2001. „Druk-Rol”, Kraków.
- Rostański A., Trueman I. 2001. A comparison of the spontaneous floras of coal mine heaps in two European industrial regions – Upper Silesia (Southern Poland) and the Black Country (UK), p.: 561-566. In: Green 3. The exploitation of natural resources and the consequences. Thomas Telford, London.
- Rutkowski L. 1998. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. PWN, Warszawa, ss. 812.
- Sänger H. 1995. Flora and vegetation on dumps of uranium mining in the southern part of the former GDR. Acta Soc. Bot. Pol., 64, 4: 409-418.
- Sendek A. 1981. Analiza antropogenicznych przemian w szańcu roślinnej Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Prace Nauk. Uniwersytetu Śląskiego, Nr 457, ss. 119. Katowice.
- Sendek A. 1984. Rośliny naczyniowe GOP. OTPN – PWN, Warszawa – Wrocław, ss. 140.
- Szafer W., Pawłowski B., Kulczyński S. 1986. Rośliny Polskie. PWN, Warszawa, ss. 1020.
- Szwedo J., Woźniak G., Kubajak A., Wypało H., Rak W. 1995. Ścieżki dydaktyczne po terenach rekultywowanych – Kopalnia piasku Szczakowa S.A. Planta, Jaworzno-Szczakowa, ss. 72.
- Tacik T. 1959. Myrtales. W: Szafer W. Pawłowski B. (Red.) Flora Polska. Rośliny naczyniowe Polski i ziem ościennych, 8: 184-269.
- Tokarska-Guzik B. 1999. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Jaworznie (Wyżyna Śląska). ZN UJ, Prace bot., 34, ss. 292. Kraków.
- Tokarska-Guzik B., Rostański A., Klotz S. 1991. Roślinność haldy pocynkowej w Katowicach – Welnowcu. Acta Biol. Siles., 19(36): 94-102.
- Trzeńska-Tacik H. 1966. Flora i roślinność zwałów Krakowskich Zakładów Sodowych. Fragm. flor. geobot. 12, 3: 243-318.
- Urbisz A. 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych południowo-zachodniej części Wyżyny Katowickiej. Prace Nauk. Uniwersytetu Śląskiego, Nr 1944, ss. 235. Katowice.
- Urbisz A. 1996. Flora naczyniowa Płaskowyżu Rybnickiego na tle antropogenicznych przemian tego obszaru. Scripta Rudensia, 6: 1-173. Park Krajobrazowy „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”, Rudy Wielkie.
- Wiśka S., Sendek A. 1993. Sukcesja swoistej roślinności na haldzie hutniczej w Siemianowicach Śląskich. Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych, 9: 23-30. WBiOŚ, WNoZ UŚ, Katowice – Sosnowiec.
- Wilkoń-Michalska J., Sokół M. 1969. Flora zwałów wapiennych Inowrocławskich i Janikowskich Zakładów Sodowych. Zesz. Nauk. UMK, Nauki Mat.-Przyr., 21, Biologia, 11: 173-208.
- Woźniak G. 1992. Osadniki wód kopalnianych jako słabo poznany element środowiska przyrodniczo-geograficznego Śląska. Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych, 6: 18-25. WBiOŚ, WNoZ UŚ, Katowice – Sosnowiec.
- Woźniak G. 1998a. Plant succession on sedimentation pools in Upper Silesia, p.: 60-62. In: Sarsby R. W. (Ed.) Contaminated and derelict land. The proceeding of Green 2: the second international symposium on Geotechnics Related to the Environment held in Kraków, Poland, September 1997. Thomas Telford, London.
- Woźniak G. 1998b. Primary succession on the sedimentation pools of coal mine. In: J.B. Faliński, W. Adamowski, B. Jackowiak (Eds.). Synanthropization of plant cover in new Polish research. Phytocoenosis 10 (9): 189-198.
- Woźniak G. 2000. Rola procesów naturalnych w rekultywacji nieużytków poprzemysłowych. Inżynieria ekologiczna. Nr 1. Ochrona i rekultywacja gruntów: 87-93. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin.
- Woźniak G. 2001. Flora roślin naczyniowych osadników ziemnych wód kopalnianych – nieużytków poeksploatacyjnych na Górnym Śląsku. Materiały Opracowania, 6: 1-46. Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Katowice.
- Woźniak G., Kompala A. 2001. Ecology of spontaneous vegetation on post-industrial waste lands (Upper Silesia – Poland), p.: 567-573. In: Green 3. The exploitation of natural resources and the consequences. Thomas Telford, London.
- Woźniak G., Kompala A. 2001. Ekologiczny potencjał nieużytków poprzemysłowych jako podstawa ich biologicznej regeneracji, s.: 223-233. W: Materiały Sympozjum Warsztaty 2000 nt. Zagrożeń naturalnych w górnictwie. Wieliczka 29 maja – 1 czerwca 2001. „Druk-Rol”, Kraków.
- Zajac A., Zajac M. 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. Wyd. Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego i Fundacji dla Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kraków, ss. 716.
- Zarzycki K. 1984. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. PAN, Instytut Botaniki, Kraków, ss. 44.

**WIERZBÓWKA NADRZECZNA
CHAMAENERION PALUSTRE SCOP.
JAKO CZĘSTY APOFIT
W ZBIOROWISKACH ROŚLINNYCH
SIEDLISK POPRZEMYSŁOWYCH
I ZDEGRADOWANYCH**

GABRIELA WOŹNIAK*, ADAM ROSTAŃSKI**

Uniwersytet Śląski

*Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody

**Katedra Botaniki Systematycznej

ul. Jagiellońska 28, 40 - 032 Katowice

(nadesłano 15 listopada 2001,
zaakceptowano 14 grudnia 2001)

Recenzent pracy: Ryszard Ciepał

ABSTRAKT

Wśród rodzimych gatunków roślin (apofitów), kolonizujących tereny nieużytków przemysłowych, na uwagę zasługuje wierzbówka nadrzeczna – *Chamaenerion palustre* – roślina pobrzeży górskich potoków i kamienisk. Praca prezentuje wyniki badań florystycznych i fitosocjologicznych nad wierzbówką błotną, prowadzonych na terenach przemysłowych (hałdach i osadnikach pogórnich, nasypach kolejowych i in.) aglomeracji katowickiej (Południowa Polska), gdzie gatunek ten pojawia się coraz częściej. Autorzy dokonują także próby oceny roli tego gatunku w tworzeniu szaty roślinnej siedlisk antropogenicznych.

SŁOWA KLUCZOWE: tereny przemysłowe, zbiorowiska roślinne, apofityzacja, *Chamaenerion palustre*

STRESZCZENIE

Praca prezentuje wyniki badań florystycznych i fitosocjologicznych nad rozmieszczeniem i udziałem w zbiorowiskach roślinnych – wierzbówki nadrzecznej – *Chamaenerion palustre*. Badania prowadzone były w latach 1990 - 2001 na terenach przemysłowych (hałdach i osadnikach pogórnich, nasypach kolejowych i in.) aglomeracji katowickiej (Południowa Polska).

Rozwój roślinności na otwartych powierzchniach nieużytków przemysłowych jest procesem ciągle słabo poznany. W pracach opisujących i analizujących zbiorowiska i zespoły roślinne porastające te specyficzne siedliska, autorzy posługują się klasyfikacją gatunków stworzoną przede wszystkim dla siedlisk naturalnych, półnaturalnych i ruderalnych, takich jak

przychacia, przypłocia, porzucone pola. Struktura pionowa i pozioma zbiorowisk roślinnych, które rozwijają się w wyniku spontanicznej sukcesji na rozległych obszarach nieużytków przemysłowych, często różni się znacznie od układów dotychczas opisanych. Ważne jest więc aby procesy te obserwować, opisywać i analizować. W niniejszej pracy podjęto próbę przedstawienia rozmieszczenia, rozprzestrzeniania się oraz układów roślinnych, w których występuje *Chamaenerion palustre*. Jest to gatunek rodzimy, który „wyłamał się” z dotychczas istniejącej klasyfikacji.

Aktualne rozmieszczenie *Chamaenerion palustre* w Polsce prezentuje mapa (ryc. 1). W tekście zawarte są liczne informacje o rozprzestrzenianiu się tego gatunku poza jego naturalne siedliska. Wyniki badań fitosocjologicznych prowadzonych na hałdach i osadnikach ziemnych wód kopalnianych prezentują trzy tabele fitosocjologiczne. Podział oparto na różnicach w fizjonomii i składzie florystycznym poszczególnych płatów roślinnych.

Płaty o charakterze pionierskim z dominującym udziałem *Chamaenerion palustre* zestawione zostały w tabeli 1. To inicjalne stadium scharakteryzowano poprzez dwie podgrupy zdjęć. Pierwszą grupę zdjęć wyróżniają gatunki takie, jak: *Myricaria germanica*, *Chenopodium botrys*, *Chenopodium glaucum* i *Diploaxis muralis*. Drugą grupę zdjęć wyodrębniono na podstawie obecności takich gatunków, jak: *Oenothera biennis*, *Scleranthus annuus*, *Polygonum aviculare*, *Polygonum amphibium*, *Imula conyza*, *Arenaria serpyllifolia* i *Chaenorhinum minus*.

W innych badanych płatach *Chamaenerion palustre* rósł w licznym towarzystwie gatunków łąkowych. W tej tabeli również wyróżniono dwie podgrupy. Pierwszą grupę charakteryzuje częstszy i liczniejszy udział gatunków z rzędu *Arrhenatheralia*. Drugą grupę wyróżnia występowanie takich gatunków, jak: *Cerastium vulgatum*, *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata* i *Leontodon hispidus*.

W tabeli 3 zebrano zdjęcia dokumentujące płaty z bogatym udziałem *Chamaenerion palustre*, której towarzyszy wiele gatunków ruderalnych. Wyodrębniono tu trzy podgrupy. Pierwsza wyróżnia się udziałem takich gatunków, jak: *Chamomilla suaveolens*, *Tripleurospermum inodorum*, *Stellaria media*, *Echinochloa crus-galli*, *Sonchus arvensis*, *Lepidium rudemale* i *Conyza canadensis*. Drugą grupę charakteryzuje obecność takich roślin, jak: *Tanacetum vulgare*, *Cirsium vulgare*, *Artemisia vulgaris* i *Melandrium album*. Trzecią grupę natomiast można określić jako typową. Nie ma tu gatunków wskaźnikowych.

Table 1. Community with *Chamaenerion palustre* initial stages of vegetation development.

Successive number of record	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	CONSTANCY DEGREE
Locality City /Town	CzD	J	R	CzD	R	R	CzD	CzD	ZB	ZB	ZB	S	G	S	
Object – Coal mine name	SI	MO	CH	SI	CH	CH	SI	SI	BS	BS	BS	SO	Prz	SO	
Date	08.08.99	18.07.99	18.07.99	08.08.99	18.07.99	18.07.99	08.08.99	08.08.99	03.07.01	03.07.01	03.07.01	20.07.01	11.09.00	03.07.01	
Cover of herb layer in %	20	20	30	15	20	15	20	10	20	30	20	15	15	20	
Cover of moss layer in %	zn	-	-	-	zn	-	zn	-	-	-	-	zn	-	-	
Number of species in the record	3	11	11	11	12	11	11	11	13	14	12	9	6	9	
<i>Chamaenerion palustre</i>	2.2	2.2	2.2	1.2	2.2	2.2	2.2	1.2	1.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	V
D. lower units:															
<i>Myricaria germanica</i>	#.2	.	+2	1.2	+2	+2	r	#.2	.	.	.	.	.	.	III
<i>Chenopodium botrys</i>	+	#	#.2	r	#.2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	III
<i>Chenopodium glaucum</i>	+2	#.2	1.2	#.2	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	II
<i>Diploxys muralis</i>	.	.	.	.	#.2	#	#	+2	.	.	.	.	.	.	II
<i>Oenothera biennis</i>	r	.	.	r	.	.	r	.	1.2	r	#.2	.	.	.	III
<i>Scleranthus annuus</i>	.	.	r	.	.	r	.	.	+2	#.2	#.2	.	.	.	II
<i>Polygonum aviculare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	#	#	#	+	.	.	II
<i>Polygonum amphibium</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	+2	#	r	.	.	.	II
<i>Inula conyza</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	#.2#	+2	#.2	.	.	.	II
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	#	+	.	.	.	II
<i>Chaenorhinum minus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	#	#	.	.	II
Accompanying species:															
<i>Lepidium ruderae</i>	+2	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	r	II
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	.	+2	.	+	.	.	+2	.	.	.	r	.	.	II
<i>Cirsium arvense</i>	+2	.	.	.	.	+2	.	.	.	r	.	.	.	.	II
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Apera spica-venti</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	II
<i>Trifolium arvense</i>	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	II
<i>Verbascum lychnitis</i>	.	.	+2	.	+2	.	r	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Taraxacum officinale</i>	.	+	.	.	.	+2	.	r	.	.	.	.	.	.	II
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.	+2	.	.	II
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	+2	+2	II
<i>Puccinellia distans</i>	+2	+2	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Rumex acetosella</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	+2	.	.	.	+2	.	.	+2	.	.	.	.	II
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	+2	.	.	.	+2	.	.	.	+	.	II
<i>Stellaria media</i>	.	+	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	+2	II
<i>Coronilla varia</i>	.	+2	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	+2	.	II
Sporadic species: <i>Achillea millefolium</i> 2 r, 9 r; <i>Agrostis vulgaris</i> 5 r, 11(+.2); <i>Artemisia vulgaris</i> 9 (+), 14 (+); <i>Bryum argenteum</i> d 5 (+.2); <i>Bryum caespiticum</i> d 1 (+.2); <i>Carex hirta</i> 14 (+.2); <i>Centaureum erythraea</i> ssp. <i>erythraea</i> 2 (+.2); <i>Ceratodon purpureum</i> d 7 (+.2); <i>Chamomilla suaveolens</i> 1 (+), 8 (+.2); <i>Cychorium intibus</i> 14 (+.2); <i>Dactylis glomerata</i> 8 r, 12 (+.2); <i>Daucus carota</i> 4 (+.2), 6 r; <i>Deschampsia caespitosa</i> 4 (+.2), 8 (+.2); <i>Dianthus carthusianorum</i> 5 (+.2), 11 (+.2); <i>Epilobium roseum</i> 9 r; <i>Erigeron acris</i> 7 r; <i>Funaria hygrometrica</i> d 12 (+.2); <i>Leontodon hispidus</i> 3 (+), 5 (+); <i>Lolium perenne</i> 2 (+), 5 (+); <i>Lotus corniculatus</i> 4 (+), 8 (+); <i>Melandrium album</i> 3 (+.2), 8 (+.2); <i>Oenothera silesiaca</i> 6 (+.2), 13 (+.2); <i>Ononis spinosa</i> 14 (+.2); <i>Picris heiranthoides</i> 12 (+.2); <i>Plantago major</i> 11(+.2); <i>Reseda lutea</i> 1 (+) 10 (+); <i>Silene nutans</i> 4 (+.2), 13 (+); <i>Solidago canadensis</i> 10 r.															

The explanation of abbreviations used in Table 1: BS – Zabrze-Biskupice, heap; CH – Chwałowice, sedimentation pool; CzD – Czechowice-Dziedzic; J – Jastrzębie; MO – Moszczenica, sedimentation pool; Prz – Przeschlebie, heap; R – Rybnik; S – Sosnowiec, SI – Silesia, sedimentation pool; SO – Sosnowiec, sedimentation pool; ZB – Zabrze.

Table 2. Community with *Chamaenerion palustre* with high participation of meadow species.

Successive number of record	1	2	3	4	5	6	7	8	CONSTANCY DEGREE
Locality City /Town	R	G	Brz	S	R	K	S	K	
Object – Coal mine name	CH	Prz	BR	KJ	CH	Mu	KJ	KO	
Date	20. 09. 99	11. 09. 00	23. 09. 00	20. 09. 99	20. 09. 99	20. 09. 99	20. 09. 99	20. 09. 99	
Cover of herb layer in %	50	30	50	70	30	30	30	40	
Cover of moss layer in %	-	-	zn	-	-	zn	zn	-	
Area of record in m²	16	25	25	25	25	16	20	25	
Number of species in the record	24	23	24	25	23	27	21	17	
<i>Chamaenerion palustre</i>	2.2	2.2	1.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	V
Ch.Cl. <i>Molinio-</i> <i>-Arrhenatheretea</i>									
+ Ch. O. <i>Arrhenatheretalia</i> °									
<i>Cerastium vulgatum</i>	+	+	+2	1.2	r	+	.	r	V
<i>Holcus lanatus</i>	1.2	1.2	+2	+	.	r	+2	+	V
<i>Plantago lanceolata</i>	1.2	+2	+2	+	.	r	.	.	IV
<i>Leontodon hispidus</i>	1.2	1.2	1.2	2.2	.	.	r	.	IV
° <i>Taraxacum officinale</i>	.	r	r	.	+2	+2	+2	1.2	V
° <i>Daucus carota</i>	.	r	.	r	r	r	+2	1.2	V
° <i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	r	+2	+2	+2	+2	IV
° <i>Leucanthemum vulgare</i>	r	.	.	.	+2	+2	r	r	IV
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	+2	1.2	r	+	+	.	V
<i>Ranunculus acris</i>	+2	+	+	+2	+	+	r	.	V
<i>Poa pratensis</i>	+	+	.	r	+	r	+2	+2	V
<i>Trifolium pratense</i>	+	.	+	+	r	+2	+	+	V
<i>Achillea millefolium</i>	+2	+	1.2	+	.	r	+	.	V
<i>Poa trivialis</i>	+	.	+2	+2	.	+2	.	.	II
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	+2	.	.	.	I
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.2	I
Accompanying species:									
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	+2	+2	+	+	.	+	.	IV
<i>Festuca rubra</i>	.	+	+	+	+	+	.	1.2	IV
<i>Polygonum aviculare</i>	+	.	+	.	.	+	+	+2	IV
<i>Senecio viscosus</i>	.	+2	.	.	+	+2	+	.	III
<i>Solidago canadensis</i>	+2	+2	.	+	.	.	+	.	III
<i>Lactuca serriola</i>	+	.	+	.	1.2	.	.	+	III
<i>Poa annua</i>	+	.	1.2	+2	.	.	1.2	.	II
<i>Carex hirta</i>	+	.	+	.	+	+	.	.	II
<i>Ranunculus repens</i>	1.2	+	+	.	.	.	.	.	II
<i>Picris hieracioides</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	II
<i>Bromus sterilis</i>	.	.	+	1.2	+	.	.	.	II
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	+	.	+2	.	+	II
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	+2	+	.	.	+	.	.	II
<i>Arabis arenosa</i>	+2	.	.	+2	+2	.	.	.	II
<i>Rubus caesius</i>	+2	.	+2	.	.	+	.	.	II
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	+2	.	2.2	.	+2	.	.	II
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	.	1.2	+2	.	1.2	.	II
<i>Conyza canadensis</i>	.	+2	+	.	+2	.	.	.	II
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	+2	.	.	.	.	+2	.	.	II
<i>Centaurea diffusa</i>	.	.	.	+2	.	.	.	+	II
<i>Chelidonium majus</i>	.	+2	.	.	.	+2	.	.	II
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	r	.	.	+2	II

Table 2. – continuation.

Successive number of record	1	2	3	4	5	6	7	8	Constancy degree
<i>Melilotus albus</i>	+2	.	.	.	.	r	.	.	II
<i>Oenothera biennis</i>	.	.	+2	.	.	.	+	.	II
<i>Lupinus polyphyllus</i>	.	.	.	.	+2	.	r	.	II
<i>Melandrium album</i>	r	.	.	.	.	+2	.	.	II
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	II

Sporadic species: *Agrostis stolonifera* 2 (+2); *Arenaria serpyllifolia* 5 (+); *Bryum argenteum* d 8 (+2); *Bryum caespiticum* d 3 (+2); *Deschampsia flexuosa* 2 r; *Epilobium adenocaulon* 8 r; *Fumaria hygrometrica* d 4 (+); *Galium aparine* 6 (+2); *Hieracium lachenalii* 4 r; *Lolium perenne* 1 (+2).

The explanation of abbreviations used in Table 2: BR – Brzeszcze, heap; Brz – Brzeszcze; CH – Chwałowice, sedimentation pool; G – Gliwice; K – Katowice; KJ – Kazimierz-Julisz, sedimentation pool; KO – Boże Dary, Katowice – Kostuchna, heap; Prz – Przeschlebie, heap; R – Rybnik; S – Sosnowiec.

Table 3. Community with *Chamaenerion palustre* with high participation of ruderal species.

Successive number of record	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	CONSTANCY DEGREE
Locality City /Town	CzD	G	K	G	CzD	CzD	R	R	CzD	S	G	K	G	Brz	
Object – Coal mine name	SI	BW	M	Prz	SI	SI	CH	CH	SI	KJ	BW	M	Prz	BR	
Date	08.	18.	18.	08.	18.	18.	08.	08.	03.	03.	03.	20.	11.	03.	
	08.	07.	07.	08.	07.	07.	08.	08.	07.	07.	07.	07.	09.	07.	
	99	99	99	99	99	99	99	99	01	01	01	01	00	01	
Cover of herb layer in %	60	70	50	40	40	40	60	80	60	60	30	70	60	60	
Cover of moss layer in %	16	25	25	20	25	25	20	16	16	16	25	25	25	25	
Number of species in the record	16	17	15	14	12	12	15	14	12	12	12	7	15	13	
<i>Chamaenerion palustre</i>	2.2	3.3	2.3	1.2	1.2	2.2	2.2	3.3	3.3	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2	V
D. lower units:															
<i>Stellaria media</i>	1.2	1.2	1.2	1.2	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Echinochloa crus-galli</i>	1.2	1.2	1.2	1.2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	II
<i>Sonchus arvensis</i>	1.2	1.2	1.2	1.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Lepidium ruderales</i>	1.2	1.2	1.2	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Chamomilla suaveolens</i>	1.2	1.2	1.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	II
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	.	1.2	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	II
<i>Conyza canadensis</i> +	.	1.2	.	1.2	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	II
<i>Tanacetum vulgare</i> °	+	.	.	.	1.2	1.2	1.2	2.2	1.2	1.2	+2	+	.	.	IV
<i>Cirsium vulgare</i> °	.	.	+	.	1.2	.	+2	1.2	1.2	1.2	.	.	.	+	III
<i>Artemisia vulgaris</i> °	.	.	.	.	1.2	1.2	1.2	2.2	1.2	.	+	.	.	r	III
<i>Melandrium album</i> °	.	.	.	.	+2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	.	.	.	r	III
<i>Papaver rhoeas</i> x	.	.	.	.	+2	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	I
Ch. Cl. <i>Chenopodietea</i> +															
<i>Rumex acetosella</i>	.	+2	.	.	.	.	.	+2	.	.	+2	.	.	.	II
<i>Tussilago farfara</i>	.	.	+2	.	1.2	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Bromus mollis</i>	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2	.	I
<i>Senecio viscosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	I
Ch. Cl. <i>Secalietea</i> x															
<i>Apera spica-venti</i>	.	.	.	1.2	.	.	+2	.	.	.	+2	.	.	1.2	II
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	+2	.	I
<i>Vicia tetrasperma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	I

Table 3. – continuation.

Successive number of record	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Con- stancy degree
Ch. Cl. <i>Artemisietea</i> °															
<i>Echium vulgare</i>	1.2	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1.2	II
<i>Oenothera biennis</i>	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2	II
<i>Reseda lutea</i>	+2	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+2	.	II
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	.	r	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	II
<i>Pastinaca sativa</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	+2	.	II
Accompanying species:															
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	r	+	+	.	.	+2	.	.	.	.	.	r	.	II
<i>Plantago major</i>	.	.	r	.	.	.	+2	+2	.	1.2	.	.	1.2	.	II
<i>Chenopodium glaucum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+2	+2	.	1.2	1.2	II
<i>Cerastium arvense</i>	1.2	1.2	.	.	.	1.2	+2	.	.	.	r	.	.	.	II
<i>Ranunculus repens</i>	.	1.2	1.2	.	1.2	.	r	.	r	.	.	.	.	.	II
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	1.2	.	1.2	.	.	.	.	.	.	2.2	1.2	II
<i>Leontodon hispidus</i>	+2	.	.	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Silene inflata</i>	.	.	+	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	II
<i>Equisetum arvense</i>	+	.	.	1.2	.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	.	.	II
<i>Carex hirta</i>	.	1.2	.	.	.	.	.	+2	.	.	1.2	.	.	.	II
<i>Dactylis glomerata</i>	1.2	.	.	.	.	.	r	.	.	2.2	.	.	.	.	II
<i>Festuca rubra</i>	.	.	1.2	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	r	.	II
<i>Juncus articulatus</i>	1.2	+2	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	+2	.	.	1.2	.	.	.	.	.	II
Sporadic species: <i>Betula pendula</i> c 14 r; <i>Chenopodium botrys</i> 3 (+.2), 9 (+.2); <i>Cirsium arvense</i> 5 (+.2); <i>Epilobium montanum</i> 4 r; 10 (+.2); <i>Equisetum sylvatica</i> 11r; <i>Medicago falcata</i> 12 (1.2); <i>Medicago lupulina</i> 13 (+.2); <i>Myricaria germanica</i> 8 (+.2); <i>Populus tremula</i> c 13 r; <i>Poa compressa</i> 2 (+.2); <i>Prunella vulgaris</i> 6 (+.2); <i>Puccinellia distans</i> 5 r, 10 (+.2); <i>Pinus silvestris</i> c 7 r; <i>Quercus robur</i> c 14 (+.2); <i>Ranunculus acris</i> 11 r; (+.2); <i>Rubus caesius</i> c 4 r; <i>Salix aurita</i> c 1 r; <i>Salix caprea</i> c 9 (+.2); <i>Solanum dulcamara</i> 12 (1.2); <i>Sorbus aucuparia</i> c 8 (+.2); <i>Trifolium arvense</i> 3 (+.2); <i>Vicia cracca</i> 2 (+.2); <i>Viola tricolor</i> 6 (+.2);															

The explanation of abbreviations used in Table 3: Brz – Brzeszcze; BR – Brzeszcze, sedimentation pool; BW – Borowa Wieś, heap; CH – Chwałowice, sedimentation pool; CzD – Czechowice-Dziedzice; G- Gliwice; K – Katowice; KJ – Kazimierz Juliusz, sedimentation pool; M – Murcki, heap; Prz – Przeschlebie, heap; R – Rybnik; S – Sosnowiec; SI – Silesia, sedimentation pool.



COMPARISON OF THE FLORA OF MINING SPOIL HEAPS OF UPPER SILESIA (POLAND) AND DONETSK COAL DISTRICT (UKRAINE)

ADAM ROSTAŃSKI*, SERGHEJ ZHUKOV**

*Department of Plant Systematics, Faculty of Biology and Environmental Protection
University of Silesia, ul. Jagiellońska St. 28, PL-40 - 032 KATOWICE, Poland

**National Ukrainian Academy of Sciences, Donetsk Botanical Gardens
Illich's Avenue, 110, DONETSK-59, 83059 Ukraine

(received 15 November 2001, accepted 14 December 2001)

Reviewer: Ryszard Ciepał

ABSTRACT

The study presents results of floristic investigations conducted on mining spoil heaps in the Donetsk Coal Basin (Ukraine) and in Upper Silesia (Poland) in order to compare the characteristics of spontaneous flora of similar objects localised in industrial regions of both countries.

Analysis of the floras of both industrial centres has shown general similarities, but also prominent differences in their quantitative and qualitative composition. The most significant differences concerned the provenience of plants (participation of various ecological groups, degree of continentality) as well as selected ecological preferences of species (requirement towards light, thermal requirements).

KEY WORDS: *post-industrial areas, Ukraine, Poland, vascular flora, ecological indicator values*

SUMMARY

Exploitation of mineral resources, the process of industrialisation and urbanisation, a dense network of roads and railway lines constitute regular elements in the landscape of industrial regions of Europe. Mining industry, smelting industry, power engineering have caused and are still causing a significant degradation of land surface, i.e. through storage of waste. Areas degraded by industry – coal mining spoil heaps – are subject to the processes of spontaneous succession of vegetation.

The present study includes results of field investigations aiming at the determination of similarities and differences in the spontaneous plant cover which develops in similar post-industrial habitats of Upper Silesia (Poland) and Donetsk District (Ukraine). The investigations were conducted during the years 1990-2000 and included mapping of the flora of post-industrial habitats (spoil heaps left over from coal mining activities) which are subject to spontaneous processes of growing over by vegetation.

Analysis of the floras of both industrial centres has shown general similarities, but also prominent differences in their quantitative and qualitative composition. The most significant differences concerned the provenience of plants (participation of various ecological groups, degree of continentality) as well as selected ecological preferences of species (requirement towards light, thermal requirements).

INTRODUCTION

Urban and industrial areas in Europe show many common features despite the often rather considerable distance between them. Mining of mineral resources, processes of industrialisation and urbanisation, a dense network of roads and railway lines constitute regular elements in the landscape of industrial regions of Europe. Mining industry, smelting industry, power engineering have caused and are still causing a significant degradation of land surface, i.e. through storage of waste. Post-industrial areas (i.e. coal mining spoil heaps) are subject to the processes of spontaneous succession of vegetation.

Investigation of the composition and characteristics of vegetation on post-industrial habitats has been in recent years the subject of scientific research in Poland in Upper Silesia (ROSTAŃSKI 1991, 1998, 2000) and in Ukraine in the vicinity of Donetsk (ZHUKOV 1997, 1999a, b). The present study includes results of field investigations aiming at the determination of similarities and differences in the spontaneous plant cover which develops in similar post-industrial habitats of Upper Silesia (Poland) and Donetsk District (Ukraine).

METHODS OF INVESTIGATION

The studies were carried out during the years 1990-2000 and included mapping of the flora of post-industrial habitats (spoil heaps left over from coal mining activities) which are subject to spontaneous processes of growing over by vegetation. Floristic investigations encompassed several dozens of objects (spoil heaps belonging to coal mines) localised in both European industrial regions. In the course of studies, floristic lists of vascular plants were compiled and phytosociological relevés were made, while at the same time conspicuous characteristics of the habitat were also noted, such as mechanical properties, humidity of the substrate, slope, exposure and relative altitude (ROSTAŃSKI 2000). The data on diversity of spoil heaps in Donetsk were based on analysis of 314 study plots (with an area of 100 m²) distributed in different locations on the heaps (ZHUKOV 1999a, b). The nomenclature of vascular plants was adopted for the Polish flora according to MIREK et al. (1995), while for the flora of Eastern Ukraine according to TSHERIEPANOV (1973) as well as KONDRATIUK et al. (1985). The investigated flora of both regions was analysed with regard to the following parameters: life forms according to Raunkiaer (ELLENBERG et al. 1992), ecological groups (florocenotypes) (BURDA, OSTAPKO 1993; ELLENBERG et al. 1992). The

values of remaining ecological indicators were taken from ELLENBERG et al. (1992). For the majority of species, the type of ecological strategy was determined according to GRIME (1979) (FRANK, KLOTZ 1990). Due to the lack of values of some ecological indicators for a group of species (especially eastern European species), they were omitted in graphical analyses. Therefore, a part of the results has an approximate – tentative character.

Geographical-historical groups of the flora, due to differences in classification, were divided solely into native species (apophytes) – originating from natural and seminatural habitats, as well as alien species (neophytes), including jointly archeophytes (“old-comers”) and kenophytes (“newcomers”), originating from synanthropic habitats (SUDNIK-WÓJCIKOWSKA, KOŹNIEWSKA 1988).

The floristic list included in the study was restricted only to presenting a register of plant species from the Donetsk District and denoting species common for both regions. A full listing of species from the flora of mining spoil heaps in Upper Silesia has been published previously (ROSTAŃSKI 2000).

RESULTS

A comprehensive listing of the flora of mining spoil heaps within the area of the Donetsk Industrial District is presented in Table 1*.

The compared floras are characterised by similarity with regard both to the quantitative and the qualitative composition (Figs. 1, 2, 3). The number of recorded species which are common to both regions encom-

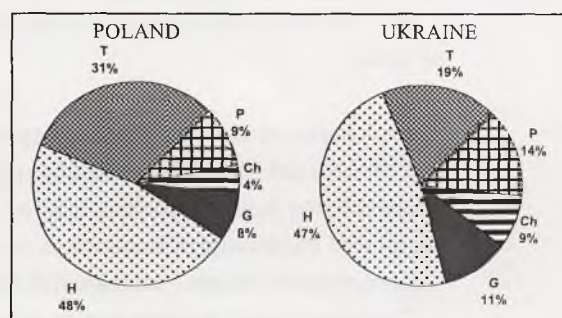


Fig. 1. Life forms according to Raunkiaer. P – phanerophytes, H – hemicryptophytes, G – geophytes, T – therophytes, C – chamaephytes.

passes ca. a third of the presented list. The dominant group in both floras are species which were recorded sporadically (Tab. 1). Both floras are also dominated by species of synanthropic (ruderal, segetal etc.) habitats.

* Table 1. is placed at the end of the article.

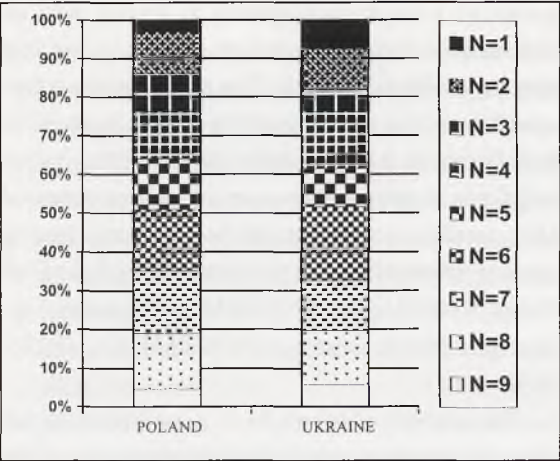


Fig. 2. Nitrogen content (N) indicator value.

A similar composition of the floras with regard to the participation of geographical-historical groups (Fig. 4), although a slightly higher percentage of species of foreign origin can be observed in the Ukrainian flora, may correspond to similarities in the influence of man on the environment as well as similar mechanisms of the processes of spontaneous succession which are underway here. Percentage of indigenous species in the Ukrainian flora is higher in older stage of succession (ZHUKOV 1999b).

One should, however, single out the plant species which occur in large numbers in a majority of objects in one of the regions and are not found at all in the other region. This category of plants in the flora of post-industrial areas in Upper Silesia includes native species of natural habitats (e.g. forest and hygrophilous plants, mountain species and species of xerothermic grasslands) which appear in post-industrial secondary habitats (Fig. 5).

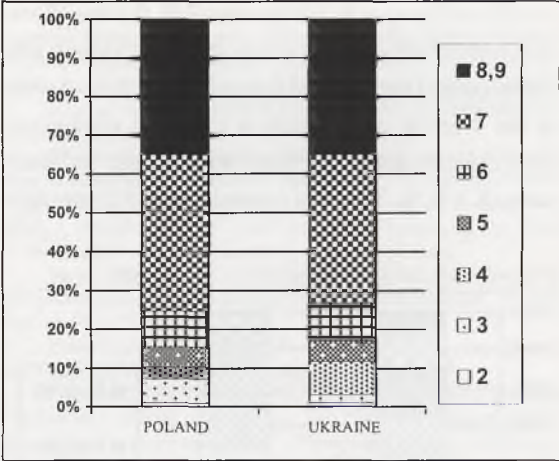


Fig. 3. Reaction (R) indicator value.

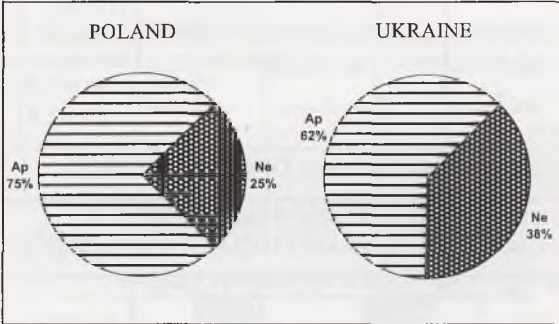


Fig. 4. Geographical-historical groups. Ne – neophytes, Ap – apophytes.

In the flora of spoil heaps in the Donetsk Coal Basin, the following groups deserve distinction: a large group of steppe species (over 40% of the species composition), halophytes (Fig. 6), heliophilous (Fig. 7) and thermophilous (Fig. 8) species - all of them contribute to a significant difference between the two floras.

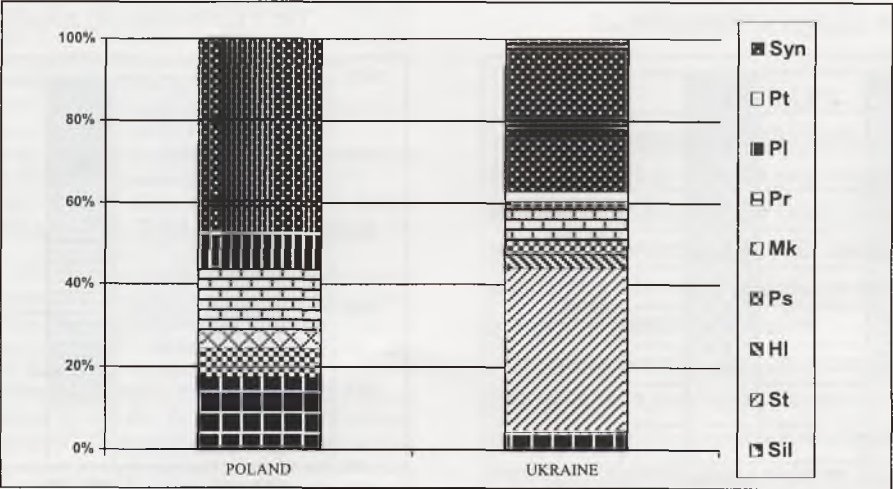


Fig. 5. Ecological groups of species. Sil – forest and scrub wood species, St – steppe species (in the broad sense), Mk – xerothermic grassland species, Pt – petrophilous species, Ps – psammophilous species, Pr – meadow species, Hl – halophytes, Pl – waterside and wetland species, Syn – species of synanthropic habitats.

The difference in composition of the two floras with regard to the continentality indicator value is also conspicuous (Fig. 9). The flora of postindustrial areas in the vicinity of Donetsk is richer in continental constituents, including ones with a high indicator value ($K = 8, 9$). The flora of spoil heaps in Upper Sile-

sia shows a larger participation of species with an intermediate indicator value as well as of the less numerous atlantic species. This phenomenon corresponds to a relatively large share of native species in both floras and it mirrors their link to regional (national) floras. A similar phenomenon has been observed after parallel comparisons of floras of coal-mining areas in industrial centres in Germany (the Ruhr Coal Basin) (ROSTAŃSKI, WOŹNIAK 2001) and in England (the Black Country) (ROSTAŃSKI, TRUEMAN 2001).

The analysis of spectrum of plant life strategies (Fig. 10) shows a relatively high similarity of the floras in this respect. Groups of considerable quantity in both floras are formed by competitors (C) as well as plants which show strategies of the CS, CR (dominant in Ukraine) and CSR (dominant in Poland) types. General similarity of the floras reflects similar phenomena which have accompanied the process of colonisation of mining spoil heap habitats by plants in distant regions of Europe.

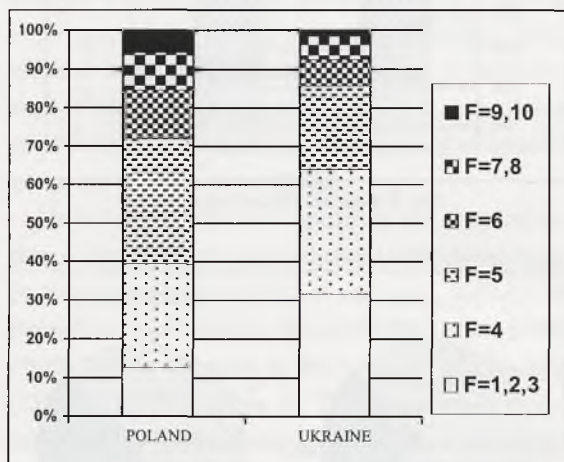


Fig. 6. Humidity (F) indicator value.

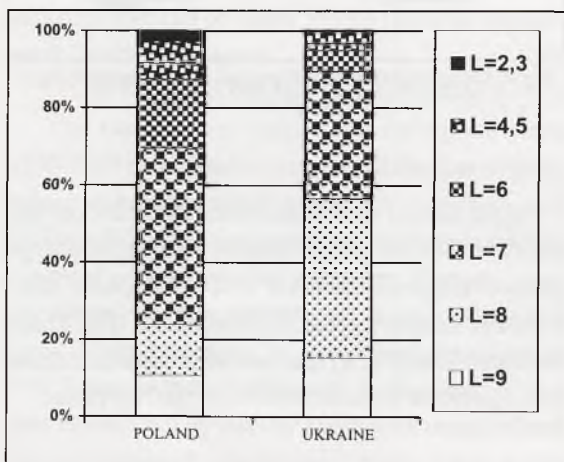


Fig. 7. Light (L) indicator value.

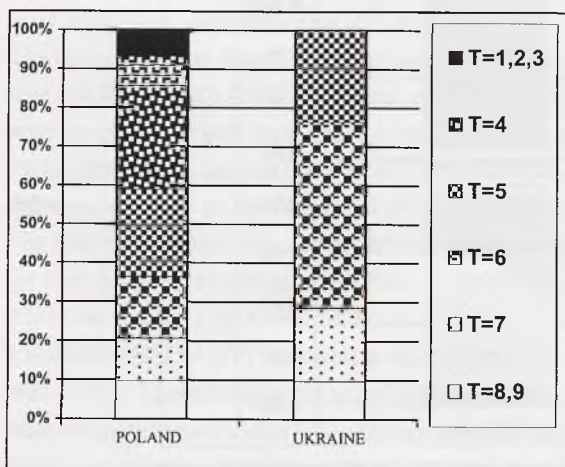


Fig. 8. Temperature (T) indicator value.

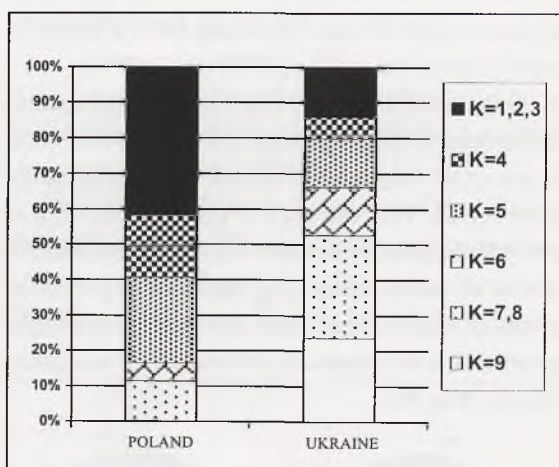


Fig. 9. Continentality (K) indicator value.

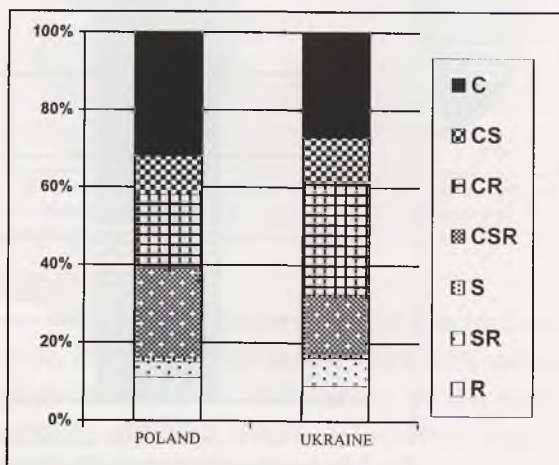


Fig. 10. Grime's ecological strategies. R – ruderal, C – competitor, S – stress tolerant species.

CONCLUSIONS

1. On the basis of analysis of ecological indicator values in the compared spontaneous floras, a partial similarity between them may be ascertained (related to the number of species, life forms, fertility requirements, substrate pH preferences, ecological strategies of species), but also conspicuous differences are seen (percentage of neophytes, ecological groups of the flora, temperature, light and humidity indicator values as well as the continentality indicator value).
2. The abundance of a portion of species in both investigated industrial regions differs significantly. Some groups of species occur in large numbers only in one of the regions (e.g. mountain and hygrophilous species – in Upper Silesia, steppe helio- and thermophilous species – in the Donetsk Coal Basin).
3. The characteristics of both investigated floras reflects their link with regional (national) floras, which seems to correspond to a relatively large proportion of native species in their composition. Percentage of indigenous species in the Ukrainian flora is higher in older stage of succession.
4. General similarity of the floras with respect to ecological strategies may reflect similar phenomena which have accompanied the process of colonisation of mining spoil heap habitats by plants in distant regions of Europe.

REFERENCES

- Burda R. I., Ostapko W. M. 1993. Automated database of the flora of South-East of Ukraine. *Introdukcja i aklimatyzacja roślin*, 20: 3-11.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. *Scripta Geobotanica*, 18: 1-258. Universität Göttingen, Göttingen.
- Frank D., Klotz S. 1990. *Biologisch - Ökologische daten zur flora der DDR*. Martin Luther Universität. Halle – Wittenberg Wissenschaftliche Beiträge. Halle (Saale), ss. 103.
- Grime J. P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons, Chichester, ss. 218.
- Kondratjuk E. N., Burda R. I., Ostapko W. M. 1985. *Konspekt flory jugo-vostoka Ukrainy*. *Naukova Dumka*, Kiev, ss. 272.
- Mirek Z., Piękoś-Mirek H., Zajac A., Zajac M. 1995. *Vascular plants of Poland a checklist*. *Polish Botanical Studies*. No 15, Kraków, ss. 308.
- Rostański A. 1991. *Spontaniczna sukcesja roślinności na wybranych zwalach przemysłowych w województwie katowickim*. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, 3: 35 - 38. *WBiOŚ, WNoZ UŚ, Katowice - Sosnowiec*.
- Rostański A. 1998. *Spontaneous flora on coal spoil heaps in Upper Silesia (Poland)*, p.: 488-491. In: Sarsby R. W. (Ed.) *Contaminated and derelict land. The proceedings of Green 2: the second international symposium on Geotechnics Related to the Environment held in Kraków, Poland, September 1997*. Thomas Telford, London.
- Rostański A. 2000. *Podsumowanie badań flory terenów przemysłowych na Górnym Śląsku (1989-1999)*. *Acta Biol. Siles.*, 35 (52): 131-154.

Rostański A., Trueman I. C. 2001. *A comparison of the spontaneous floras of coal mine heaps in two European industrial regions - Upper Silesia (Southern Poland) and the Black Country (UK)*, p.: 561-566. In: Sarsby R. W., Meggyessy T. (Eds.) *GREEN 3 - The exploitation of natural resources and the consequences*. Thomas Telford, London.

Rostański A., Woźniak G. 2001. *The development of vegetation on industrial wastelands in Upper Silesia (Poland) and the Ruhr Region (Germany)*, p.: 259-269. In: Jackowiak B., Żukowski W. (Eds.) *"Mechanisms of Anthropogenic Changes of the Plant Cover"*. Dept. of Plant Taxonomy U. A. M., Poznań.

Sudnik-Wójcikowska B., Koźniewska B. 1988. *Słownik z zakresu synantropizacji szaty roślinnej*. Uniwersytet Warszawski, Warszawa, ss. 93.

Tshierepanov S. K. 1973. *Svod dopolnennyj i izmjenennyj k "Florje SSSR"*. (T.1-30). Nauka, Moskva, pp. 667.

ZHukov S. 1997. *Do vyboru mjetodiki vivchjenija dynamiki roslinnosti v umovah tjerikonov*, s.: 197-198. W: *"Problemy botaniki na porozi trjetogo tisjachletja"*. *Materjaly X Zjezdu Ukrainського Botanichevskogo Tovaristva*, Kiev.

ZHukov S. P. 1999a. *Antropogennaja sukcesija rastitelnosti otvalov ugolnych schahit Donbassa*. *Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni biologicheskich nauk*: 03.00.16. – Dnepropetrovsk, pp. 205.

ZHukov S. P. 1999b. *Pro naprjam antropogennoi sukcesii roslinnosti vidvaliv vugilnih schahit Donbasu*. *Ukrainskij Botanichevskij Zhurnal*, 3: 244-249.

PORÓWNANIE FLORY ZWAŁOWISK POGÓRNICZYCH GÓRNEGO ŚLĄSKA (POLSKA) I DONIECKIEGO OKRĘGU WĘGLOWEGO (UKRAINA)

ADAM ROSTAŃSKI*, SERGHEJ ZHUKOV**

*Uniwersytet Śląski

Katedra Botaniki Systematycznej

ul. Jagiellońska 28, PL-40 - 032 KATOWICE

**Ogród Botaniczny Akademii Nauk Ukrainy

Illicha 110, DONIECK-59, 83059 Ukraina

(nadesłano 15 listopada 2001,
zaakceptowano 14 grudnia 2001)

Recenzent pracy: Ryszard Ciepał

ABSTRAKT

Praca prezentuje wyniki badań florystycznych prowadzonych na hałdach pogórnich w Zagłębiu Donieckim (Ukraina) i na Górnym Śląsku (Polska), w celu porównania specyfiki spontanicznej flory podobnych obiektów zlokalizowanych w przemysłowych regionach obu krajów.

Analiza flor obu centrów przemysłowych wykazała generalne podobieństwa, ale też i dość wyraźne różnice pod względem ich składu ilościowego i jakościowego. Najważniejsze różnice dotyczyły pochodzenia roślin (przynależność do grup ekologicznych, stopień kontynentalizmu) oraz wybranych preferencji ekologicznych gatunków (zapotrzebowanie na światło,

wymagania termiczne).

SŁOWA KLUCZOWE: tereny poprzemysłowe, Ukraina, Polska, flora naczyniowa, wskaźniki ekologiczne

STRESZCZENIE

Eksploatacja kopalin, procesy uprzemysłowienia i urbanizacji, gęsta sieć dróg i linii kolejowych to stałe elementy krajobrazu przemysłowych regionów Europy. Przemysł wydobywczy, hutnictwo, energetyka powodowały i powodują dość znaczną degradację powierzchni ziemi, m.in. przez składowanie odpadów. Zdegradowane przez przemysł tereny – hałdy powęglowe – podlegają procesom spontanicznej sukcesji roślinności.

Praca prezentuje wyniki badań terenowych, których celem było ustalenie podobieństw i różnic spon-

tanicznej pokrywy roślinnej rozwijającej się na podobnych siedliskach przemysłowych Górnego Śląska (Polska) i Okręgu Donieckiego (Ukraina). Prowadzone w latach 1990-2000 badania obejmowały kartowanie flory siedlisk poprzemysłowych (hałd po górnictwie węgla kamiennego), podlegających spontanicznym procesom zarastania przez roślinność.

Analiza flor obu centrów przemysłowych wykazała generalne podobieństwa, ale też i dość wyraźne różnice pod względem ich składu ilościowego i jakościowego. Najważniejsze różnice dotyczyły pochodzenia roślin (przynależność do grup ekologicznych, stopień kontynentalizmu) oraz wybranych preferencji ekologicznych gatunków (zapotrzebowanie na światło, wymagania termiczne).

Table 1. List of species in the flora of mining spoil heaps in the Donetsk Industrial District. Geographical-historical groups: Ap – apophytes (native plant species), Ne – neophytes (alien plant species, includes kenophytes – “newcomers” and archeophytes – “oldcomers”). Ecological groups: Sil – forest and scrub wood species, St – steppe species (in the broad sense), pSt – proper steppe species, Pt – petrophilous species, Ps – psammophilous species, Pr – meadow species, Hl – halophytes, Pl – waterside and wetland species, Syn – species of synanthropic habitats. Abundance (% of localities): 1- sporadic, 2 – very rare, 3 – rare, 4 – numerous, 5 – very numerous, 6 – common.

No	Name of species	Family	Geograph. -historical groups	Ecological groups	Abundance in Ukraina (Doneck Distr.)	Abundance in Poland (Katowice Distr.)
1.	<i>Acer campestre</i> L.	Aceraceae	Ap	Sil	1	
2.	<i>Acer negundo</i> L.	Aceraceae	Ne	Syn	4	3
3.	<i>Achillea collina</i> J. BECK. ex REICHENB.	Asteraceae	Ap	Pr	6	
4.	<i>Achillea nobilis</i> L.	Asteraceae	Ap	pSt	3	
5.	<i>Achillea pannonica</i> SCHEELE	Asteraceae	Ap	St	1	
6.	<i>Agropyron pectinatum</i> (BIEB.) BEAUV.	Poaceae	Ap	St	1	
7.	<i>Ailanthus altissima</i> (MILL.) SWINGLE	Simaroubaceae	Ne	Syn	1	
8.	<i>Ajuga genevensis</i> L.	Lamiaceae	Ap	pSt	1	
9.	<i>Ajuga pseudochia</i> SCHOST.	Lamiaceae	Ap	St	1	
10.	<i>Allium cepa</i> L.	Alliaceae	Ne	Syn	1	
11.	<i>Amaranthus albus</i> L.	Amaranthaceae	Ne	Syn	2	1
12.	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	Ne	Syn	1	3
13.	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Asteraceae	Ne	Syn	5	
14.	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Fabaceae	Ne	Syn	1	
15.	<i>Anchusa italica</i> RETZ.	Boraginaceae	Ne	Syn	1	
16.	<i>Anisantha tectorum</i> (L.) NEVSKI (= <i>Bromus tectorum</i> L.)	Poaceae	Ne	Syn	4	1
17.	<i>Arctium minus</i> (HILL.) BERNH.	Asteraceae	Ap	Syn	1	3
18.	<i>Arctium tomentosum</i> MILL.	Asteraceae	Ap	Syn	1	3
19.	<i>Arenaria uralensis</i> PALL. ex SPRENG	Caryophyllaceae	Ap	St	2	
20.	<i>Armeniaca vulgaris</i> LAM.	Rosaceae	Ne	Syn	3	
21.	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Asteraceae	Ne	Syn	6	2
22.	<i>Artemisia marschalliana</i> SPRENG.	Asteraceae	Ap	pSt	2	
23.	<i>Artemisia repens</i> PALL. ex WILLD. (= <i>A. austriaca</i> JACQ.)	Asteraceae	Ap	pSt	4	
24.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Asteraceae	Ap	Pr	2	6
25.	<i>Asperugo procumbens</i> L.	Boraginaceae	Ne	Syn	1	
26.	<i>Astragalus sulcatus</i> L.	Fabaceae	Ap	Pr	1	
27.	<i>Atriplex micrantha</i> C. A. MAY	Chenopodiaceae	Ap	Hl	1	

Tab. 1. – continuation.

No	Name of species	Family	Geograph. -historical groups	Ecological groups	Abundance in Ukraina (Doneck Distr.)	Abundance in Poland (Katowice Distr.)
28.	<i>Atriplex oblongifolia</i> WALDST. et KIT.	Chenopodiaceae	Ap	Syn	1	
29.	<i>Atriplex tataricum</i> L.	Chenopodiaceae	Ne	Syn	1	2
30.	<i>Avena fatua</i> L.	Poaceae	Ne	Syn	1	1
31.	<i>Balloia nigra</i> L.	Lamiaceae	Ne	Syn	1	1
32.	<i>Berteroa incana</i> (L.) D.C.	Brassicaceae	Ap	pSt	5	3
33.	<i>Betula pendula</i> ROTH.	Betulaceae	Ap	Sil	1	6
34.	<i>Bidens tripartita</i> L.	Asteraceae	Ap	Pl	1	2
35.	<i>Brassica juncea</i> (L.) CZERN.	Brassicaceae	Ne	Syn	1	
36.	<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. KOCH	Brassicaceae	Ne	Syn	1	2
37.	<i>Bromopsis inermis</i> (LEYSS.) HOLUB (= <i>Bromus inermis</i> LEYSS.)	Poaceae	Ap	St	2	1
38.	<i>Bromopsis riparia</i> (REHM.) HOLUB	Poaceae	Ap	St	1	
39.	<i>Bromus japonicus</i> THUNB.	Poaceae	Ne	Syn	2	
40.	<i>Bromus squarrosus</i> L.	Poaceae	Ap	pSt	3	
41.	<i>Bryonia alba</i> L.	Cucurbitaceae	Ne	Syn	1	1
42.	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) ROTH.	Poaceae	Ap	Pr	2	6
43.	<i>Camelina microcarpa</i> ANDRZ.	Brassicaceae	Ap	St	2	
44.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MEDIK	Brassicaceae	Ne	Syn	2	5
45.	<i>Caragana arborescens</i> LAM.	Fabaceae	Ne	Syn	1	2
46.	<i>Cardaria draba</i> (L.) DESV.	Asteraceae	Ne	Syn	3	2
47.	<i>Carduus acanthoides</i> L.	Asteraceae	Ap	St	3	3
48.	<i>Carduus pseudocollinus</i> (SCHMALLH.) KLOK.	Asteraceae	Ap	St	1	
49.	<i>Celtis occidentalis</i> L.	Ulmaceae	Ne	Syn	1	
50.	<i>Centaurea diffusa</i> LAM.	Asteraceae	Ap	pSt	6	
51.	<i>Cephalaria uralensis</i> (MURR) ROEM et SCHULT	Dipsacaceae	Ap	Pt	1	
52.	<i>Cerasus fruticosa</i> PALL.	Rosaceae	Ap	St	1	
53.	<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) MILL.	Rosaceae	Ne	Syn	1	
54.	<i>Cerasus vulgaris</i> MILL.	Rosaceae	Ne	Syn	1	1
55.	<i>Ceratocephala testiculata</i> (CRANTZ) BESS.	Ranunculaceae	Ap	PSt	1	
56.	<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	Chenopodiaceae	Ap	Ps	1	
57.	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	Ne	Syn	4	5
58.	<i>Chenopodium betaceum</i> ANDR.	Chenopodiaceae	Ne	Syn	1	1
59.	<i>Chenopodium glaucum</i> L.	Chenopodiaceae	Ap	Hl	1	2
60.	<i>Chenopodium urticum</i> L.	Chenopodiaceae	Ne	Syn	1	
61.	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Asteraceae	Ap	PSt	1	
62.	<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	Ap	St	3	4
63.	<i>Cirsium setosum</i> (WILD.) BESS.	Asteraceae	Ne	Syn	2	
64.	<i>Cirsium ucrainicum</i> BESS.	Asteraceae	Ap	St	3	
65.	<i>Consolida paniculata</i> (HOST) SHUR	Ranunculaceae	Ne	Syn	2	
66.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Ne	Syn	4	3
67.	<i>Conyza canadensis</i> (L.) CRONQUIST (= <i>Erigeron canadensis</i> L.)	Asteraceae	Ne	Syn	2	5
68.	<i>Cotinus coggyria</i> SCOP.	Anacardiaceae	Ne	Syn	1	
69.	<i>Crambe tataria</i> SEBOK	Brassicaceae	Ap	PSt	2	
70.	<i>Crepis tectorum</i> L.	Asteraceae	Ap	Syn	1	3
71.	<i>Crinitaria villosa</i> (L.) FRESCH.	Asteraceae	Ap	St	1	
72.	<i>Cuscuta approximata</i> BAB.	Cuscutaceae	Ap	St	1	
73.	<i>Cuscuta campestris</i> YUNCK.	Cuscutaceae	Ap	St	1	
74.	<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (NUTT.) FRESEN	Asteraceae	Ne	Syn	1	
75.	<i>Cynoglossum officinale</i> L.	Boraginaceae	Ne	Syn	2	
76.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	Ap	Pr	1	5

Tab. 1. – continuation.

No	Name of species	Family	Geograph. -historical groups	Ecological groups	Abundance in Ukraina (Doneck Distr.)	Abundance in Poland (Katowice Distr.)
77.	<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae	Ap	St	4	6
78.	<i>Descurainia sophia</i> (L.) WEBB ex PRANTL	Brassicaceae	Ne	Syn	1	
79.	<i>Dianthus andrzejowskianus</i> (ZAPAL.) KULCZ.	Caryophyllaceae	Ap	St	1	
80.	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) SCOP.	Poaceae	Ap	Ps	2	
81.	<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	Brassicaceae	Ne	Syn	3	
82.	<i>Dracocephalum thymiflorum</i> L.	Lamiaceae	Ap	St	1	
83.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) B.P.	Poaceae	Ne	Syn	1	2
84.	<i>Echium vulgare</i> L.	Boraginaceae	Ap	St	6	5
85.	<i>Eleagnus angustifolia</i> L.	Eleagnaceae	Ne	Syn	1	1
86.	<i>Elytrigia intermedia</i> (HOST.) NEVSKI	Poaceae	Ap	pSt	1	
87.	<i>Elytrigia repens</i> (L.) NEVSKI	Poaceae	Ap	pSt	4	4
88.	<i>Eragrostis minor</i> HOST	Poaceae	Ne	Syn	1	1
89.	<i>Erigeron acris</i> L.	Asteraceae	Ap	pSt	3	4
90.	<i>Erigeron podolicus</i> BESS.	Asteraceae	Ap	pSt	1	
91.	<i>Erophila verna</i> (L.) BESS.	Brassicaceae	Ap	St	1	
92.	<i>Erucastrum armoracioides</i> (CZERN. ex TURCZ.) CRUCHET	Brassicaceae	Ne	Syn	4	
93.	<i>Eryngium campestre</i> L.	Apiaceae	Ap	St	1	
94.	<i>Erysimum canescens</i> ROTH	Brassicaceae	Ap	St	3	
95.	<i>Euphorbia seguieriana</i> NECK.	Euphorbiaceae	Ap	St	1	
96.	<i>Euphorbia virgultosa</i> KLOK.	Euphorbiaceae	Ap	pSt	3	
97.	<i>Falcaria vulgaris</i> BERNII.	Apiaceae	Ap	St	3	
98.	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. LÖVE (= <i>Polygonum convolvulus</i> L.)	Polygonaceae	Ne	Syn	3	2
99.	<i>Festuca rubra</i> L.	Poaceae	Ap	Pr	2	3
100.	<i>Filago arvensis</i> L.	Asteraceae	Ap	Ps	1	
101.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Oleaceae	Ap	Sil	2	3
102.	<i>Fumaria schleicheri</i> SOY.-WILLEM.	Fumariaceae	Ne	Syn	2	
103.	<i>Galatella rossica</i> NOVOPOKR.	Asteraceae	Ap	St	1	
104.	<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	Ap	Sil	1	2
105.	<i>Galium humifusum</i> BIEB.	Rubiaceae	Ne	Syn	4	
106.	<i>Geum urbanum</i> L.	Rosaceae	Ap	Sil	1	2
107.	<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) J. RUDOLPH	Papaveraceae	Ne	Syn	2	
108.	<i>Goniolimon tataricum</i> (L.) BOISS.	Limonaceae	Ap	St	1	
109.	<i>Grindelia squarrosa</i> (PURCH) DUN.	Asteraceae	Ne	Syn	1	
110.	<i>Grossularia reclinata</i> (L.) MILL.	Grossulariaceae	Ne	Syn	1	
111.	<i>Gypsophila paniculata</i> L.	Caryophyllaceae	Ap	Pt	2	
112.	<i>Gypsophila paulii</i> KLOK.	Caryophyllaceae	Ap	Hl	1	
113.	<i>Gypsophila scorsoneriifolia</i> SER.	Caryophyllaceae	Ne	Syn	3	
114.	<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	Ne	Syn	1	
115.	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) MOENCH	Asteraceae	Ap	Ps	1	
116.	<i>Heliotropium ellipticum</i> LEDEB.	Boraginaceae	Ap	Ps	1	
117.	<i>Heracleum sibiricum</i> L.	Apiaceae	Ap	Pr	1	
118.	<i>Herniaria glabra</i> L.	Caryophyllaceae	Ap	St	1	1
119.	<i>Hieracium echioides</i> LUMN.	Asteraceae	Ap	Ps	4	
120.	<i>Hieracium robustum</i> FRIES.	Asteraceae	Ap	Pt	4	
121.	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	Asteraceae	Ap	St	1	3
122.	<i>Hieracium virosum</i> PALL.	Asteraceae	Ap	Pt	3	
123.	<i>Holosteum umbellatum</i> L.	Caryophyllaceae	Ap	St	2	
124.	<i>Humulus lupulus</i> L.	Cannabaceae	Ap	Sil	1	1
125.	<i>Hyoscyamus niger</i> L.	Solanaceae	Ne	Syn	1	

Tab. 1. – continuation.

No	Name of species	Family	Geograph. -historical groups	Ecological groups	Abundance in Ukraina (Doneck Distr.)	Abundance in Poland (Katowice Distr.)
126.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Hypericaceae	Ap	pSt	2	4
127.	<i>Inula aspera</i> POIR.	Asteraceae	Ap	St	1	
128.	<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	Ne	Syn	1	
129.	<i>Kochia laniflora</i> (S.G. GMEL.) BORB.	Chenopodiaceae	Ap	Ps	3	
130.	<i>Kochia prostrata</i> (L.) SCHRAD.	Chenopodiaceae	Ap	Pt	1	
131.	<i>Kochia scoparia</i> SCHRAD.	Chenopodiaceae	Ne	Syn	1	2
132.	<i>Koeleria cristata</i> (L.) PERS.	Poaceae	Ap	St	1	
133.	<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	Ne	Syn	3	3
134.	<i>Lactuca tatarica</i> (L.) C.A. MAY	Asteraceae	Ne	Syn	4	
135.	<i>Lamium paczoscianum</i> WOROSCH.	Lamiaceae	Ap	St	1	
136.	<i>Lamium purpureum</i> L.	Lamiaceae	Ne	Syn	2	3
137.	<i>Lappula squarrosa</i> (RETZ) DUMORT	Boraginaceae	Ne	Syn	3	
138.	<i>Leontodon autumnalis</i> L.	Asteraceae	Ap	Pr	1	3
139.	<i>Lepidium campestre</i> (L.) R. BR.	Brassicaceae	Ne	Syn	1	2
140.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Oleaceae	Ap	Sil	1	
141.	<i>Linaria genistifolia</i> (L.) MILL.	Scrophulariaceae	Ap	St	5	
142.	<i>Linaria vulgaris</i> MILL.	Scrophulariaceae	Ap	St	5	3
143.	<i>Lonicera tatarica</i> L.	Caprifoliaceae	Ne	Syn	1	
144.	<i>Lotus ucrainicus</i> KLOK.	Fabaceae	Ap	Pr	1	
145.	<i>Lycopersicum esculentum</i> MILL.	Solanaceae	Ne	Syn	1	
146.	<i>Lythrum salicaria</i> L.	Lythraceae	Ap	Pl	1	2
147.	<i>Malus domestica</i> BORKH.	Rosaceae	Ne	Syn	1	
148.	<i>Malva neglecta</i> WALLR.	Malvaceae	Ne	Syn	1	2
149.	<i>Marrubium praecox</i> JANKA	Lamiaceae	Ap	St	1	
150.	<i>Medicago lupulina</i> L.	Fabaceae	Ap	Pr	1	5
151.	<i>Medicago romanica</i> PROD.	Fabaceae	Ap	pSt	3	
152.	<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	Ne	Syn	1	3
153.	<i>Melandrium album</i> (MILL.) GARCKE	Caryophyllaceae	Ap	Sil	2	4
154.	<i>Melica transsilvanica</i> SHUR	Poaceae	Ap	St	4	
155.	<i>Melilotus alba</i> MEDIK.	Fabaceae	Ap	pSt	1	5
156.	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) PALL.	Fabaceae	Ap	St	5	4
157.	<i>Mentha piperita</i> L.	Lamiaceae	Ne	Syn	1	
158.	<i>Microthlaspi perfoliatum</i> (L.) F.K. MEY	Brassicaceae	Ne	Syn	1	
159.	<i>Nonea rossica</i> STEV.	Boraginaceae	Ap	St	1	
160.	<i>Oberna behen</i> (L.) IKONN.	Caryophyllaceae	Ap	Pr	5	
161.	<i>Oberna procumbens</i> (MURR.) IKONN.	Caryophyllaceae	Ap	Pr	1	
162.	<i>Odontites vulgaris</i> MOENCH	Scrophulariaceae	Ap	Pr	1	1
163.	<i>Onopordon acanthium</i> L.	Asteraceae	Ne	Syn	1	
164.	<i>Orthantha lutea</i> (L.) A. KERNER ex WETTST.	Scrophulariaceae	Ap	pSt	1	
165.	<i>Otites donetzika</i> KLEOP.	Caryophyllaceae	Ap	pSt	1	
166.	<i>Panicum miliaceum</i> L.	Poaceae	Ne	Syn	1	1
167.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) PLANCH	Vitaceae	Ne	Syn	1	
168.	<i>Persicaria maculata</i> (RAFN.) A.&D. LOVE	Polygonaceae	Ap	Pl	3	3
169.	<i>Phragmites australis</i> (CAV.)TRIN. ex STEUD.	Poaceae	Ap	Pl	2	3
170.	<i>Picris hieracioides</i> L.	Asteraceae	Ap	Syn	4	3
171.	<i>Pinus pallasiana</i> D. DON	Pinaceae	Ne	Sil	1	
172.	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pinaceae	Ap	Ps	1	4
173.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	Ap	pSt	2	5
174.	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	Ap	Syn	1	5
175.	<i>Plantago scabra</i> MOENCH	Plantaginaceae	Ap	Ps	1	
176.	<i>Plantago stepposa</i> KUPRIAN	Plantaginaceae	Ap	St	1	

Tab. 1. – continuation.

No	Name of species	Family	Geograph. -historical groups	Ecological groups	Abundance in Ukraina (Doneck Distr.)	Abundance in Poland (Katowice Distr.)
177.	<i>Poa angustifolia</i> L.	Poaceae	Ap	St	4	
178.	<i>Poa bulbosa</i> L.	Poaceae	Ap	St	2	
179.	<i>Poa compressa</i> L.	Poaceae	Ap	St	4	5
180.	<i>Poa pratensis</i> L.	Poaceae	Ap	Pr	4	5
181.	<i>Polycnemum arvense</i> L.	Chenopodiaceae	Ap	pSt	3	
182.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	Ap	Syn	4	4
183.	<i>Polygonum hypanicum</i> KLOK.	Polygonaceae	Ap	Pr	1	
184.	<i>Populus balsamifera</i> L.	Salicaceae	Ne	Syn	1	1
185.	<i>Populus bolleana</i> LAUCHE	Salicaceae	Ne	Syn	1	
186.	<i>Populus nigra</i> L.	Salicaceae	Ap	Sil	1	2
187.	<i>Potentilla argentea</i> L. s.s.	Rosaceae	Ap	St	3	2
188.	<i>Potentilla impolita</i> WAHLENB.	Rosaceae	Ap	St	1	
189.	<i>Potentilla pilosa</i> WILD.	Rosaceae	Ap	St	2	
190.	<i>Prunus stepposa</i> KOTOV	Rosaceae	Ap	Sil	1	
191.	<i>Psammophiliella muralis</i> (L.) IKONN.	Caryophyllaceae	Ap	Ps	1	
192.	<i>Puccinellia distans</i> (JACQ.) PARL.	Poaceae	Ap	Hl	1	2
193.	<i>Pyrus communis</i> L.	Rosaceae	Ne	Syn	1	
194.	<i>Quercus robur</i> L.	Fagaceae	Ne	Syn	1	3
195.	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	Ne	Syn	1	2
196.	<i>Reseda lutea</i> L.	Resedaceae	Ap	St	5	4
197.	<i>Robinia pseudacacia</i> L.	Fabaceae	Ne	Syn	2	5
198.	<i>Rosa lapidosa</i> DUBOVİK	Rosaceae	Ap	Sil	1	
199.	<i>Rosa lupulina</i> DUBOVİK	Rosaceae	Ne	Syn	1	
200.	<i>Rumex acetosella</i> L.	Polygonaceae	Ap	Pr	2	3
201.	<i>Rumex confertus</i> WILLD.	Polygonaceae	Ap	Pr	1	
202.	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	Ap	Pr	3	3
203.	<i>Rumex stenophyllus</i> LEDEB.	Polygonaceae	Ap	Pl	3	
204.	<i>Salsola australis</i> R. BR.	Chenopodiaceae	Ne	Syn	2	
205.	<i>Salsola soda</i> L.	Chenopodiaceae	Ap	Hl	1	
206.	<i>Salsola tamariscina</i> PALL.	Chenopodiaceae	Ap	Hl	1	
207.	<i>Salvia nutans</i> L.	Lamiaceae	Ap	pSt	1	
208.	<i>Salvia tesquicola</i> KLOK. & POBED	Lamiaceae	Ap	pSt	3	
209.	<i>Salvia verticillata</i> L.	Lamiaceae	Ap	pSt	3	1
210.	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	Rosaceae	Ap	Pr	1	
211.	<i>Saponaria officinalis</i> L.	Caryophyllaceae	Ap	Syn	2	3
212.	<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	Dipsacaceae	Ap	St	2	2
213.	<i>Securinega varia</i> (L.) LASSEN	Fabaceae	Ap	St	2	
214.	<i>Sedum reflexum</i> L.	Crassulaceae	Ne	Syn	1	1
215.	<i>Senecio erucifolius</i> L.	Asteraceae	Ap	Hl	1	
216.	<i>Senecio jacobaea</i> L.	Asteraceae	Ap	Pr	3	1
217.	<i>Senecio vernalis</i> WALDST. & KIT.	Asteraceae	Ne	Syn	2	3
218.	<i>Senecio viscosus</i> L.	Asteraceae	Ne	Syn	1	4
219.	<i>Seseli campestre</i> BESS.	Apiaceae	Ap	St	2	
220.	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. BEAUV.	Poaceae	Ne	Syn	1	2
221.	<i>Sideritis montana</i> L.	Lamiaceae	Ap	pSt	2	
222.	<i>Silene dichotoma</i> EHRH.	Caryophyllaceae	Ne	Syn	2	
223.	<i>Silene supina</i> BIEB.	Caryophyllaceae	Ap	Pt	2	
224.	<i>Silene viscosa</i> (L.) PERS.	Caryophyllaceae	Ap	pSt	1	
225.	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	Ne	Syn	2	3
226.	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Brassicaceae	Ne	Syn	1	3
227.	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Brassicaceae	Ne	Syn	2	2

Tab. 1. – continuation.

No	Name of species	Family	Geograph. -historical groups	Ecological groups	Abundance in Ukraina (Doneck Distr.)	Abundance in Poland (Katowice Distr.)
228.	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) SCOP.	Brassicaceae	Ne	Syn	2	4
229.	<i>Solanum dulcamara</i> L.	Solanaceae	Ne	Syn	1	1
230.	<i>Solanum schultesii</i> OPIZ	Solanaceae	Ne	Syn	1	
231.	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Asteraceae	Ap	Syn	2	4
232.	<i>Sonchus asper</i> (L.) HILL.	Asteraceae	Ne	Syn	1	3
233.	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	Ne	Syn	1	2
234.	<i>Sorbus aucuparia</i> L. em. HEDL.	Rosaceae	Ne	Syn	1	4
235.	<i>Spergularia rubra</i> (L.) J. & C. PRESL.	Caryophyllaceae	Ap	Hl	1	1
236.	<i>Stachys neglecta</i> KLOK. & KOSSKO	Lamiaceae	Ne	Syn	1	
237.	<i>Stachys transsylvanica</i> SHUR	Lamiaceae	Ap	Pt	2	
238.	<i>Stipa capillata</i> L.	Poaceae	Ap	pSt	1	
239.	<i>Tamarix ramosissima</i> LEDEB.	Tamaricaceae	Ap	Hl	1	
240.	<i>Tanacetum millefolium</i> (L.) TZVEL.	Asteraceae	Ap	St	1	
241.	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Asteraceae	Ap	Pr	3	5
242.	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. WEIGG.	Asteraceae	Ap	Pr	4	5
243.	<i>Taraxacum serotinum</i> (WALDST. et KIT.) POIR.	Asteraceae	Ap	St	1	
244.	<i>Thesium arvense</i> HORVATOVSZKY	Santalaceae	Ap	St	3	
245.	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Brassicaceae	Ne	Syn	2	2
246.	<i>Tragopogon dasyrhynchus</i> ARTEM CZ.	Asteraceae	Ap	St	1	
247.	<i>Tragopogon major</i> JACQ.	Asteraceae	Ap	pSt	4	
248.	<i>Trifolium hybridum</i> L.	Fabaceae	Ap	Pr	1	2
249.	<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	Ap	Pr	1	5
250.	<i>Tripleurospermum perforatum</i> MERAT) M. LAINZ (= <i>T. inodorum</i> L.)	Asteraceae	Ne	Syn	2	5
251.	<i>Tripolium vulgare</i> NEES	Asteraceae	Ap	Hl	1	
252.	<i>Ulmus laevis</i> PALL.	Ulmaceae	Ap	Sil	1	
253.	<i>Ulmus pumila</i> L.	Ulmaceae	Ne	Syn	1	
254.	<i>Verbascum lychnitis</i> L.	Scrophulariaceae	Ap	Syn	3	2
255.	<i>Verbascum ovalifolium</i> DONN ex SIMS	Scrophulariaceae	Ap	St	1	
256.	<i>Verbascum phoeniceum</i> L.	Scrophulariaceae	Ap	St	1	
257.	<i>Veronica sclerophylla</i> DUBOVİK	Scrophulariaceae	Ap	pSt	1	
258.	<i>Vicia cracca</i> L.	Fabaceae	Ne	Syn	1	4
259.	<i>Viola arvensis</i> MURRAY	Violaceae	Ne	Syn	1	2
260.	<i>Xanthium albinum</i> (WIDD.) H. SCHOLZ	Asteraceae	Ne	Syn	1	
261.	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	Ne	Syn	1	

