

*Paweł Olszewski\**

## FUNKCJE UŻYTKOWE SZATY ROŚLINNEJ NA TERENACH LIKWIDOWANYCH KOPALŃ WĘGLA KAMIENNEGO W ZAGŁĘBIU DĄBROWSKIM I ICH WYKORZYSTANIE W PROCESIE REKULTYWACJI

### Streszczenie

Badania zaprezentowane w niniejszym artykule zostały wykonane w celu określenia możliwości wykorzystania naturalnego procesu sukcesji wtórnej, jaka występuje na terenach zdegradowanych (w tym pogórnicych), w działaniach prowadzących do przywrócenia im wartości użytkowych. Połączenie i odpowiednie wykorzystanie sukcesji roślinnej z zaplanowanymi pracami projektowymi i ich praktyczną realizacją może przynieść korzyści ekonomiczne, społeczne, a także przyrodnicze.

Elementami zjawiska sukcesji są przede wszystkim gatunki flory naczyniowej i ich specyficzne ugrupowania (zespoły i zbiorowiska) „wkraczające”, między innymi na siedliska antropogeniczne zmienione i zniszczone. Zjawisko sukcesji na terenach przemysłowych, chociaż często opisywane, nie zostało przełożone na konkretne możliwości wykorzystania charakterystycznych dla terenów zdegradowanych ugrupowań i gatunków, zwłaszcza na terenach Zagłębia Dąbrowskiego i bliskich jego okolic.

Proces sukcesji może stać się jednym z podstawowych narzędzi przy projektowaniu i rekultywacji nie tylko zdegradowanych terenów pogórnicych, ale również innych obszarów przemysłowych, ponieważ gatunki roślin i ich zbiorowiska przedstawione w artykule „wkraczają” też na inne podłoża i zostały opisane w wielu wcześniejszych pracach badawczych.

Niniejszy artykuł jest podsumowaniem nieopublikowanej pracy doktorskiej, w której podjęto próbę wskazania pozytywnych i negatywnych aspektów procesu sukcesji wtórnej na terenach przemysłowych, a zwłaszcza pogórnicych. Praca zawiera wyniki szczegółowych badań florystycznych i fitosocjologicznych, przeprowadzonych na terenach dziesięciu likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim i jego okolicach. Wyniki te wykazały bioróżnorodność oraz potencjał szaty roślinnej, który można wykorzystać praktycznie.

Sukcesja roślinna jest zjawiskiem, które można wykorzystać wówczas, gdy gatunki i ugrupowania zaczynają pełnić specyficzne funkcje, tj.: bioindykacyjną, przeciwerozyjną, glebotwórczą, ozdobną, ekologiczną (w tym przyrodniczą) i edukacyjną.

Autor ma nadzieję, że publikacja ta nie tylko przybliży zjawisko sukcesji, ale również będzie przydatna w planowaniu przestrzennym oraz w procesie podejmowania decyzji dotyczących kierunków rekultywacji, a także sposobu ich realizacji. Wyniki badań i przykłady konkretnego zastosowania gatunków i ich ugrupowań powinny być przydatne jednostkom projektowym, zajmującym się rekultywacją i rewitalizacją wszystkich terenów przemysłowych.

### Use functions of plant cover on the sites of liquidated coal-mines in Dąbrowa Basin and their application in the process of reclamation

#### Abstract

Undertaking the studies described in the thesis aimed at presenting the possibilities of using the natural process of secondary succession, which occurs on degraded areas (including the post-mine ones) in works tending towards restoring use values to the sites. Appropriate use of plant succession as well as

\* Główny Instytut Górnictwa.

its connection with planned design work and its practical implementation can provide economic, social and natural benefits.

The elements of succession phenomenon are first of all species of vascular plants and their specific assemblages (associations and plant communities) entering anthropogenically deformed and destroyed habitats. Although the phenomenon of succession was frequently described on post-industrial sites, concrete possibilities of using floral assemblages and species characteristic of degraded areas, particularly on Dąbrowa Basin sites and its close surroundings were not determined.

The process of succession can become one of the basic tools used during designing and reclamation of not only degraded post-mine areas but also other post-industrial sites because the species and their communities presented in the thesis colonize other solum as well, and they were described in many previous research works.

The present paper is a summary of an unpublished doctoral dissertation which makes an attempt to indicate positive and negative aspects of the process of secondary succession on post-industrial sites and post-mine ones in particular. The thesis contains results of the detailed floral and phytosociological studies conducted on 10 sites of the liquidated coal-mines in Dąbrowa Basin and its surroundings. The results show biodiversity and plant cover potential which can be used practically.

Plant succession is a phenomenon which can be used when species and assemblages begin to fulfill bioindicational, antierosional, soil-forming, decorative, ecological (including natural) and educational functions.

The author hopes that the thesis will elucidate the phenomenon of succession as well as it will be useful in land use planning and during the process of decision-making concerning reclamation policies and ways of their realizations. The studies results and examples of concrete applications of species and their assemblages should be useful for designing units dealing with reclamation of all post-industrial sites.

## WPROWADZENIE

Niezależnie od specyfiki stosowanych zabiegów rekultywacyjnych, na podłoża poprzemysłowe „wkracza” roślinność, która kształtuje się w efekcie kolonizacji siedlisk odkształconych, czyli procesu spontanicznej sukcesji wtórnej. Tak ukształtowana roślinność ruderalna składa się zarówno z zespołów (asocjacji sensu Braun-Blanquet 1964), jak i zbiorowisk (fitocenozy) pionierskich, silnie powiązanych ze specyficznymi typami podłoża.

Roślinność ukształtowana w procesie sukcesji wtórnej pełni różne funkcje, do których należą między innymi: glebotwórcze, przeciwozyjne, wodochronne, ozdobne czy bioindykacyjne. Szata roślinna, z uwagi na różne uwarunkowania społeczne oraz historyczne, może mieć również funkcję edukacyjną. Zbiorowiska i zespoły roślinności ruderalnej ukształtowane na terenach pogórnicych (lub innych poprzemysłowych), w zależności od uwarunkowań fizyczno-geograficznych, pełnią również ważne funkcje ekologiczne. Są one zwykle niezauważane przez inwestorów i właścicieli takich terenów, chociaż stanowią swoiste, bardzo cenne ostoje siedliskowe dla licznych gatunków fauny i flory.

Proces rekultywacji (postępowanie administracyjne, uzgodnienia, projekt rekultywacji technicznej i biologicznej, realizacja) powinien być poprzedzony badaniami geobotanicznymi (florystycznymi i fitosocjologicznymi) w celu określenia indywidualnego potencjału zdegradowanego terenu i możliwości wykorzystania naturalnych procesów, jakie zachodzą w przyrodzie danego obszaru.

Badania omówione w pracy doktorskiej, na podstawie której został opracowany niniejszy artykuł, wykonano w celu przedstawienia możliwości wykorzystania naturalnego procesu sukcesji wtórnej, z jakim ma się do czynienia na terenach zdegrado-

wanych (w tym pogórnicych) w działaniach zmierzających do przywrócenia im wartości użytkowych. Umiejętne połączenie i odpowiednie wykorzystanie efektów sukcesji roślinnej z zaplanowanymi pracami projektowymi i ich realizacją może przynieść korzyści ekonomiczne i społeczne oraz przyrodnicze.

Elementami zjawiska sukcesji są przede wszystkim gatunki flory naczyniowej i ich specyficzne ugrupowania (zespoły i zbiorowiska) „wkraczające” między innymi na siedliska antropogeniczne zmienione i zniszczone. Zjawisko sukcesji na terenach przemysłowych, chociaż często opisywane, nie zostało dotąd zinterpretowane w kontekście konkretnych możliwości wykorzystania, zwłaszcza na terenie Zagłębia Dąbrowskiego i w jego bliskich okolicach. Doświadczenia autora jako pracownika Zakładu Terenów Przemysłowych i Gospodarki Odpadami Głównego Instytutu Górnictwa wskazały na nikłą znajomość zjawiska sukcesji i możliwości jej wykorzystania przez jednostki (samorządy lokalne, właściciele terenów, przedsiębiorcy, spółki górnicze), na których spoczywa obowiązek rekultywacji obszarów zdegradowanych. Rekultywację terenów przeprowadza się schematycznie, bez odpowiedniej analizy przyrodniczej, z wykorzystaniem minimalnych nakładów finansowych. W rezultacie takich działań często powstają wyrównane i uporządkowane tereny, wymagające odpowiedniej pielęgnacji i kolejnych nakładów finansowych.

W przekonaniu autora, zjawiska sukcesyjne można skutecznie wykorzystać, nie tylko przez tworzenie form ochrony przyrody, jak na przykład użytków ekologicznych lub zespołów przyrodniczo-krajobrazowych. Proces ten może stać się jednym z podstawowych narzędzi przy projektowaniu i rekultywacji zdegradowanych terenów pogórnicych, jak również innych obszarów przemysłowych, ponieważ gatunki i ich zbiorowiska przedstawione w opracowaniu „wkraczają” też na inne (nie tylko pogórnicych) podłoża i zostały opisane w wielu wcześniejszych pracach badawczych.

Obszar Zagłębia Dąbrowskiego w pierwszych latach prowadzenia badań (2001–2005) wydawał się najbardziej odpowiedni, ze względu na likwidację niemal całego przemysłu węglowego. Kolejne lata (2006–2008) wykazały, że niezależnie od potencjału, jakim charakteryzują się tereny pogórnicych, kierunki rekultywacji dotyczą ich gospodarczego wykorzystania i w żadnym przypadku nie zostały wykonane badania, w których nawet w niewielkim stopniu zostałyby uwzględniony samoczynny potencjał przyrodniczy tych terenów.

Sukcesja roślinna jest zjawiskiem, które można wykorzystać wówczas, gdy gatunki i ugrupowania zaczynają pełnić specyficzne funkcje, tj.: bioindykacyjną, przeciwiwerozyjną, glebotwórczą, ozdobną, ekologiczną (w tym przyrodniczą) i edukacyjną.

## 1. CEL PRACY

Celem pracy było zbadanie i określenie bogactwa florystycznego oraz bioróżnorodności szaty roślinnej i na tej podstawie przedstawienie jej funkcji praktycznych na terenach likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim, a także wskazanie możliwości ich wykorzystania w procesie rekultywacji silnie zdegradowanych obszarów przemysłowych.

Zrealizowanie założonego celu wymagało wykonania następujących zadań badawczych:

- przeprowadzenia studiów literaturowych,
- przeprowadzenia szczegółowych badań florystycznych na terenach likwidowanych kopalń,
- przeprowadzenia szczegółowych badań fitosocjologicznych zespołów i zbiorowisk roślinnych i na tej podstawie wytypowanie znaczących ugrupowań, które mogą znaleźć praktyczne wykorzystanie w procesie rekultywacji,
- przeprowadzenia badań terenowych i wykonania chemicznych analiz laboratoryjnych próbek pobranych z przewodnich zbiorowisk i zespołów roślinnych,
- wykonania waloryzowanych spisów florystycznych oraz na ich podstawie określenia udziału procentowego: form życiowych gatunków, grup biocenoekologicznych oraz zróżnicowania elementów geograficzno-historycznych,
- dokonania waloryzacji cech autekologicznych w zakresie wskaźników: świetlnego, trofizmu, wilgotności oraz kwasowości podłoża,
- opracowania tablic przewodnich zespołów i zbiorowisk roślinnych w celu dokonania szczegółowej charakterystyki ich struktury florystycznej oraz wskazania cech syntetycznych gatunków,
- określenia, na podstawie badań własnych i przeglądu literatury, szczególnych funkcji, jakie pełnią wybrane zespoły i zbiorowiska roślinne oraz wybrane gatunki roślin naczyniowych,
- przedstawienia możliwości i zakresu wykorzystania aplikacyjnych funkcji szaty roślinnej w procesie rekultywacji silnie zdegradowanych terenów pogórnich.

## 2. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

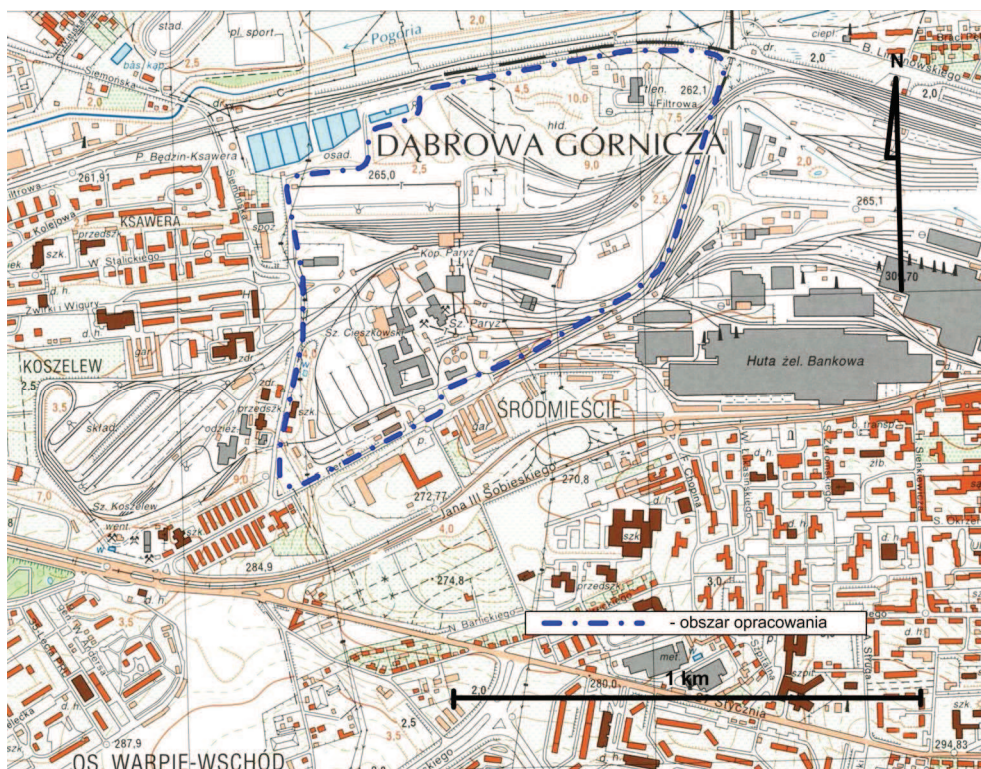
Zagłębie Dąbrowskie wraz z obszarem Jaworzna, według podziału fizyczno-geograficznego J. Kondrackiego (1994) należy do mezoregionów: Wyżyna Katowicka (341.13) i Pagóry Jaworznickie (341.13). Obie te jednostki wchodzi w skład makroregionu Wyżyna Śląska, będącej częścią podprowincji Wyżyna Śląsko-Krakowska.

Teren badań florystycznych stanowiły obszary po likwidowanych kopalniach węgla kamiennego: „Jowisz” w Wojkowicach, „Grodziec” w Grodźcu, „Saturn” (rej. ul. Węglowej) i „Czeladź-Saturn” (rej. ul. Granicznej) w Czeladzi, „Sosnowiec”, „Niwka-Modrzejów”, „Porąbka-Klimontów” (rej. ul. Kosynierów), „Klimontów” (rej. ul. Mjr. Hubala Dobrzańskiego) w Sosnowcu, „Paryż” w Dąbrowie Górniczej oraz „Jan Kanty” w Jaworznie (rej. ul. Grunwaldzkiej).

### 2.1. Charakterystyka terenu likwidowanej kopalni „Paryż” w Dąbrowie Górniczej (wybrany przykład charakterystyki powierzchni badawczej)

Obszar badań stanowiły bardzo rozległe (częściowo funkcjonujące) torowiska przy zakładzie przeróbczym kopalni, okolice budynków kubaturowych wokół szybu głównego oraz nadpoziomowe składowisko odpadów powęglowych zlokalizowane w północnej części rejonu badań. Część budynków kubaturowych kopalni jest użytkowana przez funkcjonujący Zakład Przeróbki Mechanicznej Węgla „Dąbrowa” Sp. z o.o. (rys. 1).

Powierzchnia obszaru badań obejmowała około 55,6 ha.



Rys. 1. Obszar badań florystycznych nieużytków likwidowanej kopalni „Paryż” w Dąbrowie Górniczej

Fig. 1. The area of floristical studies of the liquidated “Paryż” coal mine wasteland in Dąbrowa Górnicza

### 3. METODY BADAŃ

#### 3.1. Metoda florystyczna

W sezonach wegetacyjnych w latach 2001–2007 przeprowadzono badania na rozległych terenach dziesięciu likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim. Podczas licznych eksploracji terenowych wykonano szczegółowe spisy flory naczyniowej na wszystkich zaplanowanych powierzchniach badawczych. Marszrutę wytyczano w taki sposób, aby w badaniach uwzględnić jak największą liczbę typów siedlisk występujących na danym terenie.

Zebrano około 2000 arkuszy alegatów roślin naczyniowych, które złożono w Zielniku Naukowym Katedry i Zakładu Botaniki Farmaceutycznej i Zielarstwa Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach (Sosnowiec), ul. Ostrogórska 30, 41-200 Sosnowiec. Zbiory zostały zrewidowane przez prof. zw. dr. hab. n. biol. Krzysztofa Jędrzejko, a następnie w całości przekazane do Centralnego Zielnika Naukowego w Instytucie Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie, ul. Lubicz 46.

W analizie składu florystycznego badanych powierzchni uwzględniono:

- częstość występowania gatunku (skala: v – pospolicie, +fr – bardzo często, fr – często, +r – dość często, r – rzadko, rr – bardzo rzadko),

- udział elementów zaliczanych do grup geograficzno-historycznych (Mirek i in. 2002),
- udział liczbowy i procentowy gatunków zaliczanych do odrębnych form życiowych (Raunkiaer 1905, za: Rutkowski 1998),
- klasyfikację socjologiczno-geologiczną gatunków (Ellenberg i in. 1992),
- osiągnięte przez gatunki wartości wskaźników ekologicznych – świetlnego, wilgotności, trofizmu oraz kwasowości gleby (Zarzycki i in. 2002).

Nazewnictwo łacińskie taksonów przyjęto za: Mirkiem, Piękoś-Mirkową, Zając A. i Zając M. (2002).

Wykonano również obszerną dokumentację fotograficzną obiektów pogórnich i szaty roślinnej (gatunki, zbiorowiska).

### 3.2. Metoda fitosocjologiczna

Niezależnie od badań florystycznych, w latach 2006–2007 wykonano na wszystkich obiektach badawczych analizy fitosocjologiczne metodą Brauna-Blanqueta (1964). Aby dokonać wyboru zespołów i zbiorowisk roślinnych i określić ich istotną rolę w procesie naturalizacji siedlisk poeksploatacyjnych o podłożach przemysłowych (często wręcz typowo antropogenicznych) silnie zdegradowanych oraz wskazać ich specyficzne funkcje biologiczne oraz zakres praktycznych możliwości ich wykorzystania, przyjęto kryterium dominacji powierzchniowej danej fitocenozy (zespołu, zbiorowiska) czyli rozległości arealu, jaki zajmuje określone ugrupowanie roślinne. Zaliczono tu 11 syntaksonów (10 zespołów i 1 zbiorowisko) w skali dziesięciu badanych terenów pogórnich, tj. kopalni w Zagłębiu Dąbrowskim.

Zdjęcia fitosocjologiczne wykonano w następujących fitocenozach:

- *Calamagrostietum epigeji* JURASZEK 1928 – 10 zdjęć,
- *Sambucetum nigrae* OBERD. 1973 – 6 zdjęć,
- *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* BR.-BL. 1931 corr. 1949 – 7 zdjęć,
- *Echio-Melilotetum* FALIŃSKI (1963) 1965 – 9 zdjęć,
- *Urtico-Aegopodietum podagrariae* (R.TX. 1963 n.n.) em. DIERSCHKE 1974 – 9 zdjęć.
- *Polygonetum cuspidati* (Moor 1958) Lohm. ap. Oberd. 1967 (= *Reynoutrietum japonicae* (Moor 1958; Gors 1975 et al. em. Święs 1994)) – 9 zdjęć
- *Rudbeckio-Solidaginetum* R.TX. et. RAABE 1950 (=Zb. z *Solidago canadensis*) – 10 zdjęć,
- *Calystegio-Eupatorietum* GÖRS 1974 – 8 zdjęć,
- *Convolvulo arvensis-Agrophyretum repentis* FELFOLDY 1943 – 9 zdjęć,
- *Lolio-Polygonetum arenastris* Br.-BL. 1930 em. LOHM. 1975 – 10 zdjęć,
- Zb. z *Robinia pseudoacacia* – 9 zdjęć.

Zdjęcia fitosocjologiczne zostały zestawione w tabelę zbiorcze zespołów.

Dokonano również szczegółowego opisu stanowisk badawczych oraz struktury przestrzennej i zróżnicowania gatunkowego roślin naczyniowych i mszaków budujących wybrane syntaksony.

W czasie badań fitosocjologicznych uzupełniono uprzednio sporządzone spisy florystyczne.

W celu określenia zróżnicowania jakościowego podłoża pobrano 110 próbek glebowych w centralnych miejscach biochor zajmowanych przez wytypowane wcześniej zespoły i zbiorowiska roślinne.

### 3.3. Metody badań utworów glebowych

Próbki utworów mineralnych (gruntów), występujących w podłożu badanych obiektów, pobierano po wielokrotnej wizji lokalnej miejsc bujnego rozwoju wybranych zespołów i zbiorowisk roślinnych. Próbki pobierano z przypowierzchniowej warstwy quasi-gleby o miąższości od 0 do 7 cm oraz z gruntu (podglebia) na głębokości 15–20 cm. Próbki gruntów mineralnych pobierano punktowo przy użyciu sondy rurowej typu T (Namieśnik i in. 1995).

Pozyskany w terenie materiał o wilgotności naturalnej przekazywano niezwłocznie do Laboratorium Analiz Odpadów Stałych Zakładu Monitoringu Środowiska GIG. Wykonano oznaczenia poszczególnych składników następującymi metodami:

- wilgoć analityczną – metodą wagową,
- pH w 1 n KCl oraz przewodnictwo właściwe – metodą elektrometryczną,
- zawartości azotu N – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla,
- zawartości potasu i fosforu (form przyswajalnych dla roślin) – po ekstrakcji metodą Egnera-Riehma poprzez spektrometrię emisyjną,
- zawartości ogólnego węgla organicznego (TOC) – wyliczono z różnicy: oznaczonej ilości węgla całkowitego (TC) metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją w podczerwieni oraz zawartości węgla nieorganicznego (TIC) metodą dekarbonizacji z detekcją w podczerwieni.

## 4. WYNIKI BADAŃ

### 4.1. Wyniki badań florystycznych

Wyniki badań florystycznych, przeprowadzonych na terenach dziesięciu likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim i bliskich okolicach, przedstawiono w tablicy zbiorczej, która zawiera wykaz 736 gatunków roślin naczyniowych wraz z ich niższymi taksonami.

Oprócz badań własnych uwzględniono również starsze notowania literaturowe roślin (tabl. 1, kol. 2). Z danych literaturowych zamieszczonych w tablicy uwzględniono te gatunki, których występowania nie udało się autorowi potwierdzić w terenie. Zostały one oznaczone symbolem „;”. Dotyczyło to doniesień następujących autorów: Wąsowicz (1874), Uechtritz (1879), Fiek (1881) oraz Paprzycki, Jaromin (1956). Gatunków tych nie uwzględniono również w analizach statystycznych. Dotyczy to gatunków obecnie zaliczanych do rzadkich lub bardzo rzadkich, które na badanych terenach już prawdopodobnie nie występują. W wielu przypadkach badania autora były zbieżne z notowaniami literaturowymi, pochodzącymi z różnych lat i wcześniej opublikowanymi (Tokarska-Guzik, Rostański 1998; Woźniak 2001; Rostański 2006).

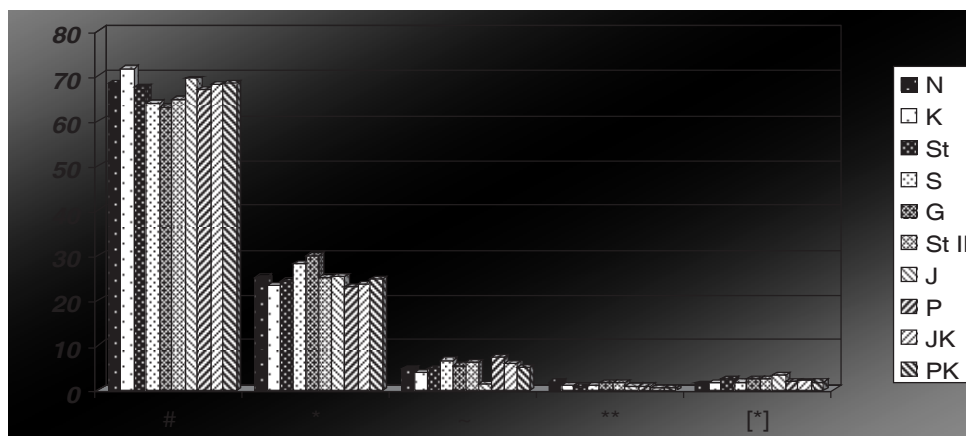
**Tablica 1.** Lista gatunków roślin naczyniowych występujących na terenie dziesięciu likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim i jego okolicach (fragment tabeli – początkowy i końcowy wraz z objaśnieniami)

Lp.	Zbiorcza lista gatunków	Literatura	St1	S	K	MM	G	JK	St2	P	PK	J	W	Tr	R	Fz	Fg	Gek	GGH	Przynależność fitosocjologiczna, status ochrony, inwazyjność	
	1	2	3									4			5	6	7	8	9		
1.	<i>Abies concolor</i> (GORDON) LINDL. ex HILDEBR.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	M	rr	-	~	nas. ozd.	
2.	<i>Acer campestre</i> L.	5	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	4	3	3-4	4	M	rr	L	#	Q-F (Q.p.; C)
3.	<i>Acer negundo</i> L.	9, 10, 11, 12, 13, 14	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	4	3-4	3-4	3-5	M	fr	L	*	Sal.p., Artemi, /i
4.	<i>Acer platanoides</i> L.	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	4	3	3-4	4	M	+r	L	#	Q-F
730.	<i>Viola riviniana</i> RCHB.	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2-3	3	3	-	H	rr	L	#	Que-Fag, Que rob
731.	<i>Viola tricolor</i> L. s. s.	11, 12, 13	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	5	3	3-2	3	H,T	+fr	LK	#	(Stel med.); Coryneph; Pol-Triset
732.	<i>Viscum album</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	N,e p,p	r	L,B	#		Vac-Pic
733.	<i>Vitis vinifera</i> L.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N,L	rr	-	*		nas. użyt. (uciek.), /ic
734.	<i>Zea mays</i> L.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	T	r	-	~		nas. użyt. (uciek.)
735.	<i>Xanthium spinosum</i> L.	7	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2-3	3	4	T	r	RD	*	Eragrost, (Stel med.; Chenop fluv), /i
736.	<i>Xanthium strumarium</i> L.	10, 11, 14	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	5	2-3	3-4	2-4	T	r	SG	*	Sisymb, /i

Objaśnienia symboli występujących w tablicy:

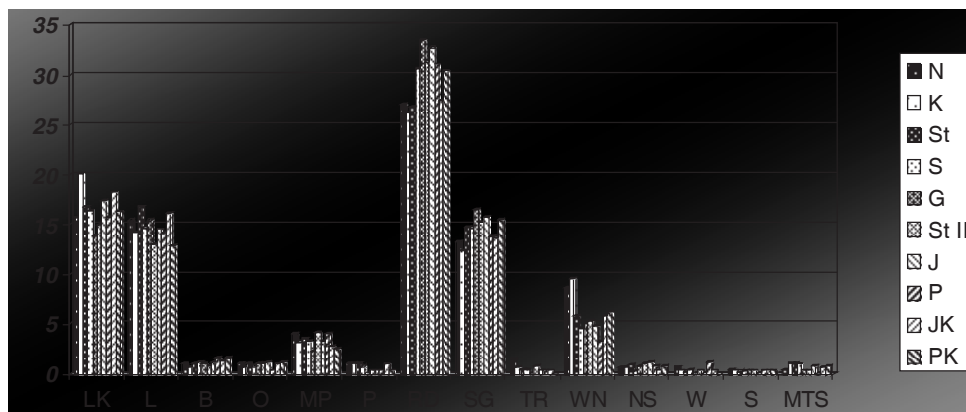
- Nazewnictwo łacińskie taksonów przyjęto za: Mirkiem, Piękoś-Mirkową, Zając Ai Zając M. (2002).
- Cytaty z literatury: Wąsowicz (1874) – 1, Uechtritz (1879) – 2, Fiek (1881) – 3, Paprzycki, Jaromin (1956) – 4, Sendek (1984) (Sosnowiec Niwka) – 5, Sendek (1984) (Czeladź Piaski) – 6, Sendek (1984) (Sosnowiec Śródula) – 7, Woźniak (2001) (Niwka) – 8, Tokarska-Guzik, Rostański (1998) (Czeladź-Saturn) – 9, Rostański (2006) (Saturn-Czekajka) – 10, Rostański (2006) (Czeladź) – 11, Rostański (2006) (Sosnowiec) – 12, Rostański (2006) (Niwka-Modrzejów) – 13, Rostański (2006) (Jowisz) – 14, Rostański (2006) (Grodziec) – 15.
- Tereny badań: St1 – kopalnia „Czeladź-Saturn” (rejon ul. Granicznej) w Czeladzi, S – kopalnia „Sosnowiec” (rejon ul. Kukulek) w Sosnowcu, K – kopalnia „Klimontów” w Sosnowcu, N – kopalnia „Modrzejów” w Sosnowcu, G – kopalnia „Grodziec” w Wojkowicach, JK – kopalnia „Jan Kanty” w Jaworznie, St2 – kopalnia „Saturn” w Czeladzi (rejon ul. Węglowej), J – kopalnia „Jowisz” w Wojkowicach, P – kopalnia „Paryż” w Dąbrowie Górniczej, PK – kopalnia „Porąbka Klimontów” w Sosnowcu.
- Występowanie gatunku w terenie: + – podczas przeprowadzonych badań – notowane w literaturze.
- Wartości wskaźnika świetlnego, wilgotności, trofizmu i kwasowości gleby (Zarzycki 2002).
- Forma życiowa (Raunkiaer 1905, za Rutkowski 1998): M – megafanerofit (drzewo), N – nanofanerofit (krzew), C – chamefit zielny (krzewinka zielona), G – geofit (trwała roślina kłączowa lub cebulowa), H – hemikryptofit (roślina trwała, wieloletnia), Hy – hydrofit (wieloletnie i roczne rośliny wodne i bagienne), T – terofit (rośliny jednoroczne, zimujące w postaci nasion).
- Określenie częstości występowania na badanych terenach: v – pospolicie, +fr – bardzo często, fr – często, +r – dość często, r – rzadko, rr – bardzo rzadko.
- Klasyfikacja socjologiczno-geologiczna gatunków (Ellenberg i in. 1992): LK – łąkowe, L – lasów liściastych, B – borowe, O – okrajkowe, MP – muraw piaszczystych, P – muraw kwaśnych, RD – ruderalne, SG – segetalne (chwasty upraw rolniczych i ogrodowych), TR – torfowiskowe, WN – nadwodne i bagienne, NS – naskalne, W – wodne, S – solniskowe, MTS – muraw słonych.
- Grupa geograficzno-historyczna (Mirek i in. 2002): # – apofity (gatunki rodzime), \* – antropofity (trwale zadowione we florze polskiej), ~ – taksony uprawowe lub nasadzenie ozdobne, \*\* – efemerofity, [\*] – taksony o niepewnym statusie we florze polskiej.
- Przynależność fitosocjologiczna (Oberdorfer i in. 1994; Matuszkiewicz 2001; Zarzycki 2002), status ochrony (wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących roślin objętych ochroną): RCh – gatunek objęty ochroną ścisłą, RChcz – gatunek objęty ochroną częściową, gatunki inwazyjne (Tokarska-Guzik 2005): /i – gatunki inwazyjne, /ic – gatunki uprawowe lub nasadzone.





**Rys. 2.** Procentowy udział gatunków roślin naczyniowych w grupach geograficzno-historycznych: # – apofity (gatunki rodzime), \* – antropofity (trwale zadomowione we florze polskiej), ~ – taksony uprawowe lub nasadzenia ozdobne, \*\* – efemerofity, [\*] – taksony o niepewnym statusie we florze polskiej (Mirek i in. 2002); N – „Niwka Modrzejów”, K – „Klimontów”, St – „Czeladź-Saturn” (rej. ul. Granicznej), S – „Sosnowiec”, G – „Grodziec”, StII – „Saturn” (rej. ul. Węglowej), J – „Jowisz”, P – „Paryż”, JK – „Jan Kanty”, PK – „Porąbka Klimontów”

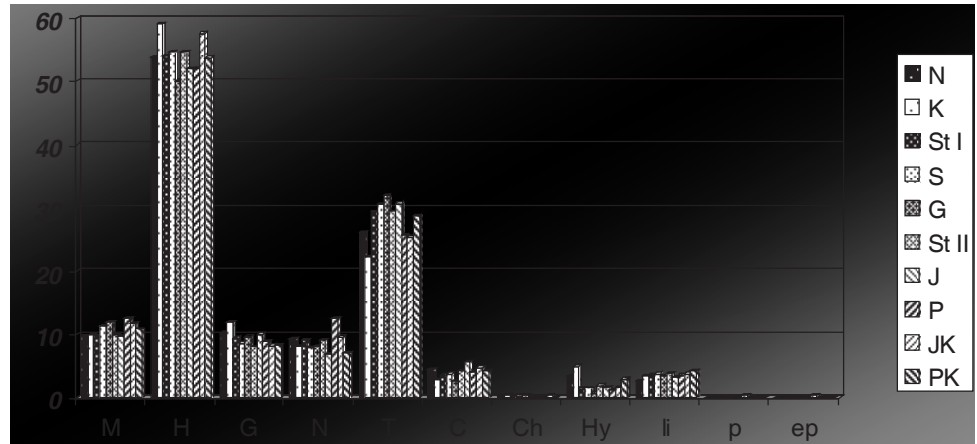
**Fig. 2.** Percentage of vascular plant species in synanthropic groups: # – apophytes, \* – anthropophytes established in the Polish flora, ~ – cultivated species, \*\* – ephemerophytes, [\*] – taxsons of uncertain status in the Polish flora, likely to be an anthropophyte (Mirek i in. 2002); N – Niwka Modrzejów coal mine, K – Klimontów coal mine, St – Czeladź-Saturn coal mine (the area of Graniczna Street), S – Sosnowiec coal mine, G – Grodziec coal mine, StII – Saturn coal mine (the area of Węglowa Street), J – Jowisz coal mine, P – Paryż coal mine, JK – Jan Kanty coal mine, PK – Porąbka Klimontów coal mine



**Rys. 3.** Procentowy udział gatunków roślin naczyniowych w grupach synekologicznych: LK – łąkowe, L – lasów liściastych, B – borowe, O – okrajkowe, MP – muraw piaszczystych, P – muraw kwaśnych, RD – ruderalne, SG – segetalne, TR – torfowiskowe, WN – nadwodne i bagienne, NS – naskalne, W – wodne, S – solniskowe, MTS – muraw nawapiennych (Ellenberg i in. 1992); pozostałe objaśnienia jak na rysunku 2

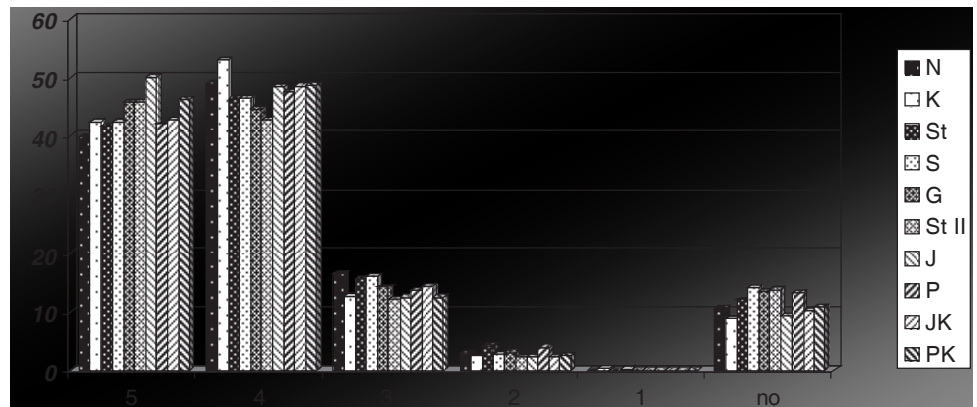
**Fig. 3.** Percentage of vascular plant species in ecological groups: LK – meadow, L – deciduous woodland, B – coniferous woodland, O – shrub edges, MP – sandy grassland, P – acid grassland, RD – ruderal, SG – segetal, TR – moor, WN – swamp, NS – rocky, W – water, S – salty places, MTS – limestone grassland (Ellenberg i in. 1992); the remaining explanations as in fig. 2

Procentowy udział gatunków przedstawiono w postaci wykresów (2–8) poszczególnych grup geograficzno-historycznych i synekologicznych oraz typów form życiowych, a także zróżnicowania liczb ekologicznych w odniesieniu do wartości: wskaźnika świetlnego, wilgotności gleby, kwasowości gleby (wody), trofizmu gleby.



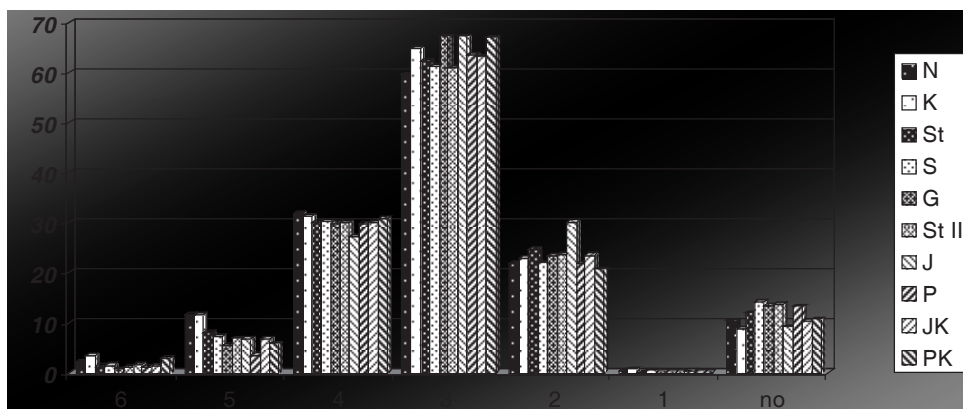
**Rys. 4.** Procentowy udział form życiowych gatunków: M – megafanerofit (drzewo), H – hemikryptofity (roślina trwała wieloletnia), G – geofit (trwała roślina kłączowa i cebulowa), N – nanofanerofit (krzew), T – terofit (rośliny jednoroczne, zimujące w postaci nasion), C – chamefit zielny (krzewinka zielona), Ch – chamefit drzewiasty, Hy – hydrofity i helofity, li – liany, p – pasożyty, ep – epifity (niekorzeniące się w ziemi) (Raunkiaer 1905, za Rutkowski 1998); pozostałe objaśnienia jak na rysunku 2

**Fig. 4.** Percentage of life form groups of species: M – megaphanerophyte (tree), H – hemicytrophite, G – geophyte, N – nanophanerophyte (shrub), T – terophyte, C – herbaceous chamaephyte, Ch – woody chamaephyte, Hy – hydrophyte, li – liana, p – parasite, ep – epiphyte (Raunkiaer 1905, after Rutkowski 1998); the remaining explanations as in fig. 2



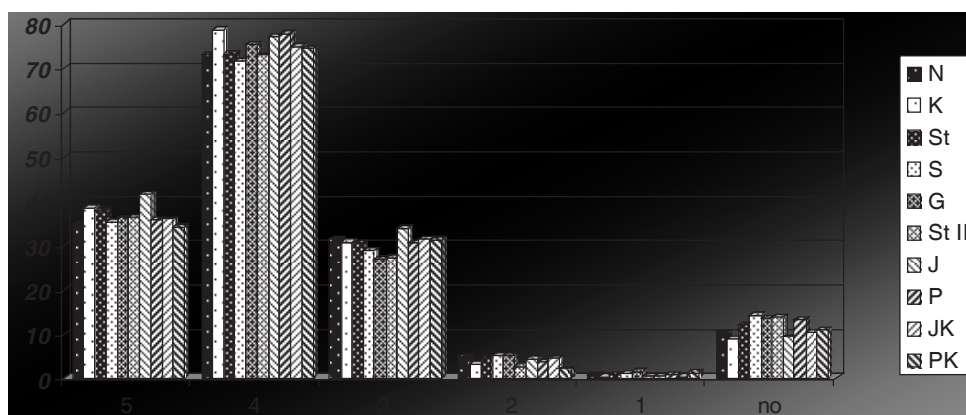
**Rys. 5.** Procentowy udział wskaźnika świetlnego gatunków: 5 – pełne światło, 4 – umiarkowane światło, 3 – półcień, 2 – umiarkowany cień, 1 – głęboki cień, no – gatunki o nieokreślonych wartościach wskaźnika świetlnego (Zarzycki i in. 2002); pozostałe objaśnienia jak na rysunku 2

**Fig. 5.** Percentage values of species light indicator: 5 – full light, 4 – moderate light, 3 – half-shade, 2 – moderate shade, 1 – deep shade, no – species of uncertain values of light indicator (Zarzycki et al. 2002); the remaining explanations as in fig. 2



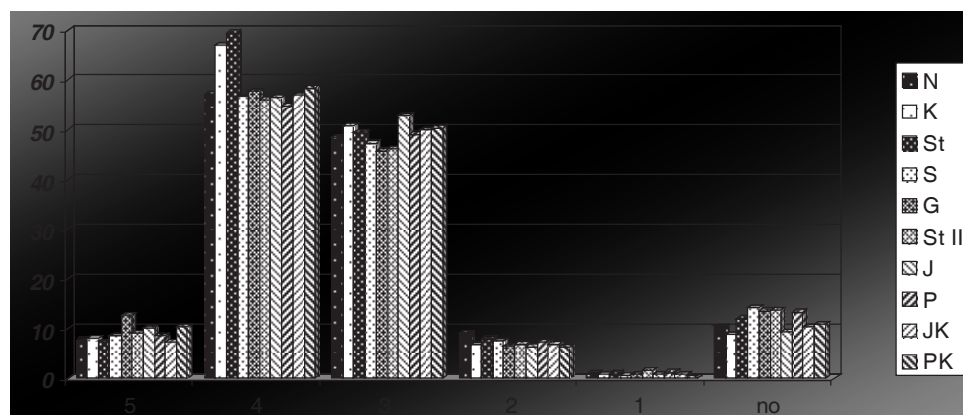
**Rys. 6.** Procentowy udział wskaźnika wilgotności gleby: 6 – woda, 5 – mokre, 4 – wilgotne, 3 – świeże, 2 – suche, 1 – bardzo suche, no – gatunki o nieokreślonych wartościach wskaźnika wilgotności (Zarzycki i in. 2002); pozostałe objaśnienia jak na rysunku 2

**Fig. 6.** Percentage values of soil moisture indicator: 6 – aquatic, 5 – wet, 4 – moist, 3 – fresh, 2 – dry, 1 – very dry, no – species of uncertain values of moisture indicator (Zarzycki et al. 2002); the remaining explanations as in fig. 2



**Rys. 7.** Procentowy udział wskaźnika kwasowości gleby (wody): 5 – gleby zasadowe ( $pH > 7$ ), 4 – gleby obojętne ( $6 \leq pH < 7$ ), 3 – gleby umiarkowanie kwaśne ( $5 \leq pH < 6$ ), 2 – gleby kwaśne ( $4 \leq pH < 5$ ), 1 – gleby silnie kwaśne ( $pH < 4$ ), no – gatunki o nieokreślonych wartościach wskaźnika kwasowości (Zarzycki i in. 2002); pozostałe objaśnienia jak na rysunku 2

**Fig. 7.** Percentage values of soil (water) acidity indicator (pH): 5 – alkaline soils ( $pH > 7$ ), 4 – neutral soils ( $6 \leq pH < 7$ ), 3 – moderately acidic soils ( $5 \leq pH < 6$ ), 2 – acidic soils ( $4 \leq pH < 5$ ), 1 – highly acidic soils ( $pH < 4$ ), no – species of uncertain values of acidity indicator (Zarzycki et al. 2002); the remaining explanations as in fig. 2



**Rys. 8.** Procentowy udział wskaźnika trofizmu gleby: 5 – gleby bardzo zasobne (skrajnie żyzne, przენawożone), 4 – gleby zasobne, 3 – gleby umiarkowanie ubogie, 2 – gleby ubogie, 1 – gleby skrajnie ubogie, no – gatunki o nieokreślonych wartościach wskaźnika trofizmu gleby (Zarzycki i in. 2002); pozostałe objaśnienia jak na rysunku 2

**Fig. 8.** Percentage values of soil nitrogen indicator: 5 – soil very rich (extremely fertile), 4 – soil rich, 3 – soil moderately poor, 2 – soil poor, 1 – soil extremely poor, no – species of uncertain values of soil nitrogen indicator (Zarzycki et al. 2002); the remaining explanations as in fig. 2

#### 4.2. Wyniki badań fitosocjologicznych

Spontanicznie ukształtowana roślinność ruderalna na terenach poeksploatacyjnych likwidowanych dziesięciu kopalń w Zagłębiu Dąbrowskim i bliskich rejonach sąsiednich jest znacznie zróżnicowana zarówno pod względem liczby zespołów i zbiorowisk roślinnych, jak i arealu jaki one zajmują.

Zinwentaryzowane podczas badań (lata 2002–2006) syntaksony przedstawiono w postaci wykazu wraz ze wskazaniem terenu, na którym wystąpiły<sup>1)</sup>.

Wyróżniono łącznie 45 zespołów i 78 zbiorowisk roślinnych. Z tej liczby wybrano 10 przewodnich zespołów i 1 zbiorowisko, które poddano szczegółowej analizie (ugrupowania wielkopowierzchniowe i średniopowierzchniowe). Pod względem zajmowanego arealu wszystkie ugrupowania podzielono na:

- wielkopowierzchniowe (ponad 500 m<sup>2</sup>) – [Ba] (*big area*),
- średniopowierzchniowe (ponad 100 m<sup>2</sup> do 500 m<sup>2</sup>) – [Ma] (*medium area*),
- niewielkopowierzchniowe – mikrozbirowiska (do 100 m<sup>2</sup>) – [La] (*little area*)<sup>2)</sup>.

Przy wyborze płatów roślinnych do szczegółowych badań fitosocjologicznych (opisu struktury, pełnionych funkcji, możliwości wykorzystania w procesie rekultywacji) kierowano się następującymi kryteriami:

- powinny zajmować duże [Ba] lub średnie [Ma] powierzchnie,
- wykazywać jak najwyższy stopień przywiązania do pogórnicych terenów poeksploatacyjnych,

<sup>1)</sup>Wykaz wszystkich zinwentaryzowanych syntaksonów zostanie przedstawiony w osobnej publikacji (w 2009 roku).

<sup>2)</sup>Analiza fitosocjologiczna pozostałych mikrozbirowisk wyróżnionych na terenach badań, będzie przedmiotem osobnego opracowania, które zaplanowano na lata 2008–2010.

- występować pospolicie lub bardzo często na wybranych powierzchniach badawczych,
- wyróżniać się specyficzną fizjonomią i dzięki temu stanowić ugrupowania dobrze rozpoznawalne, spośród wielu innych ruderalnych jako fitocenozy diagnostyczne dla siedlisk poeksploatacyjnych górnictwa węglowego.

Ze względu na wymienione cechy (kryteria) do szczegółowych badań fitosocjologicznych wybrano syntaksony wielko- i średniopowierzchniowe, które wyraźnie dominowały w krajobrazie roślinności ruderalnej omawianych siedlisk.

Były to następujące zespoły i zbiorowiska roślinne:

- *Calamagrostietum epigeji* JURASZEK 1928,
- *Sambucetum nigrae* OBERD. 1973,
- *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* BR.-BL. 1931 corr. 1949,
- *Echio-Melilotetum* FALIŃSKI 1963 1965,
- *Urtico-Aegopodietum podagrariae* (R.TX. 1963 n.n.) em. DIERSCHKE 1974,
- *Polygonetum cuspidati* (Moor 1958) Lohm. ap. Oberd. 1967 (= *Reynoutrietum japonicae* (Moor 1958; Gors 1975 et al. em. Święs 1994),
- *Rudbeckio-Solidaginetum* (=Zb. z *Solidago canadensis*) R.TX. et. RAABE 1950,
- *Calystegio-Eupatorietum* GÖRS 1974,
- *Convolvulo arvensis-Agropyretum repentis* FELFOLDY 1943,
- *Lolio-Polygonetum arenastri* Br.-BL. 1930 em. LOHM. 1975,
- Zb. z *Robinia pseudoacacia*.

## 5. MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA SPONTANICZNEJ SZATY ROŚLINNEJ W REKULTYWACJI TERENÓW POPRZEMYSŁOWYCH

### 5.1. Wykorzystanie funkcji bioindykacyjnych

#### 5.1.1. Zastosowanie ekologicznych liczb wskaźnikowych

Wyniki analizy poszczególnych grup gatunków oraz liczb wskaźnikowych mogą być wykorzystane nie tylko do oceny warunków siedliskowych terenów poeksploatacyjnych, lecz także do wspomaganie doboru gatunków do rekultywacji biologicznej obszarów zdegradowanych działalnością górnictwem.

Badania przeprowadzone na terenach poeksploatacyjnych dziesięciu kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim i bliskich okolicach wykazały, że najliczniejszymi grupami są:

- apofity (gatunki rodzime) i antropofity (gatunki trwale zdomowione we florze polskiej),
- gatunki ruderalne i segetalne oraz ekspansywne, rodzime gatunki łąkowe i leśne,
- hemikryptofity (rośliny trwale – wieloletnie), terofity rośliny jednoroczne zimujące w postaci nasion), geofity (trwale rośliny kłączowe i cebulowe), a także magafanero-fity (drzewa) i nanofanero-fity (krzewy),
- gatunki o dużych wartościach wskaźnika świetlnego (4, 5),

- gatunki podłoży świeżych (3), wilgotnych (4) i suchych (2),
- gatunki gleb obojętnych (4), zasadowych (5) i umiarkowanie kwaśnych (3),
- gatunki gleb zasobnych (4), gleb umiarkowanie ubogich (3) i gleb bardzo zasobnych (5).

Na terenach pogórnicych do najczęściej stosowanych gatunków drzew i krzewów w ramach rekultywacji należą: *Acer negundo* klon jesionolistny, *A. pseudoplatanus* klon jawor, *Alnus glutinosa* olsza czarna, *A. incana* olsza szara, *Betula pendula* brzoza brodawkowata, *Crataegus monogyna* głóg jednoszyjkowy, *Elaeagnus angustifolia* oliwnik wąskolistny, *Fagus sylvatica* buk pospolity, *Fraxinus excelsior* jesion wyniosły, *Hippophaë rhamnoides* rokitnik zwyczajny, *Ligustrum vulgare* ligustr pospolity, *Padus serotina* czeremcha amerykańska, *Pinus sylvestris* sosna zwyczajna, *Populus alba* topola biała, *P. tremula* topola osika, *Quercus robur* dąb szypułkowy, *Q. rubra* dąb czerwony, *Robinia pseudoacacia* robinia akacja, *Salix caprea* wierzba iwa, *S. purpurea* wierzba purpurowa, *Sambucus nigra* bez czarna, *Sorbus aucuparia* jarząb pospolity, *Tilia cordata* lipa drobnolistna. Rzadziej stosuje się gatunki takie, jak: *Acer campestre* klon polny, *A. platanoides* klon pospolity, *Caragana arborescens* karagana syberyjska, *Carpinus betulus* grab pospolity, *Cornus alba* dereń biały, *C. sanguinea* dereń świda, *C. sericea* dereń rozłogowy, *Crataegus laevigata* głóg dwuszyjkowy, *Forsythia x intermedia* forsycja pośrednia, *Juniperus communis* jałowiec pospolity, *Larix decidua* modrzew europejski, *Padus avium* czeremcha zwyczajna, *Philadelphus coronarius* jaśminowiec wonny, *Physocarpus opulifolius* pęcherznica kalinolistna, *Pinus nigra* sosna czarna, *Populus nigra* topola czarna, *P. x berolinensis* topola berlińska, *Rosa canina* róża dzika, *Salix acutifolia* wierzba ostrolistna, *S. alba* wierzba biała, *S. aurita* wierzba uszata, *S. cinerea* wierzba szara, *S. viminalis* wierzba wiciowa, *Spirea salicifolia* tawuła wierzbolistna, *Syringa vulgaris* lilak pospolity, *Tilia platyphyllos* lipa szerokolistna.

Wśród traw najczęściej są wysiewane: *Agrostis stolonifera* mietlica rozłogowa, *Arrhenatherum elatius* rajgras wyniosły, *Bromus inermis* stokłosa bezostna, *Dactylis glomerata* kupkówka pospolita, *Festuca arundinacea* kostrzewa trzcinowata, *F. rubra* kostrzewa czerwona, *F. pratensis* kostrzewa łąkowa, *F. ovina* kostrzewa owcza, *Lolium perenne* życica trwała, *L. multiflorum* życica wielokwiatowa, *Phalaris arundinacea* mozga trzcinowata, *Phleum pratense* tymotka łąkowa, *Poa pratensis* wiechlina łąkowa. Przeważnie jednak są stosowane mieszanki tych traw.

Wśród roślin dwuliściennych do rekultywacji gruntów bezglebowych oraz gleb zdegradowanych stosuje się przede wszystkim gatunki wieloletnie o mniejszych wymaganiach glebowych. Gatunki te powinny wyróżniać się przydatnością do życia i rozwoju w ekstremalnych warunkach środowiska. Decydujące znaczenie ma silny i szybko rozwijający się system korzeniowy, który pozwala roślinom wykorzystywać wodę i składniki pokarmowe z głębszych warstw podłoża. Do nich należą wieloletnie rośliny motylkowe, tj.: *Lotus corniculatus* komonica zwyczajna, *Medicago sativa* lucerna siewna, *Melilotus alba* nostrzyk biały, *Trifolium ssp.* różne gatunki koniczyny, *Onobrychis viciifolia* sparceta siewna (Góral 2001).

Coraz częściej wprowadza się rośliny alternatywne, których uprawa może przynieść pewne korzyści. Przykładem może być: *Amaranthus cruentus* szarłat wyniosły,

*Camelina sativa* Inicznik siewny, *Helianthus tuberosus* słonecznik bulwiasty, *Salix viminalis* wierzba wiciowa, a także gatunki silnie inwazyjne takie, jak: *Reynoutria japonica* rdestowiec ostrokończysty, rdestowiec sachaliński *R. sachalinensis* i *Heracleum sosnowskyi* barszcz Sosnowskiego. Ich uprawa i zastosowanie w rekultywacji wymaga ostrożności ze względu na wyjątkową ekspansywność (zajmowanie nowych stanowisk, wypieranie różnych gatunków rodzimych).

Przydatnymi do rekultywacji biologicznej mogą być również gatunki miododajne: *Agastache anethiodora* kłosowiec fenkułowy, *Echinops exaltatus* przegorzan węgierski, *Lavatera thuringiaca* ślázówka turyngska, *Melilotus alba* nostrzyk biały, *M. officinalis* nostrzyk żółty, *Solidago gigantea* nawłóć późna, *Trifolium repens* koniczyna biała.

Dobór taksonów do rekultywacji biologicznej nie może odbywać się tylko na podstawie analiz cech i wskaźników. Powinny być w nim uwzględnione wszystkie uwarunkowania i doświadczenia wynikające z zastosowania poszczególnych gatunków i technik ich wprowadzania.

Wykorzystanie liczb wskaźnikowych powinno być narzędziem wspomagającym dobór gatunków do rekultywacji biologicznej spośród wymienionych powyżej taksonów, z jednoczesnym uwzględnieniem możliwości pozyskania i dostępności materiału siewnego i sadzeniowego.

#### 5.1.2. Wykorzystanie bioindykatorów

Wykorzystanie gatunków i zbiorowisk opisanych w rozdziale poprzednim może przyczynić się do szybkiego zdiagnozowania warunków na rekultywowanym terenie lub jego części. Występowanie bioindykatorów wrażliwych na dany czynnik lub grupę czynników środowiskowych powoduje zwrócenie uwagi na niestabilność warunków siedliskowych, w związku z tym na ukierunkowanie badań.

Jeżeli w efekcie badań terenowych stwierdza się występowanie rozległych skupień gatunków acydofilnych, tj.: *Deschampsia flexuosa* śmiałka pogiętego, *Digitaria sanguinalis* paluszka krwawego, *Frangula alnus* kruszyny pospolitej, *Molinia caerulea* trzęślice modrej, *Picea abies* świerka pospolitego, *Pinus sylvestris* sosny zwyczajnej, *Rumex acetosella* szczawiu polnego, *Scleranthus annuus* czerwca rocznego, świadczy to o wyraźnie kwaśnym odczynie podłoża. Do pełnej oceny kwasowości należy wykorzystywać laboratoryjne metody oznaczania pH (odczyn gleby oznacza się w zawieszynie wodnej lub 1N roztworze KCl). Podobnie w przypadku stwierdzenia w terenie skupisk roślin bazofilnych (alkalofile), tj.: *Artemisia campestris* bylicy polnej, *Bromus erectus* stokłosa prostej, *Calystegia sepium* kielisznika zaroślowego, *Centaurea stoebe* chabra nadreńskiego, *Cucubalus baccifer* wyżpiny jagodowej, *Epilobium hirsutum* wierzbownicy kosmatej, *Fragaria viridis* poziomki twardej, *Glyceria maxima* manny mielac, *Juncus articulatus* sita członowatego, *Lactuca serriola* sałaty kompasowej, *Medicago falcata* lucerny sierpowatej, *Poa compressa* wiechliny spłaszczonej, *Populus nigra* topoli czarnej, *Sanguisorba minor* krwiścięga mniejszego. Ich występowanie świadczy o zwiększonej zawartości jonów OH<sup>-</sup> w stosunku do jonów H<sup>+</sup>.

Na terenach badań stwierdzono występowanie również gatunków kalcyfilnych (wapieniolubnych), tj.: *Clematis vitalba* powojnika pnącego, *Cirsium arvense* ostrożnica polnego, *Medicago falcata* lucerny sierpowatej, *Ranunculus arvensis* jaskra polnego, *Tussilago farfara* podbiału pospolitego. Ich występowanie może świadczyć o zwiększonej zawartości w gruntach jonów wodorowęglanowych ( $\text{CaCO}_3$ ).

Stwierdzona zawartość  $\text{CaCO}_3$  może być naturalna (jak np. na terenach wokół likwidowanej kopalni „Grodziec”) lub wynikać z przewapnowania obszaru, na którym stosuje się zabiegi agrotechniczne lub rekultywacyjne. Występowanie skupisk gatunków takich, jak: *Anthemis arvensis* rumianku polnego, *Centaurea cyanus* chabra bławatka, *Chamomilla recutita* rumianku pospolitego, *Matricaria maritima subsp. inodora* maruny nadmorskiej bezwonnej, może świadczyć o niedoborze wapnia w podłożu. Podobnie jest w przypadku gatunków nitrofilnych (gatunków podłoża bogatych w azot) i gatunków galmanowych (podłoża o dużej zawartości metali ciężkich, zwłaszcza ołowiu).

Znaczenie bioindykacyjne mają także wielkopowierzchniowe zespoły i zbiorowiska roślinne stwierdzone na badanych terenach – *Polygonetum cuspidati* i *Urtico-Aegopodietum podagrariae*, które są wskaźnikami eutrofizacji środowiska oraz *Calystegio-Eupatorietum*, który pojawia się prawie zawsze w miejscach podmokłych lub stale zawodnionych (zespół hygrofilny).

Stwierdzenie podczas badań botanicznych występowania jakiegokolwiek grupy gatunków, tj. acidofili, bazifili, kalcyfili, nitrofilii czy gatunków galmanowych daje podstawę do wyróżnienia danych obszarów przemysłowych o zmienionych warunkach środowiskowych i w dalszej kolejności dokonania szczegółowych, laboratoryjnych analiz chemicznych.

## 5.2. Wykorzystanie funkcji przeciwoerozyjnych

Funkcjami przeciwoerozyjnymi na omawianych terenach poeksploatacyjnych charakteryzują się szczegółowo zbadane zbiorowiska i zespoły wielkopowierzchniowe, tj.: *Calamagrostietum epigeji*, *Convolvulo arvensis-Agropyretum repentis* oraz *Lolio-Polygonetum arenastris*, a także zbiorowiska krzewiasto-drzewiaste: zbiorowisko z *Robinia pseudoacacia* i zespół *Sambucetum nigrae*.

Wykorzystanie zespołu trzcinnika piaskowego *Calamagrostietum epigeji* może polegać na pozostawieniu jego płatów w miejscach erodowanych lub narażonych na erozję, a jednocześnie na okresowym wyłączaniu z rekultywacji obszarów trudnych lub bardzo trudnych. Zespół, dzięki swej strukturze, intensywnie rozprzestrzenia się, nawet na bardzo nachylonych stokach. Często rozrasta się w sposób niezwykle ekspansywny i skutecznie wypiera inne gatunki zarówno te wstępujące naturalnie, jak i wprowadzane w wyniku rekultywacji biologicznej. Trzcinnik piaskowy jako chwast lub roślina pionierska, która już spełniła swoje zadanie, musi być zastąpiona przez gatunki uprawne. Może być łatwo zlikwidowana przez zastosowanie herbicydów, na przykład preparatu ROUNDUP SL 360 w ilości 6–8 l/ha w przypadku roślin zielonych we wczesnym stadium rozwoju (Góral 2001).

Wykorzystanie zespołu *Convolvulo arvensis-Agropyretum repentis* może polegać, podobnie jak w przypadku *Calamagrostietum epigeji*, na pozostawieniu jego płatów



w miejscach narażonych na erozję (okresowym lub stałym wyłączeniu z rekultywacji). W zespole tym, perz właściwy *Elymus repens* występuje zwykle razem z powojem polnym *Convolvulus arvensis*. Perz właściwy jest uciążliwym chwastem na glebach żyznych i przewiewnych; gorzej rośnie na glebach ciężkich i podmokłych. Bardzo szybko rozrasta się też na żyzniejszych gruntach odłogowanych, gdzie w krótkim czasie opanowuje dane stanowisko, wypierając tam gatunki chwastów rocznych i bylin. W rezultacie kształtuje się jednolita murawa perzowa, zubożająca glebę ze składników pokarmowych. W tych warunkach perz rośnie słabiej, wytwarza bardzo nieliczne pędy generatywne, a w końcu jest wypierany przez gatunki traw mniej wymagających, jak np. kostrzewa czerwona *Festuca rubra* i kostrzewa owcza *F. ovina* oraz mietlica rozłogowa *Agrostis stolonifera* (Góral 2001).

Ze względu na sposób rozmnażania się oraz duże zdolności do opanowywania stanowisk zasobnych w substancje organiczne i związki azotowe, perz może być wykorzystywany jako roślina pionierska do rekultywacji wysypisk odpadów komunalnych, gruntów bezglebowych, nawożonych osadami ściekowymi, a nawet do zadarniania gleb przenawożonych gnojowicą oraz zakwaszonych lub skażonych nadmierną koncentracją metali ciężkich.

Jeżeli na terenie pokopalnianym, lub w jego sąsiedztwie, występują płaty zespołu *Convolvulo arvensis-Agropyretum repentis*, można wykorzystać je do rekultywacji przez metodę darniowania (wycinania i przenoszenia darni) lub przez przenoszenie ukosu przeprowadzonego w czasie wydawania nasion przez zespół. Zaletą korzystania z już ukształtowanych płatów jest uwarunkowana genetycznie odporność na niekorzystne warunki biotyczne siedlisk zdegradowanych. Powodzenie tak przeprowadzonych zabiegów może być większe niż wysiewanie gatunków, które zostały do tego celu wyhodowane w dobrych lub bardzo dobrych kulturach rolnych.

Wykorzystanie funkcji przeciwerozyjnych zespołu *Lolio-Polygonetum arenastri* może ograniczać się do tworzenia odpowiednich warunków do rozwoju tego zespołu na etapie wykonywania projektu rekultywacji technicznej. Projektowane ścieżki piesze, rowerowe, lokalne drogi komunikacyjne, powinny być wykonane bez użycia materiałów bitumicznych i asfaltowych, które są skuteczną barierą rozwoju gatunków charakterystycznych dla zespołu. Technologia ich wykonania powinna polegać na wykorzystaniu wysokozagęszczonego kruszywa (np. przepalonego łupka powęglowego). Tak uformowane ciągi komunikacyjne zostaną pokryte płatami omawianego zespołu dywanowego, tworząc jednocześnie harmonijny krajobraz (walory estetyczne). Zespół będzie jednocześnie pełnił funkcję przeciwerozyjną, rozbijając opad atmosferyczny i wyhamowując spływ powierzchniowy.

Wykorzystywanie funkcji przeciwerozyjnych zbiorowiska z *Robinia pseudoacacia* i zespołu *Sambucetum nigrae* może polegać na pozostawianiu płatów wykształconych spontanicznie (zbocza skarp, osadników), pielęgnacji ukształtowanych płatów robinii i bzu czarnego (zarówno pochodzących z nasadzeń, jak i spontanicznych) oraz na wykonywaniu nasadzeń w miejscach narażonych na erozję z użyciem materiału pobranego z bujnie rozwiniętych fragmentów zbiorowisk.

### 5.3. Wykorzystanie funkcji glebotwórczych

Największy wpływ na proces glebotwórczy, spośród przebadanych ugrupowań, mają: zbiorowisko z *Robinia pseudoacacia* oraz zespoły *Sambucetum nigrae* i *Urtico-Aegopodietum podagrariae*. Ugrupowania te bardzo często występują w bliskim sąsiedztwie. W przypadku zespołu tworzonego przez wysokie nitrofilne byliny, tj. podagrycznik pospolity i pokrzywę zwyczajną, można stwierdzić, że rozwija się on na bogatych w substancje azotowe, żyznych podłożach. Jest to bardzo korzystne i intensyfikuje proces glebotwórczy. Zespół ten jest bardzo dobrym indykatorem siedlisk bogatożywnych, które można wykorzystać w pracach rekultywacyjnych.

W przypadku bzu czarnego i zbiorowiska robinii akacjowej istotny jest wiek zbiorowisk. Funkcje glebotwórcze pełnią przede wszystkim ukształtowane już w pełni ugrupowania o niemal leśnym charakterze.

Wykorzystanie funkcji glebotwórczych w przypadku tych ugrupowań będzie polegało na wykonywaniu nasadzeń bzem czarnym, a w szczególności robinią akacjową, która jest zalecana przez wielu autorów (Bellon, Tumiłowicz, Król 1977; Właczewski 1968), na gleby bezpróchnicze – hałdy, wyrobiska popiaskowe i zwałowiska. Badania prowadzone na zwałowiskach „Gosławice” i „Niesłusz” wykazały, że rozwój robinii akacjowej na gruntach pogórnicych przebiega korzystniej niż na siedlisku naturalnym. Piętnastoletnia robinia rosnąca na gruntach pogórnicych charakteryzuje się lepszymi, w stosunku do robinii z siedlisk naturalnych, parametrami wzrostu i przyrostu pierścienicy, wysokości i miąższości. Korzystny rozwój tego gatunku na terenach pogórnicych jest determinowany właściwościami fizykochemicznymi gruntu. Do prawidłowego wzrostu i rozwoju wymaga gleb zasobnych w potas. W przypadku zastosowania do nawożenia dużych ilości potasu przyrasta szybciej, a korzenie przeraстаją głębsze warstwy gleby, wzrasta również liczba brodawek korzeniowych i uintensywnia się proces wiązania azotu (Bender, Gilewska, Wójcik 1985).

Kolejną możliwością wykorzystania funkcji glebotwórczych tych ugrupowań jest całkowite pozostawienie fragmentów, jakie porastają (wyłączenie z rekultywacji) lub przeniesienie utworzonej warstwy gleby po wcześniejszej wycince robinii lub bzu czarnego. Działania takie mogą być poprzedzone zmierzeniem powierzchni płatów i głębokości warstwy urodzajnej oraz oszacowaniem objętości materiału, który można pozyskać jako materiał podstawowy lub domieszkowy podłoża. Wskazane w niektórych przypadkach jest wykonanie badań laboratoryjnych podłoża w celu uzyskania informacji o potencjalnych zanieczyszczeniach. Materiał miejscowy daje jednak większą pewność przeprowadzenia udanych zabiegów rekultywacji biologicznej (ponownego nasadzania, zatrawiania).

### 5.4. Wykorzystanie funkcji ozdobnych

Wszystkie zespoły i zbiorowiska ukształtowane w procesie sukcesji wtórnej na terenach pogórnicych pełnią funkcje ekologiczne, a ich walor ozdobny ma często bardzo subiektywny charakter.

Wykorzystanie funkcji ozdobnych ugrupowań wysokich bylin może polegać na wyłączeniu z rekultywacji rejonów z prawidłowo wykształconymi płatami, tj. na

przykład: *Artemisio-Tanacetum vulgaris*, *Atriplicetum nitentis*, *Echio-Melilotetum*, *Polygonetum cuspidati*, *Rudbeckio-Solidaginetum* czy *Calystegio-Eupatorietum*, pod warunkiem, że nie koliduje to z wcześniej przyjętym kierunkiem rekultywacji i technologią zagospodarowania terenu. Podczas wyboru zbiorowisk i zespołów przeznaczonych do pozostawienia w stanie „dzikim” należy pamiętać, aby ich płaty nie były zbyt rozległe. Przykładem może być atrakcyjne (szczególnie w okresie kwitnienia) zbiorowisko z *Solidago canadensis* lub *S. gigantea*, które zajmuje przeważnie bardzo rozległe powierzchnie. Zbiorowisko niekontrolowane natomiast zdecydowanie wypiera inne fitocenozy (zespoły i zbiorowiska) i tworzy nierzadko wielohektarowe płaty, przypominające w okresie kwitnienia łąnowe monokultury. W przypadku ugrupowań wytypowanych do pozostawienia, powinny być tworzone naturalne lub sztuczne bariery (np. rowy odwadniające, ubite ścieżki lub drogi dojazdowe, pasy innego w pełni ukształtowanego zespołu czy też uskok terenu).

Na terenach badań nie stwierdzono występowania gatunków objętych ochroną prawną w postaci większych skupień lub płatów. Gatunki te rosły pojedynczo z wyjątkiem jednego płatu (ok. 4 m<sup>2</sup>) centurii pospolitej *Centaureum erythraea* na terenie kopalni „Jan Kanty” w Jaworznie. W przypadku stwierdzenia w terenie gatunków chronionych, sposób postępowania z ich stanowiskami należy uzgodnić z organem wydającym decyzje środowiskowe. Najczęściej jest nim Wydział Ochrony Środowiska jednostki terytorialnej. Stanowiska roślin chronionych można wyłączyć z rekultywacji – o ile nie zachodzi potrzeba wyższej rangi. W przypadku kopalni „Jan Kanty” na terenie objętym badaniami została zaplanowana specjalna strefa dla inwestorów, która ma w przyszłości zapewnić rozwój miasta i miejsca pracy dla mieszkańców. Stanowiska cennych gatunków chronionych można przenosić pod warunkiem zachowania prawie identycznych warunków siedliska (ochrona gatunkowa *ex situ*).

Wykorzystanie pnączy, szczególnie gatunków wieloletnich, tj. *Hedera helix* (gatunek chroniony), *Parthenocissus inserta*, *P. quinquefolia* i *Clematis vitalba*, może polegać na pozostawieniu ich stanowisk bądź pobraniu ich odszczepek i wykorzystaniu do nasadzeń w innych miejscach w obrębie rekultywowanego obszaru. Winobluszcze są stosowane do nasadzeń wzdłuż drogowych ekranów akustycznych oraz wykorzystywane jako cenne pnącze upraw ogrodowych.

Podobny sposób postępowania dotyczy gatunków środowisk wodnych i silnie podmokłych. Wszystkie zbiorniki, oczka wodne, zagłębienia terenowe, wypełniające się wodą okresowo lub stale, na przebadanych terenach są zasiedlane gatunkami roślin w wyniku samoczynnych procesów sukcesyjnych. Można przypuszczać, że gatunki wodne pojawiają się na terenach pokopalnianych w każdym przypadku, bez prowadzenia zaplanowanych nasadzeń. Jeżeli efekt zasiedlenia ma być szybki, to wstępujące gatunki, na przykład pałka wąskolistna *Typha angustifolia*, pałka szerokolistna *T. latifolia*, rdestnica pływająca *Potamogeton natans*, rdestnica grzebieniasta *P. pectinatus*, można przenosić ze środowisk z ukształtowanymi w pełni ich zbiorowiskami.

## 5.5. Wykorzystanie funkcji ekologicznych i edukacyjnych

Nie wszystkie tereny przekształcone przez człowieka lub stworzone w efekcie jego działalności są całkowicie bezwartościowe czy też mocno uciążliwe. Wyniki badań

przyrodniczych prowadzonych na terenach nieużytków miejsko-przemysłowych modyfikują dawne obiegowe poglądy o ich małej wartości (Celiński, Czyłok 1996; Tokarska-Guzik 2000, 2001). Przedstawione w niniejszym artykule wyniki badań potwierdzają tę hipotezę. Na terenach po zlikwidowanych dziesięciu kopalniach węgla kamiennego Zagłębia Dąbrowskiego i w jego okolicach stwierdzono występowanie aż 736 gatunków roślin naczyniowych oraz 45 zespołów i 78 zbiorowisk roślinnych. Wśród zinwentaryzowanej flory znajduje się 16 gatunków podlegających ochronie prawnej oraz grupa gatunków rzadkich i bardzo rzadkich. Wśród przebadanych obiektów znalazły się szczególnie cenne siedliska dla gatunków flory i fauny, do których z pewnością należały tereny byłych osadników ziemnych i betonowych (kopalń: „Niwka-Modrzejów”, „Porąbka-Klimontów”, „Sosnowiec”, „Grodziec”, „Jowisz”) oraz zwałowiska skały płonnej („Sosnowiec”, „Paryż”, „Jowisz”, „Klimontów”, „Grodziec”).

Prace projektowe zagospodarowania terenów pogórnich w każdym przypadku powinny być poprzedzone badaniami florystycznymi i fitosocjologicznymi w celu określenia potencjału szaty roślinnej występującej na danym terenie oraz możliwości wykorzystania naturalnych procesów sukcesyjnych. W projektach rekultywacji technicznej i biologicznej tych obszarów powinny być uwzględnione połączenia lokalne i ponadlokalne układów ekologicznych (węzły przyrodnicze, korytarze ekologiczne) oraz ochrona już ukształtowanej biocenozy.

Wiele fragmentów przyrody na terenach poeksploatacyjnych kopalń węgla kamiennego w postaci użytków ekologicznych lub zespołów przyrodniczo-krajobrazowych można objąć ochroną prawną. Niezwykle istotna jest szczegółowa inwentaryzacja i promocja terenu. Bardzo często o walorach i wartościach przyrodniczych nie są poinformowane władze samorządowe, które mogą podejmować działania dotyczące takich form ochrony. Na terenach pogórnich mogą być również tworzone ścieżki ekologiczne pełniące jednocześnie funkcje edukacyjne i społeczne.

Przykładem tego typu działań, polegających na wykorzystaniu potencjału przyrodniczego, mogą być tereny Black Country w Anglii, gdzie utworzono jeden rezerwat przyrody, 15 obszarów o szczególnym znaczeniu naukowym oraz 11 miejskich rezerwatów przyrody. Strategia ochrony przyrody na tym terenie jest opisana w dokumencie „The Black Country Nature Conservation Strategy” (1984). Jest to dokument charakteryzujący jego środowisko przyrodnicze, prezentujący stan aktualny zasobów przyrodniczych regionu, określający główne kierunki jego rozwoju. Oprócz zachowanych w krajobrazie miejsko-przemysłowych fragmentów naturalnej przyrody, są chronione także ślady dawnej, przemysłowej działalności człowieka – skanseny przemysłowe: The Black Country Living Museum, nieczynne kamieniołomy, wyrobiska, zwały (Tokarska-Guzik 2001).

Do interesujących przykładów ochrony terenów wyrobisk pogórnich w Ardenach na pograniczu Belgii i Niemiec można zaliczyć teren Parku Narodowego „Nordifel”, gdzie występuje wiele dawnych wyrobisk po górnictwie rud cynkowo-ołowiowych, objętych lokalną ochroną ekologiczną (Rostański 2004, 2008).

W Polsce przykładem obszarów poprzemysłowych, które zostały objęte ochroną, są: stawy Szopienice-Borki w Katowicach, „Żabie Doły” na granicy Chorzowa i By-

tomia (zespół przyrodniczo-krajobrazowy), staw Grinfeld w Katowicach-Muchowcu i stawy na Osiedlu Tysiąclecia w Katowicach (użytki ekologiczne).

Decyzje o warunkach rekultywacji podejmują najczęściej jednostki administracji lokalnej. Jeżeli teren pogórnicy charakteryzuje potencjał przyrodniczy i edukacyjny, powinny zostać podjęte działania polegające na odpowiednim jego wykorzystaniu. Badania geobotaniczne powinny stać się jednym z podstawowych kryteriów oceny terenów nie tylko pogórnicy, lecz także innych terenów przemysłowych.

Należy podkreślić, że w koncepcjach zagospodarowania i rekultywacji dziesięciu terenów pogórnicy w Zagłębiu Dąbrowskim nie został uwzględniony w żadnym przypadku ich potencjał przyrodniczo-ekologiczny.

## WNIOSKI

Na podstawie badań wykonanych w ramach rozprawy doktorskiej sformułowano następujące wnioski:

1. Ukształtowana w wyniku procesu sukcesji wtórnej szata roślinna wraz z gatunkami wprowadzonymi charakteryzuje się dużą bioróżnorodnością. Na dziesięciu przebadanych terenach likwidowanych kopalń Zagłębia Dąbrowskiego i w ich bliższych okolicach, stwierdzono występowanie 736 gatunków roślin naczyniowych, 45 zespołów i 78 zbiorowisk roślinnych oraz 20 gatunków naziemnych mszaków.
2. Flora zasiedlająca tereny pogórnicy jest znacznie zróżnicowana pod względem przynależności do form życiowych oraz do grup biocenologicznych, a także pod względem autekologicznych abiotycznych wymagań gatunków.
3. Ukształtowana w wyniku sukcesji wtórnej flora naczyniowa gatunków pełni na terenach pogórnicy funkcje: bioindykacyjne, przeciwerozyjne, glebotwórcze, ozdobne, ekologiczne oraz edukacyjne.
4. Funkcje bioindykacyjne mogą być wykorzystywane do optymalnego doboru gatunków do rekultywacji biologicznej, dzięki analizie specyficznych grup gatunków charakteryzujących się odpowiednimi wartościami wskaźników autekologicznych. Wykorzystanie bioindykatorów (specyficznych taksonów bioindykacyjnych, zespołów i zbiorowisk roślin) ma istotne znaczenie dla typowania danych obszarów do szczegółowych badań analityczno-laboratoryjnych.
5. Funkcje przeciwerozyjne roślinności można wykorzystać przez pozostawienie płatów ugrupowań, takich jak np.: *Calamagrostietum epigeji*, *Convolvulo arvensis-Agrophyretum repentis*, *Lolio-Polygonetum arenastris*, *Sambucetum nigrae*, *Robinia pseudoacacia* w miejscach erodowanych lub narażonych na erozję. Niezależnie zespół *Convolvulo arvensis-Agrophyretum repentis* można wykorzystać do rekultywacji, stosując metodę darniowania (wycinania i przenoszenia darni) lub w efekcie przenoszenia ukosu przeprowadzonego w czasie wydawania nasion.
6. Funkcje glebotwórcze zespołów *Sambucetum nigrae* i *Urtico-Aegopodietum podagrariae* oraz zbiorowiska z *Robinia pseudoacacia* można wykorzystać przez wyłączenie z rekultywacji fragmentów, jakie porastają lub przeniesienie utworzonej warstwy gleby po wcześniejszej wycince robinii lub bzu czarnego. Pozyskany materiał można wykorzystać jako podstawowy lub domieszkowy do innych prac związanych z kształtowaniem podłoża.

7. Wykorzystanie funkcji ozdobnych może polegać na wyłączeniu z rekultywacji obszarów z typowo ukształtowanymi płatami zespołów, jak na przykład: *Artemisio-Tanacetum vulgaris*, *Echio-Melilotetum*, *Polygonetum-cuspidati*, *Rudbeckio-Solidaginetum*, *Calystegio-Eupatorietum* czy *Atriplicetum nitentis*. Stanowiska roślin chronionych można wyłączyć z rekultywacji lub przenosić te rośliny, pod warunkiem zachowania odpowiednich warunków siedliska. Wykorzystanie pnączy: *Hedera helix* (gatunek chroniony), *Parthenocissus inserta*, *P. quinquefolia* i *Clematis vitalba* może polegać na zachowaniu ich stanowisk lub pobraniu odczeppek i wykorzystaniu do nasadzeń w innych miejscach.
8. Obiekty pogórnice, pełniące szczególne funkcje ekologiczne lub edukacyjne, można objąć ochroną prawną w postaci użytków ekologicznych lub zespołów przyrodniczo-krajobrazowych. Na terenach pogórnich mogą być tworzone ścieżki ekologiczne, pełniące jednocześnie funkcje edukacyjne.

### Literatura

1. Bellon S., Tumiłowicz J., Król S. (1977): Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym. Warszawa, PWRiL.
2. Bender J., Gilewska M., Wójcik A. (1985): Przydatność robinii akacjowej do zadrzewień gruntów pogórnich. Archiwum Ochrony Środowiska nr 3–4, s. 113–133.
3. Braun-Blanquet J. (1964): Pflanzensozologie Grunzüge der Vegetationskunde. Wien–New York, Springer.
4. Celiński F., Czyłok A. (1996): Paradoxy antropopresji. Przyroda Górnego Śląska nr 1, s. 4–5.
5. Dzwonko Z. (2007): Przewodnik po badaniach fitosocjologicznych. Poznań–Kraków, Instytut Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego.
6. Ellenberg H., Weber H., Dull R., Werner W., Paulissen D. (1992): Gottingenss, Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Scripta Bot.
7. Fiek E. (1881): Flora von Schlesien. Breslau, JU. Kerns Verlag.
8. Greszta J., Morawski S. (1972): Rekultywacja nieużytków przemysłowych. Warszawa, PWRiL.
9. Góral S. (2001): Roślinność zielna w ochronie i rekultywacji gruntów. Inżynieria Ekologiczna nr 3.
10. Heyný S., Kopecký K., Jehlík V., Krippelova T. (1979): Prehled ruderalnich rostlinných společenstev Československa. Praha, Rozpravy Československe Akademie VED Rocnik 89, Sesit 2.
11. Jędrzejko K., Olszewski P. (2006): Flora synantropijna terenów poeksploatacyjnych Kopalni Węgla Kamiennego „Niwka-Modrzejów” w Sosnowcu (Zagłębie Dąbrowskie). Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekologii w Sosnowcu z. 2.
12. Jędrzejko K., Olszewski P. (2006): Analiza różnicowania gatunkowego i specyfiki ekologicznej flory naczyniowej na terenach poeksploatacyjnych wybranych likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim (GOP). Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko nr 3, s. 43–65.
13. Jędrzejko K., Olszewski P. (2007): Charakterystyka flory naczyniowej na terenach likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim (GOP). Prace Naukowe GIG Górnictwo. i Środowisko nr 1.
14. Jędrzejko K., Olszewski P. (2008): Charakterystyka gatunków flory naczyniowej na terenie likwidowanej kopalni węgla kamiennego „Jan Kanty” w Jaworznie (GOP). Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko nr 2.

15. Kondracki J. (1994): *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*. Warszawa, PWN.
16. Matuszkiewicz W. (2001): *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Warszawa, PWN.
17. Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. (2002): *Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. Vascular plants of Poland a checklist*. Polish Botanical Studies. Guidebook Ser. No. 15. Kraków, Polish Academy of Science W. Szafer Institute of Botany.
18. Namieśnik J., Łukasiak J., Jamrógiewicz Z. (1995): *Pobieranie próbek środowiskowych do Analizy*. Warszawa, PWN.
19. NOBANIS: North European and Baltic Network on Invasive Alien Species [www.artportalen.se/nobanis](http://www.artportalen.se/nobanis).
20. Oberdorfer E., Müller T., Korneck D., Lippert W., Markgraf-Dannenberg I., Patzke E., Weber H.E. (1994): *Pflanzensoziologische Exursionsflora*, 6 Auflage. Stuttgart, Ulmer.
21. Olszewski P. (2001): *Flora synantropijna terenów poeksploatacyjnych Kopalni Węgla Kamiennego „Sosnowiec” (Zagłębie Dąbrowskie)*. W: *Materiały IX Konferencji na temat: Zapobieganie zanieczyszczeniu środowiska*. Bielsko-Biała, Zakł. Ochr. Środ. A.T.H.
22. Olszewski P. (2003): *Flora synantropijna terenów poeksploatacyjnych Kopalni Węgla Kamiennego „Saturn” w Czeladzi (Zagłębie Dąbrowskie)*. *Archiwum Ochrony Środowiska* Vol. 29, nr 1, s. 81–98.
23. Olszewski P. (2008): *Funkcje użytkowe szaty roślinnej na terenach likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim i ich wykorzystanie w procesie rekultywacji*. Praca doktorska. Katowice, GIG (niepublikowana).
24. Olszewski P., Gogola K., Bajerski A. (2004): *Rekultywacja i zagospodarowanie terenów zdegradowanych działalnością górniczą*. *Ekologia dla przedsiębiorstw*, cz. 3. Katowice.
25. Paprzycki E., Jaromin L. (1956): *Podsumowanie wyników badań prób zalesienia piaskowcni*. PAN, Kom. Dla Spraw GOP, Biul. nr 1, s. 7–48.
26. Raunkiaer C. (1905): *Types biologiques pour la geographie botanique*. *Overs. Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Forh. Medlemmers Arbejder* (5), s. 347–437.
27. Rostański A. (2004): *Flora zwałowisk przemysłowych – kłopotliwe bogactwo przyrody*. *Problemy Środowiska i Jego Ochrony* nr 12, s. 109–122.
28. Rostański A. (2006): *Spontaniczne kształtowanie się pokrywy roślinnej na zwałowiskach po górnictwie węgla kamiennego na Górnym Śląsku*. *Prace Naukowe Uniw. Śląskiego*.
29. Rostański A. (2008): *Spontaniczna rewitalizacja terenów zdegradowanych – rola naturalnych procesów biologicznych w rewitalizacji terenów zdegradowanych*. *Materiały II Międzynarodowej Konferencji: „Innowacyjne rozwiązania rewitalizacji terenów zdegradowanych”*. Katowice, CBiDGP i IETU.
30. Rothmaler W. (2000): *Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen*. Berlin, Atlasband, s. 753.
31. Rutkowski L. (1998): *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski Niżowej*. Warszawa, Wydaw. Naukowe PWN.
32. Sawicka A. (2000): *Rdest ostrokończysty – ocena jego pojawiania się i znaczenie we Wrocławiu*. *Materiały Konferencji Euroregionalnej dot. problematyki roślin inwazyjnych*.
33. Sendek A. (1984): *Rośliny naczyniowe Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*. Warszawa, PWN.
34. Szafer W., Zarzycki K. (1977): *Szata roślinna Polski*. Warszawa, PWN.
35. Szafer W. (1956): *Kraina: Szata roślinna Polski*, T. 2. Warszawa, PWN, s. 94–99.
36. Tokarska-Guzik B. (2001): *Przyrodnicze zagospodarowanie terenów pogórnich*. *Materiały Sympozjum: Warsztaty 2001 – Zagrożenia naturalne w górnictwie*. Kraków, Druk-Rol, s. 209–222.

37. Tokarska-Guzik B. (2005): The Establishment and Spread of Alien Plant Species (Keno-phytes) in the Flora of Poland. *Prace Naukowe Uniw. Śląskiego*.
38. Tokarska-Guzik B., Rostański A. (1998): Flora naczyniowa miasta Czeladź. *Acta Biologica Silesiana* T. 33, s. 12–58.
39. Uechtritz R.: Resultate der Durchforschung der schlesischen Phanerogamenflora im Jahre 1878–1885, jahres – *Ber. D. Schkes. Gesell. F. vaterl. Cultur*, 56, s. 154–176; 57, s. 323–349, 60, s. 243–284, 61, s. 249–300, 62, s. 309–341, s. 63, s. 216–276.
40. Wałczewski T. (1968): *Ogólna hodowla lasu*. Warszawa, PWRiL.
41. Wąsowicz M. (1874): Wyniki wycieczek botanicznych, dokonanych w okolicach Mysłowic. *AU, Spraw. Kom. Fizjogr.* 11, s. 30–40.
42. Woźniak G. (2000): Rola procesów naturalnych w rekultywacji nieużytków przemysłowych. *Inżynieria Środowiska* nr 1, s. 87–93.
43. Woźniak G. (2001): Flora roślin naczyniowych osadników ziemnych wód kopalnianych – nieużytków poeksploatacyjnych na Górnym Śląsku. Katowice, Uniwersytet Śląski – Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody, s. 7–46.
44. Wrzesień M., Święs F. (2006): Flora i zbiorowiska roślin naczyniowych terenów kolejowych zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. Lublin, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej.
45. Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U. (2002): *Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski*. Kraków, Instytut Botaniki PAN.

**Recenzent:** dr Leszek Trząski