

## Udział traw (Poaceae) w pokrywie roślinnej kształtującej się spontanicznie na obrzeżach wyrobisk żwiru

EDYTA SIERKA i BEATA BABCZYŃSKA-SENDEK

SIERKA, E. AND BABCZYŃSKA-SENDEK, B. 2013. Participation of grasses (Poaceae) in spontaneous development of plant cover on the edges of gravel excavation. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 20(2): 285–301. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: The article presents an attempt to define the role of grasses in the process of overgrowing fringes of moist gravel pits. There were 24 grass species occurring in the investigated area, and their cover has increased with time since its reclamation. The increasing role of grasses was caused by spreading of *Calamagrostis epigejos*. Moreover grasses of waterside localities played also a significant role in plant cover. It was reflected by average values of humidity indices (F) for each plot. Grasses present on the investigated plots were mainly species of slightly acid and alkaline habitats, moderately rich and rich in nitrogen compounds. The prevailing type of Grime's life strategy was competition. It was related to increasing share of *Calamagrostis epigejos*.

KEY WORDS: flora of grasses, gravel excavations, succession, *Calamagrostis epigejos*, Ellenberg's indicators, C-S-R strategies, the Odra valley.

*E. Sierka, B. Babczyńska-Sendek, Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Śląski, ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice, Polska; e-mail: edyta.sierka@us.edu.pl; beata.babczynska-sendek@us.edu.pl*

### WSTĘP

Tereny wyrobisk kruszyw mineralnych są nieodłącznym elementem krajobrazu w dolinie Odry. Wyrobiska najczęściej tworzone były na miejscu wcześniej istniejących tu pól uprawnych. Po zakończeniu eksploatacji miejsca, gdzie pozyskiwano kruszywa, zostały zrehabilitowane, czego efektem było powstanie licznych zbiorników wodnych, służących rekreacji. W obrębie żwirowni, ze względu na etapowość procesów eksploatacji, występują różnowiekowe powierzchnie, m.in. w kształcie długich, wąskich „półwyspów”, będących pozostałością po wydobywaniu kruszyw. Ich wiek ma wpływ na kształtowanie się składu gatunkowego flory. Znajomość wieku poszczególnych powierzchni pozwala na badanie dynamiki roślinności w czasie (WALKER i in. 2010) i określenie przybliżonych kierunków sukcesji (PICKETT 1989).

Pomimo specyficznych warunków siedliskowych i ekologicznych (MŁYŃKOWIAK & KUTYNA 1999; BZDON 2009) żwirownie nie były dotychczas zbyt często obiektami badań florystycznych. Na obszarach po eksploatacji kruszyw mineralnych (żwirów i piasków),

najczęściej analizowano florę i roślinność terenów piaszkowni (FURDYNA 1974; KOMPALA 1997; BABA i in. 2003; CZYLOK 2004; BZDON 2010), składowisk żwiru (BORGEGARD 1990; PRACH & REHOUNKOVÁ 2006; REHOUNKOVÁ 2007; CZORTEK 2011; KRECHOWSKI i in. 2012), różnowiekowych wyrobisk żwiru, m.in. Wyżyny Siedleckiej (BZDON 2009) lub skupiano się na określonej grupie gatunków, np. roślinach termofilnych (KRECHOWSKI i in. 2012) czy segetalnych (BZDON 2010).

Trawy, jako gatunki o wielkiej zdolności przystosowawczej do różnych warunków życia (MIZIANTY 1995), zasiedlają tereny pozbawione wcześniej pokrywy roślinnej i są grupą roślin odgrywających wiodącą rolę w jej ponownej regeneracji. Są one albo wprowadzane celowo przez człowieka albo wkraczają na drodze naturalnej sukcesji zarówno na przygotowane podłoża, jak i na tereny nierekultywowane (PIERZCHAŁA & SIERKA 2009). Wiele gatunków i odmian traw odgrywa bardzo istotną rolę w inicjacji procesu odnawiania się gleby oraz kształtowania jej właściwości (FREY 2007). Warte podkreślenia są również, nie spotykane w innych grupach roślin, zdolności kolonizacyjne traw (FREY 2010), co wykazano także na terenach żwirowni (ROGALSKI & PRAJS 2006).

Celem badań była próba odpowiedzi na następujące pytania: (1) jakie gatunki traw występują we florze badanych powierzchni i jaki jest ich udział w tworzącej się na nich spontanicznie pokrywie roślinnej? (2) jakie cechy i preferencje siedliskowe wykazują trawy występujące na poszczególnych powierzchniach? (3) czy czas, jaki upłynął od zakończenia eksploatacji ma wpływ na jakościowy i ilościowy udział traw w pokrywie roślinnej? (4) czy trawy na badanym obszarze mogą być wskaźnikami tempa spontanicznej sukcesji?

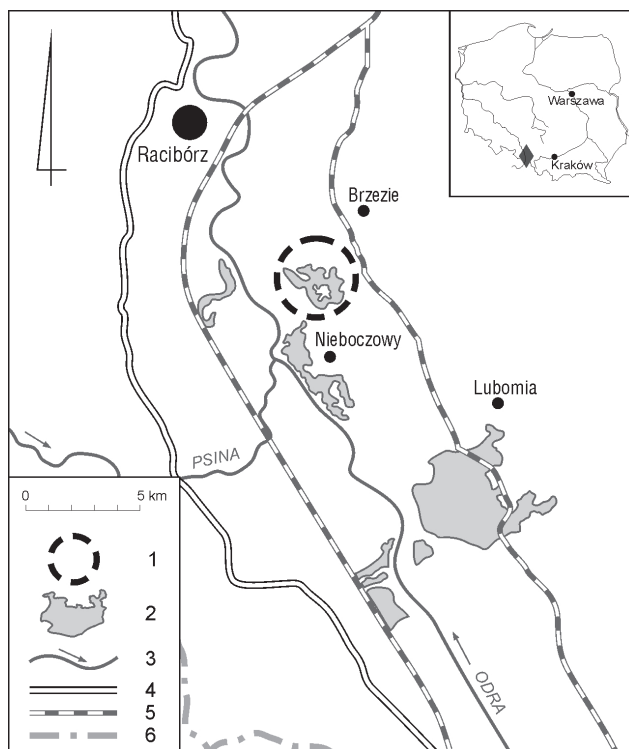
#### TEREN BADAŃ

Obszar badań zlokalizowany jest w obrębie Kotliny Raciborskiej (KONDRACKI 2001), na prawym brzegu Odry na południowy zachód od miejscowości Brzeziny (N: 50°3'54.24"; E: 18°14'45.27") (Ryc.1). Administracyjnie należy on do dwóch gmin województwa śląskiego: Racibórz (powiat raciborski) oraz do Lubomia (powiat wodzisławski) i usytuowany jest na terenie powstającego zbiornika retencyjnego „Racibórz Dolny”, który będzie miał za zadanie ochronę przeciwpowodziową doliny górnej Odry.

Obszar ten był w przeszłości kształtowany przez rzekę Odrę oraz lodowce, co w efekcie doprowadziło do utworzenia pokrywy piasków i żwirów (SZCZEPANKIEWICZ 1984), które są głównym surowcem eksploatowanym na tym terenie. Nadkład (grubość 2,2 do 5,0 m), szczególnie istotny dla występującej na badanym obszarze roślinności, tworzą czwartorzędowe osady rzeczne terasy Odry – pylaste, piaszczyste lub ilaste gliny napływowe.

W sąsiedztwie badanych obiektów przeważają pola uprawne i łąki oraz zbiorniki wód powierzchniowych.

Eksploatacja badanego złoża kruszyw prowadzona była od roku 1991 (za: ANEKS DO PLANU REKULTYWACJI...2008) metodą odkrywkową. Prace przygotowawcze polegały na zdjęciu gleby i nadkładu ze stropu złoża. Wydobyte prowadzono systemem odkrywkowym spod lustra wody. Z wydobytego i wstępnie oczyszczonego urobku wyplukiwano m.in. pyły mineralne i wysortowywano bryły gliny. Materiał ten został następnie wykorzystany



**Ryc. 1.** Lokalizacja terenu badań. 1 – obszar badań, 2 – zbiorniki wodne, 3 – rzeki, 4 – drogi, 5 – koleje, 6 – granica państwa

**Fig. 1.** Location of study area. 1 – study area, 2 – reservoirs, 3 – rivers, 4 – roads, 5 – railways, 6 – state border

w procesie kształtowania brzegów wyrobiska. Prowadzona rekultywacja polegała na pozostawieniu zawadzonego wyrobiska o głębokości 6–8 m z pięcioma „półwypami”, usypywanymi *de novo* lub pozostawionymi fragmentami złoża niepoddanego eksploatacji ze względów ekonomicznych. Poszczególne „półwyspy”, wniskające w obszar zbiornika powstawały w różnym czasie na przestrzeni pięciu lat. Każdy z nich po zakończeniu eksploatacji poddawany był rekultywacji. Rekultywacja brzegów polegała na ich ukształtowaniu (nachylenie 30–40°) i równomiernym rozproszczeniu zgromadzonego humusu na powierzchni, która została następnie wyrównana (za: ANEKS DO PLANU REKULTYWACJI...1998). W ten sposób przygotowane zostało nowe siedlisko dostępne dla roślin.

## MATERIAŁ I METODY

Prace terenowe przeprowadzono na pięciu powierzchniach – „półwypach” usytuowanych na obrzeżu zbiornika utworzonego na terenie wyrobiska żwiru. W ich trakcie wykonywano spisy florystyczne na każdej z powierzchni oraz szacowano procentowy udział poszczególnych gatunków roślin naczyniowych przyjmując następujące przedziały: 0,1%, 0,1–2%, 2,1–10%, 10,1–30%, 30,1–50%. Żaden ze stwierdzonych gatunków nie osiągał pokrycia większego, niż 50%, dlatego nie było konieczności dalszego rozszerzania

skali. Na potrzeby analiz ilościowych procentowe pokrycie gatunków transponowano do następujących wartości: 0,1%, 1%, 6%, 20% i 40%.

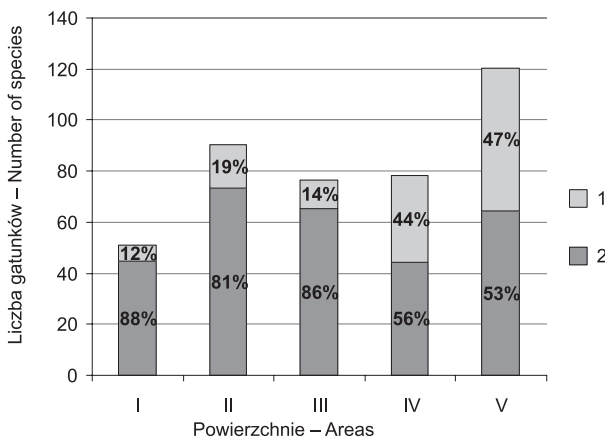
Przynależność traw do jednostek syntaksonomicznych przyjęto za: MATUSZKIEWICZEM (2008) i ZARZYCKIM i in. (2002). Natomiast do grup ekologicznych gatunki zaliczano wg następującego schematu: nadwodne – *Phragmitetea*, *Bidentetea*, *Agropyro-Rumicion crispi*; łąkowe – *Molinio-Arrhenatheretea* (rzędy *Molinietalia* i *Arrhenatheretalia*), chwasty – *Stellarietea mediae*. Pozostałe trawy, zaliczono do grupy inne; znalazły się w niej 2 gatunki traw uważane za charakterystyczne dla zbiorowisk miejsc wydeptywanych (*Polygonion avicularis*) oraz 2 o niejednoznacznej przynależności fitosocjologicznej. Na potrzeby analiz pozostawiono grupę *Epilobietea*, którą reprezentuje tylko *Calamagrostis epigejos*, jest to jednak gatunek trawy bardzo istotny na badanych powierzchniach.

Wybrane cechy funkcjonalne gatunków traw, takie jak preferencje siedliskowe (wilgotność, odczyn podłoża i żyzność siedliska) i strategie życiowe analizowano w oparciu o dane zaczerpnięte z opracowania ELLENBERGA i in. (2001) oraz bazy BIOLFLOR (KLOTZ i in. 2002). Nazewnictwo gatunków przyjęto za MIRKIEM i in. (2002). Strategie życiowe (GRIME 1977) gatunków traw sprowadzono do 3 głównych typów, stosując następującą konwencję (HILL i in. 2002): C (konkurent)=(1,0,0); S (tolerujący stres)=(0,1,0); R (ruderalny)=(0,0,1); SR (tolerujący stres, ruderalny)=(S + R)/2=(0;0,5;0,5); CR (konkurent, ruderalny)=(C + R)/2=(0,5;0;0,5); CSR (pośrednia)(C + S + R)/3=(0,33;0,33;0,33).

Prowadzone analizy oparto w większości na wartościach procentowego pokrycia gatunków traw na poszczególnych powierzchniach. Uwzględniono czas jaki upłynął od zakończenia rekultywacji przeprowadzonej w latach: 2002 (powierzchnia I), 2001 (II), 2000 (III), 1999 (IV) i 1998 (V).

## WYNIKI

Na badanym obszarze stwierdzono występowanie 24 gatunków traw. Jest to 14% całej flory naczyniowej tego terenu. Z kolei na poszczególnych powierzchniach stanowiły one od 15 do 20% ich flory, a średnio – 18%. Ich udział w pokrywie roślinnej był zróżnicowany i w przypadku pojedynczych gatunków wahał się od 0,1% do 40% (Tab. 1). Natomiast łączne pokrycie wszystkich traw na „półwyspach” zwiększało się wyraźnie wraz z ich wiekiem – od 12% na najmłodszym do 47% na najstarszym (Ryc. 2). O wzroście tego pokrycia decydował jednak przede wszystkim rozprzestrzeniający się *Calamagrostis epigejos*.



**Ryc. 2.** Udział traw w pokrywie roślinnej badanych powierzchni. 1 – trawy, 2 – pozostałe gatunki

**Fig. 2.** Participations of grasses in plant cover of the investigated areas. 1 – grasses, 2 – other species

**Tabela 1.** Udział gatunków traw w pokrywie roślinnej badanych powierzchni  
**Table 1.** Participation of grass species in plant cover of the investigated areas

Nr powierzchni (Area number)	I	II	III	IV	V
<i>Calamagrostis epigejos</i>	0,11–2%	2,1–10%	2,1–10%	10,1–30%	30,1–50%
<i>Poa palustris</i>	0,11–2%	2,1–10%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Alopecurus aequalis</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Phalaris arundinacea</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Agrostis stolonifera</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Deschampsia caespitosa</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	2,1–10%	0,11–2%
<i>Elymus repens</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Poa annua</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Setaria pumila</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Lolium perenne</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Poa compressa</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Poa pratensis</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Alopecurus pratensis</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Apera spica-venti</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Festuca pratensis</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Leersia oryzoides</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Agrostis capillaris</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Phleum pratense</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Festuca arundinacea</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Holcus lanatus</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Poa trivialis</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Dactylis glomerata</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%
<i>Agrostis gigantea</i>	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%	0,11–2%

Objaśnienia (Explanations):



30,1–50%,



10,1–30%,



2,1–10%,



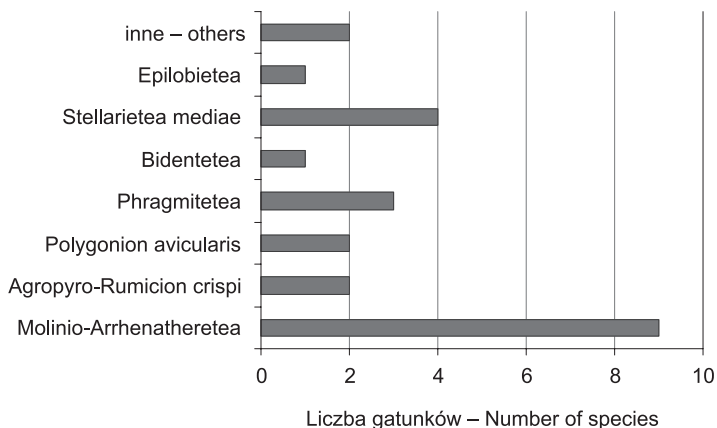
0,11–2%,



0,1%,



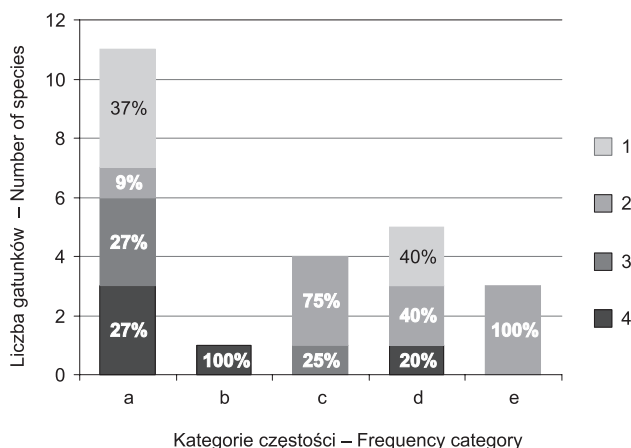
brak (lack)



**Ryc. 3.** Grupy synekologiczne we florze traw badanych powierzchni

**Fig. 3.** Synecological groups in the grass flora of the investigated areas

Gatunki traw odnotowane na badanych powierzchniach są związane ze zbiorowiskami roślinnymi z różnych jednostek fitosocjologicznych (Ryc. 3). Najliczniej (9 gatunków) reprezentowane są trawy zbiorowisk łąkowych (klasa *Molinio-Arrhenatheretea*), choć na ogół nie osiągają one większego pokrycia. Na potrzeby niniejszego opracowania z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* wydzielono grupy traw ze związków *Agropyro-Rumicion crispi* i *Polygonion avicularis*. Każdą z nich reprezentowały 2 gatunki. Grupa chwastów upraw (klasa *Stellarietea mediae*) liczyła 4 taksony, wśród których 3 były antropofitami (archeofitami). Ze względu na wcześniejszy rolniczy charakter terenu wyrobiska, zaliczono do



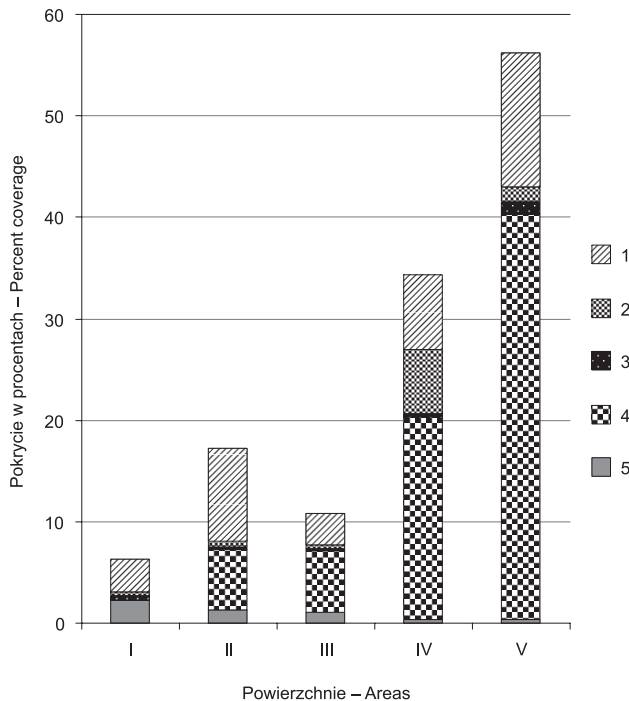
**Ryc. 4.** Kategorie częstotliwości gatunków traw na badanych powierzchniach z uwzględnieniem udziału grup siedliskowych. Trawy obecne na: a – pięciu powierzchniach, b – czterech, c – trzech, d – dwóch, e – jednej powierzchni. Grupy siedliskowe: 1 – trawy nadwodne, 2 – łąkowe, 3 – chwasty, 4 – inne

**Fig. 4.** Frequency categories of grass species in the investigated areas and participation of habitats groups in each of them. Grasses present on: a – five areas, b – four, c – three, d – two, e – one area. Habitat groups: 1 – grasses of waterside localities, 2 – meadow grasses, 3 – weeds, 4 – others

niej *Elymus repens*, chociaż trawa ta bywa też uważana za gatunek muraw zalewowych. Trzy gatunki to trawy związane ze zbiorowiskami szuwarowymi (klasa *Phragmitetea*), a po jednym przedstawicielu miały klasy *Bidentetea* i *Epilobietea*. W przypadku tej ostatniej jednostki fitosocjologicznej był to *Calamagrostis epigejos* – niezwykle istotny komponent pokrywy roślinnej badanych „półwyspów”. Dwóch gatunków traw nie zaliczono do żadnej konkretnej jednostki fitosocjologicznej.

Blisko 50% stanowią gatunki częste na badanych powierzchniach; odnotowano je na pięciu lub czterech „półwyspach”. Pozostałe stwierdzono na trzech lub dwóch z nich. Wyłącznie na jednej z powierzchni odnotowano *Poa trivialis*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis gigantea* (Tab. 1). Najliczniejszą grupą, występującą na wszystkich „półwyspach”, niezależnie od ich wieku, były trawy związane z siedliskami nadwodnymi. Licznie reprezentowane były również chwasty. Natomiast na pojedynczych powierzchniach stwierdzano głównie trawy łąkowe (Ryc. 4).

Udział traw w pokrywie roślinnej rośnie wraz z wiekiem powierzchni, przy czym wiąże się to ściśle ze wzrostem pokrycia *Calamagrostis epigejos*, a w mniejszym stopniu – niektórych nadwodnych gatunków (*Poa palustris*, *Alopecurus aequalis*). Udział trzcinnika piaskowego w pokryciu wszystkich traw wzrasta z ok. 2% na powierzchni dziesięcioletniej do nieco ponad 70% na czternastoletniej (Ryc. 5). Wraz z upływem czasu proporcje pomiędzy



**Ryc. 5.** Grupy siedliskowe we florze traw poszczególnych powierzchni. 1 – trawy nadwodne, 2 – łąkowe, 3 – chwasty, 4 – *Calamagrostis epigejos*, 5 – inne

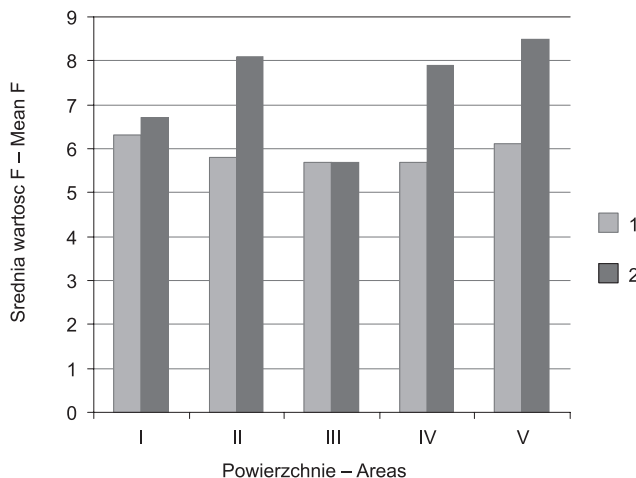
**Fig. 5.** Habitat groups in the grass flora of each area. 1 – grasses of waterside localities, 2 – meadow grasses, 3 – weeds, 4 – *Calamagrostis epigejos*, 5 – others

*Poa palustris* a *Calamagrostis epigejos* zmieniają się zdecydowanie na korzyść trzcinnika (Tab. 1).

Analizując wymagania wilgotnościowe traw występujących na badanych powierzchniach stwierdzono, że średnie wartości wskaźnika F obliczone dla flory traw poszczególnych „półwyspów” wynoszą 5,7–6,3 (przy uwzględnieniu liczby gatunków traw) oraz 5,7–8,5 (przy rozpatrywaniu ich pokrycia) (Ryc. 6). Pierwsze wartości wskazują na gleby o charakterze pośrednim pomiędzy świeżymi a wilgotnymi, a drugie odzwierciedlają większy udział wilgociolubnych traw (głównie *Poa palustris* i *Alopecurus aequalis*) na niektórych powierzchniach. Wśród wyróżnionych grup traw o różnych wymaganiach wilgotnościowych dwie wykazują wyraźny wzrost pokrycia wraz z wiekiem powierzchni. Są to trawy o szerokiej tolerancji na stopień uwilgotnienia gleby oraz trawy preferujące siedliska wilgotne (Ryc. 7). Szczególnie wzrasta pokrycie tych pierwszych, co ma ścisły związek z ekspansją *Calamagrostis epigejos* na powierzchniach IV i V.

Skład gatunkowy oraz liczebność traw nadwodnych, preferujących siedliska wilgotne była związana z wilgotnością podłoża, ale również z ukształtowaniem brzegu. Tam, gdzie nachylenie było większe niż 15°, stwierdzono brak lub niewielkie procentowe pokrycie przedstawicieli traw (np. *Phalaris arundinacea*).

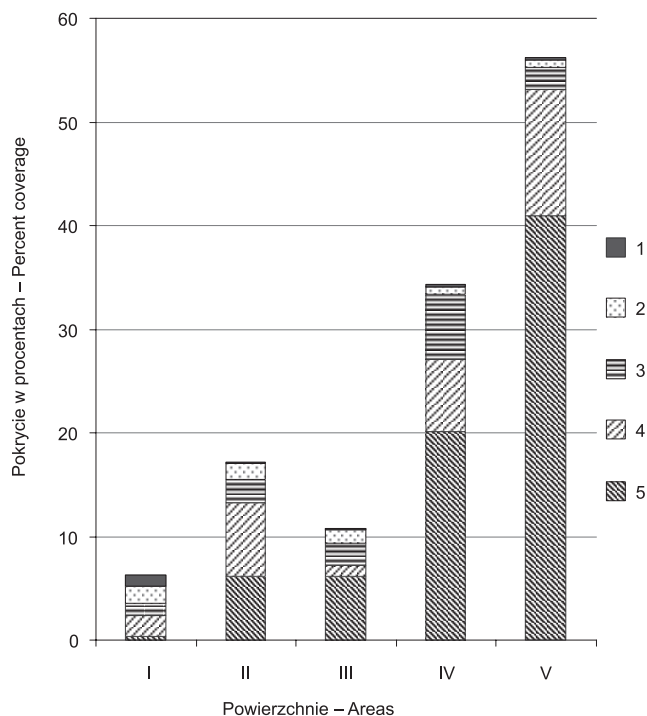
Analiza flory traw pod względem preferowanego odczynu podłoża wskazuje na istotny udział gatunków związanych z glebami słabo kwaśnymi i słabo zasadowymi; średnia wartość wskaźnika R uzyskana dla liczby gatunków wynosi od 6,6 do 6,9. Z kolei przy uwzględnieniu pokrycia wskaźnik R osiąga wyraźnie wyższe średnie wartości (7,3–7,9) (Ryc. 8). Ma to związek z większym pokryciem traw związanych z podłożem o wyższym pH. Są to *Poa palustris* (R 8) oraz *Phalaris arundinacea* (R 7). Porównując udział poszczególnych grup traw o różnych preferencjach co do odczynu podłoża można zauważyć, że żadna z nich



**Ryc. 6.** Preferencje siedliskowe traw w odniesieniu do wilgotności gleby (F). Średnia wartość obliczona dla: 1 – liczby gatunków traw, 2 – ich pokrycia

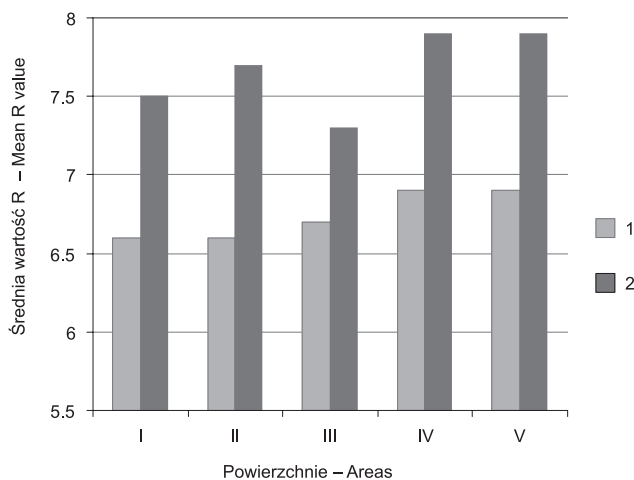
**Fig. 6.** Habitat preferences of grasses in relation to soil moisture (F). Mean value for: 1 – number of grass species, 2 – their coverage





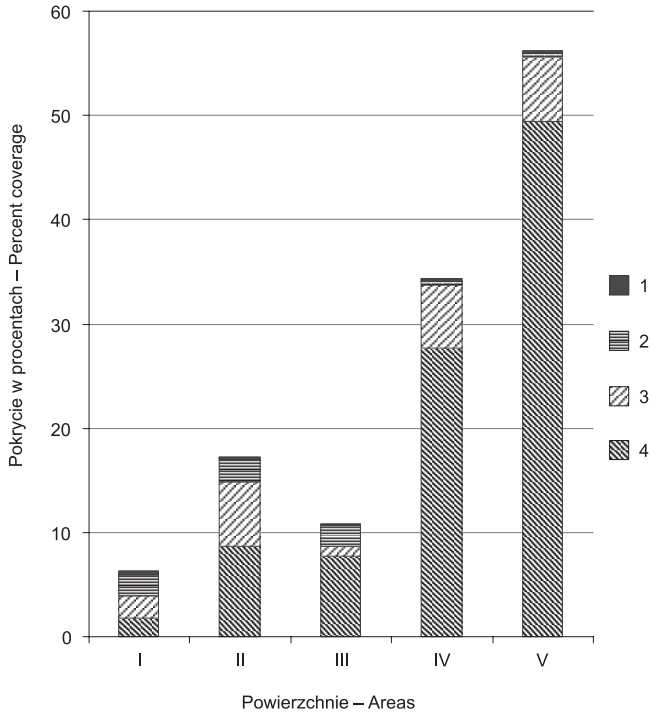
**Ryc. 7.** Procentowy udział traw o różnych wymaganiach wilgotnościowych na poszczególnych powierzchniach. Wskaźniki Ellenberga dla wilgotności: 1 – F3, F4; 2 – F5, F6; 3 – F7, F8; 4 – F9, F10; 5 – X

**Fig. 7.** Percentage participation of grasses with different moisture requirements on each area. Ellenberg indicator values: 1 – F3, F4; 2 – F5, F6; 3 – F7, F8; 4 – F9, F10; 5 – X



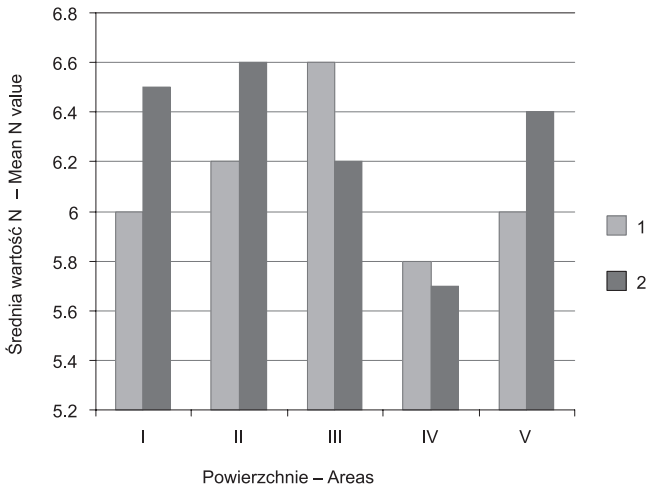
**Ryc. 8.** Preferencje siedliskowe traw w odniesieniu do odczynu gleby (R). Średnia wartość obliczona dla: 1 – liczby gatunków traw, 2 – ich pokrycia

**Fig. 8.** Habitat preferences of grasses in relation to soil reaction (R). Mean value for: 1 – number of grass species, 2 – their coverage



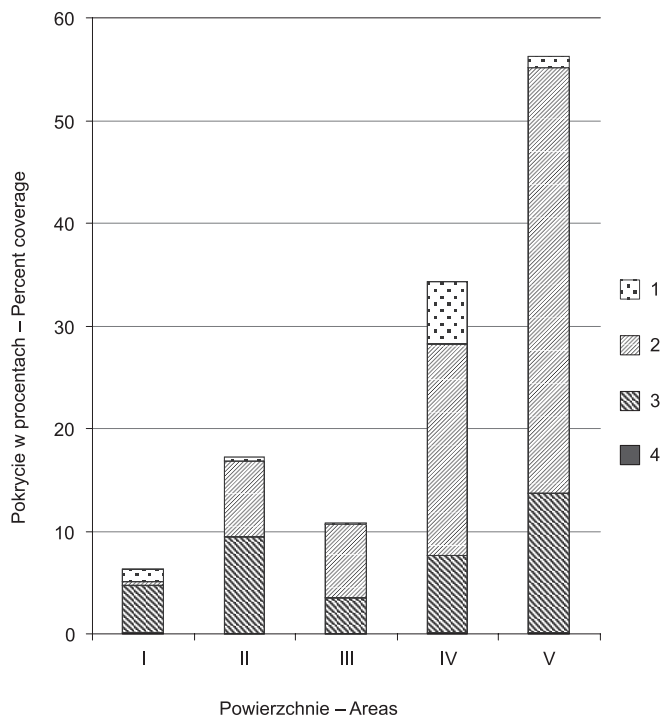
**Ryc. 9.** Procentowy udział traw o różnych wymaganiach w odniesieniu do odczynu gleby na poszczególnych powierzchniach. Wskaźniki Ellenberga dla odczynu gleby: 1 – R4, R5; 2 – R6, R7; 3 – R8, R9; 4 – X

**Fig. 9.** Percentage participation of grasses with different requirements in relation to soil reaction on each area. Ellenberg indicator values: 1 – R4, R5; 2 – R6, R7; 3 – R8, R9; 4 – X



**Ryc. 10.** Preferencje siedliskowe traw w odniesieniu do zasobności gleb w azot (N). Średnia wartość obliczona dla: 1 – liczby gatunków traw, 2 – ich pokrycia

**Fig. 10.** Habitat preferences of grasses in relation to nitrogen compounds in soil (N). Mean value for: 1 – number of grass species, 2 – their coverage



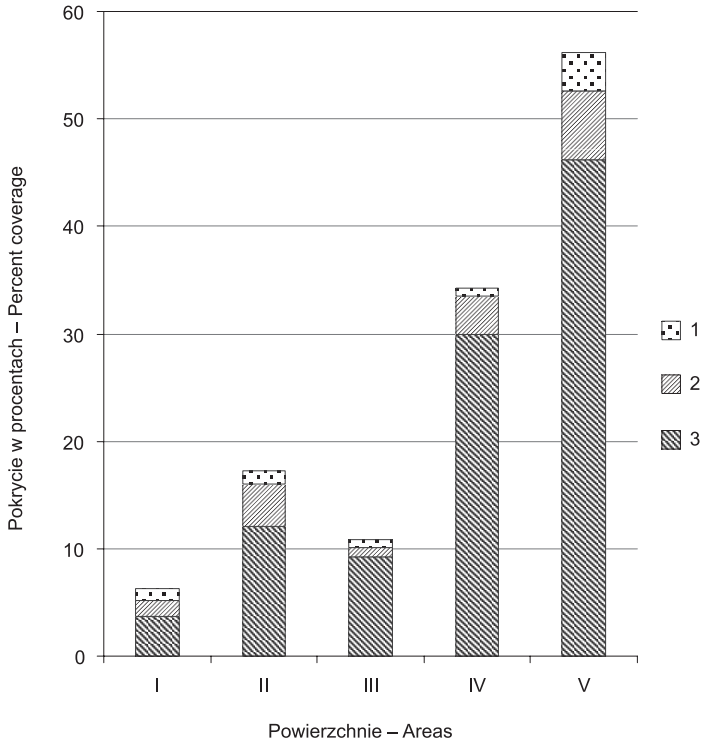
**Ryc. 11.** Procentowy udział traw o różnych wymaganiach w odniesieniu do zasobności gleb w azot na poszczególnych powierzchniach. Wskaźniki Ellenberga dla zawartości związków azotu w glebie: 1 – N3, N4; 2 – N5, N6; 3 – N7, N8, N9; 4 – X

**Fig. 11.** Percentage participation of grasses with different requirements in relation to nitrogen compounds in soil on each area. Ellenberg indicator values: 1 – N3, N4; 2 – N5, N6; 3 – N7, N8, N9; 4 – X

nie zwiększa wyraźnie swojego udziału wraz z wiekiem powierzchni (Ryc. 9). Daje się natomiast zauważyć spadek udziału traw o wartościach wskaźnika R wynoszących 7 lub mniej oraz zbliżony udział traw związanych z podłożem słabo zasadowym lub zasadowym (R 8 i 9). Wyraźnie wzrasta natomiast pokrycie traw o szerokiej tolerancji w odniesieniu do pH podłoża, co jest spowodowane zwiększaniem się udziału trzcinnika piaskowego.

W przypadku wskaźnika zawartości azotu w podłożu (N) jego wartości uzyskane dla liczby gatunków traw oraz dla ich pokrycia różniły się od siebie minimalnie (5,8–6,6 oraz 5,7–6,6) (Ryc. 10). Wskazują one na gatunki związane z glebami umiarkowanie zasobnymi oraz zasobnymi w związki azotowe. Natomiast przy porównaniu udziału traw z różnych grup w pokrywie roślinnej poszczególnych powierzchni można zauważyć, że wyraźnie zwiększa się udział gatunków będących wskaźnikami gleb żyznych lub gleb o charakterze pośrednim pomiędzy umiarkowanie zasobnymi a zasobnymi w związki azotowe. Ma to niewątpliwie związek ze wzrostem pokrycia *Calamagrostis epigejos*, dla którego wartość wskaźnika N wynosi 6. Daje się również zaobserwować niewielki wzrost udziału traw siedlisk bardzo żyznych (Ryc. 11).

Gatunki traw występujące na badanych powierzchniach to głównie konkurenci (C); maksymalny udział (46%) osiągają oni na najstarszej powierzchni. Za tak wysoki udział



**Ryc. 12.** Procentowy udział różnych strategii życiowych wg Grime'a we florze traw poszczególnych powierzchni. 1 – R, 2 – S, 3 – C

**Fig. 12.** Percentage participation of different Grime's life strategies in grass flora of each area. 1 – R, 2 – S, 3 – C

gatunków traw o tej strategii odpowiada głównie *Calamagrostis epigejos*. Udział konkurentów w pokrywie roślinnej „półwyspów” wykazuje wyraźną tendencję wzrostową (od 3,7 do 46,2%) wraz z czasem, jaki upłynął od momentu zakończenia rekultywacji (Ryc. 12).

## DYSKUSJA

Badany obszar obejmuje teren, który był wcześniej polem uprawnym. Występująca tam pokrywa roślinna została całkowicie zniszczona, poprzez zdjęcie nadkładu. Prowadzona sukcesywnie rekultywacja, polegająca na pokryciu humusem (z przypadkowym bankiem nasion) kolejnych powierzchni, przyczyniła się do samoczynnej regeneracji roślinności, która wykształciła się w sposób spontaniczny. Pomimo różnego czasu, jaki upłynął od zakończenia rekultywacji i tym samym różnej długości procesu kształtowania się flory badanych powierzchni, stwierdzono na nich zbliżoną liczbę gatunków traw. Procentowe pokrycie traw na „półwyspach” wykazywało natomiast bardzo duże zróżnicowanie związane z ich wiekiem.

Bezpośrednie sąsiedztwo zbiorników wodnych oraz fakt, iż na badanym obszarze dominują gleby gliniaste, słabo przepuszczalne i podsiąkające sprawiają, że brak tu niemal

zupełnie gatunków siedlisk suchych, tak częstych na terenie wielu innych żwirowni (MŁYNKOWIAK & KUTYNA 1999; ROGALSKI & PRAJS 2006; BZDON 2009; CZORTEK 2011; KRZYSZCZAK & in. 2012).

Łączny udział 24 gatunków traw, stanowiących ok. 14% flory badanego terenu nawiązuje do wyników uzyskanych w przypadku innych wyrobisk, lecz jest nieco wyższy. I tak: w żwirowniach Wysoczyzny Siedleckiej trawy stanowiły 10% flory (BZDON 2009), podobnie jak w piaskowniach i żwirowniach Pojezierza Drawskiego także 10% (MŁYNKOWIAK & KUTYNA 1999), na Wyżynie Śląskiej na terenie piaskowni Kuźnica Warężyńska (BĄBA & KOMPALA-BĄBA 2003) oraz w wyrobiskach Kopalni Piasku Szczakowa (WOCH 2007) – 12%, w kamieniołomach z terenu Opola – 10% (BADORA i in. 2003). Podobny procentowy udział (12%) trawy miały także na zwałowiskach pogórnich Górnośląska (ROSTAŃSKI 2009) oraz na starych ugorach na Płaskowyżu Twardowickim na Wyżynie Śląskiej (BABCZYŃSKA-SENDEK i in. 2012).

*Calamagrostis epigejos* dominujący wśród traw na starszych z badanych powierzchni, jest jednym z nielicznych gatunków rodzimych wykazujących tendencję do rozprzestrzenienia się i kolonizowania nowych środowisk (JACKOWIAK 1999), często na terenach zanieczyszczonych (TOKARSKA-GUZIĆ 2007). Sprzyja temu jego szeroka tolerancja na różne warunki siedliskowe, zwłaszcza w stosunku do wilgotności, odczynu i żyzności podłoża. Najbardziej sprzyjające dla siebie warunki znajduje jednak na otwartych, wilgotnych i zasobnych w azot siedliskach. Poza tym trzcinnik wytwarza podziemne rozłogi, które mogą rosnąć w różnych kierunkach i osiągają 5–15, a czasem nawet 30 cm zanim wyrośnie z nich źdźbło. Jest więc trawą, która może efektywnie konkurować z innymi gatunkami w trakcie sukcesji (REBELE & LEHMANN 2001). Ponieważ warunki istniejące na badanych powierzchniach są sprzyjające dla tej trawy, należy spodziewać się, że jej udział w pokrywie roślinnej będzie zwiększał się wraz z upływem czasu. Dominacja trzcinnika powoduje ustępowanie wielu innych gatunków, w tym także traw, które nie mają takich zdolności do ekspansji. Zbiorowiska z dominacją *Calamagrostis epigejos* powstają na różnych antropogenicznych siedliskach, m.in. na piaskowniach (BĄBA i in. 2003), terenach przemysłowych (WOŹNIAK 2003) czy porzuconych polach (WĘGRZYNEK 2005).

Trzcinnik piaskowy jest typowym przedstawicielem konkurentów (roślin ze strategią C). Wzrost udziału roślin reprezentujących ten typ strategii życiowej jest typowy dla różnych siedlisk, zarówno półnaturalnych jak i antropogenicznych, na których zachodzi naturalna sukcesja (PRÉVOSTO i in. 2011).

W analizowanym przypadku porównanie wieku badanych powierzchni, składu flory traw i ich procentowego pokrycia nie daje wystarczających podstaw, do określenia tempa wtórnej sukcesji. Trudno także określić rolę poszczególnych gatunków, w tym traw, tak jak to zrobiono dla hałd żwirowni, dysponując danymi ze znacznie dłuższego przedziału czasowego (ROGALSKI & PRAJS 2006).

Pomimo że autorki nie podjęły się określenia tempa sukcesji, to należy zwrócić uwagę na zjawisko zastępowania się gatunków traw w czasie. Wraz z czasem, jaki upłynął od zakończenia eksploatacji, na powierzchniach pojawiają się gatunki łąk, takie jak np. *Holcus lanatus*, *Festuca pratensis*. Z kolei jednoroczne chwasty (m.in. *Setaria pumila* czy *Apera spica-venti*), pochodzące najprawdopodobniej z nasion wprowadzonych wraz

z nawiezieniem humusu, którym pokryto powierzchnie podczas rekultywacji, utrzymują swoją obecność dzięki rozprzestrzenianiu się z nasion w kolejnych latach. Czynnikiem decydującym o ograniczeniu liczebności innych gatunków jest niewątpliwie wzrost pokrycia trzcinnika piaskowego.

Wyższe pokrycie niektórych gatunków traw, stwierdzone na badanym terenie, wynika z posiadanych przez nie cech biologicznych, przyczyniających się do ich dominacji (w przypadku powierzchni IV-V jest to *Calamagrostis epigejos*, a powierzchni I – gatunki nadwodne) i warunków siedliskowych, które ukierunkowują procesy kształtowania się roślinności (ZHANG i in. 2005), wpływające na tempo przebiegu procesu sukcesji. Jednak ze względu na niewielką liczbę powierzchni (5, po jednej w kategorii wieku) konieczne są dalsze badania obejmujące zarówno powierzchnie powstałe bezpośrednio po zakończeniu rekultywacji (młodsze niż 10 lat), jak i starsze niż 15 lat. Dopiero posiadając całe spektrum wiekowe można wnioskować o kierunku sukcesji i jej tempie stosowaną metodą „szeregu czasowego” (chronosekwencji) (WALKER i in. 2010). Ponadto, aby określić przebieg sukcesji należałoby uwzględnić wszystkie gatunki występujące na analizowanym terenie (FALIŃSKI 1986), a nie tylko grupę traw.

Fakt, iż rekultywacja na badanych powierzchniach zakończyła się na pokryciu ich humusem, umożliwił spontaniczne wkraczanie gatunków, co wraz z upływem czasu doprowadziło do ekspansji *Calamagrostis epigejos*. Najprawdopodobniej można było temu zapobiec stosując wspomaganie procesu sukcesji np. poprzez eliminację niepożądanych lub wprowadzenie pożądanych gatunków (STALMACHOVÁ & FRANKA 2003), w tym także traw.

## LITERATURA

- ANEKS do Planu rekultywacji terenów poeksploatacyjnych złoża kruszywa naturalnego „Brzezie nad Odrą”. 1998. PPKMiL, Gliwice.
- BABCZYŃSKA-SENDEK B., BŁOŃSKA A. & HEJDYSZ J. 2012. Characteristics of the flora of fallow lands on rendzina soils on the Twardowice Plateau (Silesian Upland). – *Acta Agrobotanica* **65**(4): 75–90.
- BADORA K., HEBDA G., NOWAK A. & NOWAK S. 2003. Różnorodność biologiczna i geologiczna wyrobisk poeksploatacyjnych skał węglanowych górnej kredy miasta Opola. – *Opol. Scient. Soc., Nature Journal* **36**: 35–66.
- BĄBA W. & KOMPALA-BĄBA A. 2003. Piaskownie jako centra bioróżnorodności. – *Środowisko i Rozwój* **7**(1): 85–101.
- BĄBA W., BŁOŃSKA A. & KOMPALA A. 2003. Grasses in plant communities of the sandpits. – W: L. FREY (red.), *Problems of grass biology* s. 547–563. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- BORGEGARD S.-O. 1990. Vegetation development in abandoned gravel pits: effects of surrounding vegetation, substrate and regionalità. – *J. Veg. Sci.* **1**: 675–682.
- BZDON G. 2009. Floristic diversity of gravel-pits of the Siedlce Plateau – an analysis of the flora. – *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Lublin, Sect. C, Biol.* **64**(1): 35–66.
- BZDON G. 2010. Gatunki zbiorowisk segetalnych we florze wybranych zwirowni Wysoczyzny Siedleckiej. – *Fragm. Agron.* **27**(3): 34–43.

- CZORTEK P. 2011. Encroachment of thermophilous species on the transformed habitats (sand and gravel pits) near Świecie on the Vistula. – *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Lublin, Sect. C, Biol.* **64**(1): 35–66.
- CZYŁOK A. 2004. Roślinność wyrobisk piasku Wyżyny Śląskiej. – W: J. PARTYKA (red.), *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. **1** Przyroda, s. 205–212. Ojców.
- ELENBERG H., WEBER HE., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D. 2001. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 3rd Edition. – *Scripta Geobot* **18**: 3–258.
- FALIŃSKI J.B. 1986. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. – *Wiad. Bot.* **30**(1): 25–50.
- FREY L. 2007. Wszędobyłskie trawy. – *Panorama, Botanika, ACADEMIA* **4**(12): 4–7.
- FREY L. 2010. Grasses in Poland: invincible, but threatened. – *Biodiv. Res. Conserv.* **19**: 93–102.
- FURDYNA L. 1974. Roślinność pionierska na obszarach objętych eksploatacją piasku podsadzkowego. – *Sylwan* **2**: 58–63.
- GRIME J. P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. – *Amer. Naturalist* **111**: 1169–1194.
- HILL M. O., ROY D. B. & THOMPSON K. 2002. Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact. – *J. Appl. Ecol.* **39**: 708–720.
- JACKOWIAK B. 1999. Modele ekspansji roślin synantropijnych i transgenicznych. – *Phytocoenosis* **11**(N.S.) Semin. Geobot. **6**: 3–14.
- KLOTZ S., KÜHN I. & DURKA W. 2002. BIOFLOR Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. – *Schriftenreihe Vegetationsk* **38**: 1–334.
- KOMPAŁA A. 1997. Spontaniczne procesy sukcesji na terenach po eksploatacji piasku na obszarze województwa katowickiego. – *Przeegl. przyr.* **8**(1): 163–168.
- KONDRACKI J. 2001. *Regiony fizycznogeograficzne Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- KRECHOWSKI J., BZDON G. & SIKORSKI R. 2012. Dry grassland and thermophilous forest margin species in the flora of gravel pits of the Wysoczyzna Siedlecka plateau. – *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Lublin, Sect. C, Biol.* **67**(1): 43–56.
- MATUSZKIEWICZ W. 2008. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. s. 537. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A. & ZAJĄC M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland – a checklist – W: Z. MIREK (red.) *Biodiversity of Poland* **1**, s. 442. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- MIZIANTY M. 1995. Trawy – grupa roślin, która odniosła ewolucyjny sukces. – *Wiad. Bot.* **39**(1–2): 59–70.
- MŁYNKOWIAK E. & KUTYNA I. 1999. Wyrobiska po eksploatacji piasku i żwiru jako cenne biotopy śródpolne w zachodniej części Pojezierza Drawskiego. – *Przeegl. przyr.* **10**(3–4): 85–110.
- PICKETT S. T. A. 1989. Space-for-time substitution as an alternative to long term studies. – W: G. E. LIKENS (red.), *Long-term studies in ecology*, s. 110–135. Springer-Verlag, New York.
- PIERZCHAŁA Ł. & SIERKA E. 2009. Influence of reclamation type of subsidence reservoirs on vegetation differentiation in surrounding area. – *VŠB – Technical University of Ostrava* s. 239–244.
- PRACH K. & REHOUNKOVÁ K. 2006. Vegetation succession over broad geographical scales: which factors determine the patterns. – *Preslia* **78**: 469–480.
- PRÉVOSTO B., KUITERS L., BERNHARDT-RÖMERMANN M., DÖLLE M., SCHMIDT W., HOFFMANN M., VAN UYTVANCK J., BOHNER A., KREINER D., STADLER J. & KLOTZ S. 2011. Impacts of land abandonment on vegetation: successional pathways in European habitats. – *Folia Geobot.* **46**: 303–325.

- REBELE F. & LEHMANN C. 2001: Biological Flora of Central Europe: *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth – Flora **196**: 325–344.
- ŘEHOUNKOVÁ K. 2007. Variability of spontaneous vegetation succession in disused gravel-sand pits: importance of environmental factors and surrounding vegetation. s. 51. Mskr. pracy doktorskiej, University of South Bohemia, České Budějovice.
- ROGALSKI M. & PRAJS B. 2006. Udział traw w spontanicznym zarastaniu hałd żwirowni w Sepolnie Wielkim (Środkowe Pomorze). – Zesz. Nauk. Uniw. Przyr. we Wrocławiu. Rolnictwo **88**(545): 269–274.
- ROSTAŃSKI A. 2006. Spontaniczne kształtowanie się pokrywy roślinnej na zwałowiskach po górnictwie węgla kamiennego na Górnym Śląsku. s. 232. Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- STALMACHOVÁ B. & FRANKA T. 2003. *Řízená sukcese – principy obnovy hornické krajiny. Materiály konference: Iniciace přirozených ekosystémů poddolované krajiny pro proces obnovy území Karvinska. Projekt Ministerstva životního prostředí ČR a Hornicko-geologické fakulty VŠB – Technické Univerzity Ostrava.*
- SZCZEPANKIEWICZ S. 1984. Fizjografia Kotliny Raciborskiej. Instytut Śląski w Opolu, Opole.
- TOKARSKA-GUZIK B. 2007. Trawy inwazyjne. – W: L. FREY (red.), Księga polskich traw, s. 361–387. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- WALKER L. R., WARDLE D. A., BARDGETT R. D. & CLARKSON B. D. 2010. The use of chronosequences in studies of ecological succession and soil development. – *Journal of Ecology* **98**: 725–736.
- WĘGRZYNEK B. 2005. Grasses in communities of the abandoned crop fields in the Silesian Upland (S Poland). – W: L. FREY (red.), *Biology of grasses*, s. 327–333. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- WOCH M. W. 2007. Szata roślinna wyrobiska Kopalni Piasku Szczakowa S.A. – *Fragm. Florist. Geobot. Polon.* **14**(2): 281–309.
- WOŹNIAK G. 2003. Grass-dominated plant communities of the post-industrial waste sites in the Upper Silesia. – W: L. FREY (red.), *Problems of grass biology*, s. 531–545. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- ZARZYCKI K., TRZCIŃSKA-TACIK H., RÓŻAŃSKI W., SZELĄG Z., WOLEK J. & KORZENIAK U. 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland. s. 183. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- ZHANG J., ZHAO H., ZHANG T., ZHAO X. & DRAKE S. 2005. Community succession along a chronosequence of vegetation restoration on sand dunes in Horqin Sandy Land. – *Journal of Arid Environments* **62**(4): 555–566.

## SUMMARY

The gravel excavations located in river valleys were rarely the objects of the botanical research. Usually, gravel pits were investigated together with sandy pits in terms of secondary succession as well as succession at dumps of excavated gravel. The paper presents the results of investigations concerning the flora of grasses from the edges of flooded gravel excavation. Vegetation of this type objects was rarely examined until now.

The main aim of the study was to point out: (1) the composition of grass flora and participation of grasses in plant cover being the result of spontaneous succession, (2) traits and habitat preferences of grasses as well as the impact of time on their species composition and participation in plant cover. Moreover, possibilities of using grasses as indicators of the rate and direction of ecological succession were considered. The investigated areas were situated on the edges of the gravel pits in the upper Odra River valley (Fig. 1). They were ranged 10–14 years in age after reclamation. Species composition of grasses



and their percentage cover were defined. Then, their habitat preferences and life strategies according to Grime were analyzed. The grass flora of the investigated areas consisted of 24 species (Table 1). It was 14% of the total flora. The total coverage of all grasses was increasing with time from 12% up to 47% (Fig. 2). Grasses connected with communities of the *Molinio-Arrhenatheretea* class (excluding species of the *Agropyro-Rumicion crispi* and *Polygonion avicularis* alliances) were the most numerous group (37%) among grass species found in the investigated areas. Quite numerous were also representatives of *Stellarietea mediae* (17%) and *Phragmitetea* (12%) classes (Fig. 3).

About 50% of the grass species were constant elements of the flora of the all investigated areas. Some of the grasses (*Poa trivialis*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis gigantea*) were present only on single areas (Fig. 4). Participation of *Calamagrostis epigejos* was increasing significantly (Fig. 5).

Grasses from the edges of the investigated gravel excavation prefer mainly fresh and moist soils (Figs 6, 7) which are slightly acid to slightly alkaline (Fig. 8, 9) and moderately rich or rich in nitrogen compounds (Figs 10, 11). The increasing participation of *Calamagrostis epigejos* in the investigated flora is the reason of the predominance of competitor (C) life strategy (Fig. 12).

*Przyjęto do druku: 03.09.2013 r.*