



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

Title: Uziarnienie podłoża, jako czynnik różnicujący zbiorowiska roślinne występujące na zwałowiskach karbońskiej skały płonnej

Author: Karolina Ryś, Łukasz Radosz, Agnieszka Kompała-Bąba, Agnieszka Błońska, Agnieszka Hutniczak, Gabriela Woźniak

Citation style: Ryś Karolina, Radosz Łukasz, Kompała-Bąba Agnieszka, Błońska Agnieszka, Hutniczak Agnieszka, Woźniak Gabriela. (2019). Uziarnienie podłoża, jako czynnik różnicujący zbiorowiska roślinne występujące na zwałowiskach karbońskiej skały płonnej. "Inżynieria Ekologiczna" (2019, nr 4, s. 29-36), DOI: 10.12912/23920629/113634



Uznanie autorstwa - Licencja ta pozwala na kopiowanie, zmienianie, rozprowadzanie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie pod warunkiem oznaczenia autorstwa.



UNIwersYTET ŚLĄSKI
W KATOWICACH



Biblioteka
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

UZIARNIENIE PODŁOŻA JAKO CZYNNIK RÓŻNICUJĄCY ZBIOROWISKA ROŚLINNE WYSTĘPUJĄCE NA ZWAŁOWISKACH KARBOŃSKIEJ SKAŁY PŁONNEJ

Karolina Ryś¹, Łukasz Radosz¹, Agnieszka Kompała-Bąba¹, Agnieszka Błońska¹,
Agnieszka Hutniczak¹, Gabriela Woźniak^{1*}

¹ Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski w Katowicach,
ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

* Autor do korespondencji e-mail: gabriela.wozniak@us.edu.pl

STRESZCZENIE

W pracy podjęto próbę ukazania różnorodności roślinności zwałowisk karbońskiej skały płonnej z dominującym udziałem traw i roślin zielnych, a także rozpoznanie preferencji uziarnienia podłoża wraz z biomasą powstającą w płatach roślinności zdominowanych przez różne gatunki traw i roślin zielnych. Skład florystyczny zbiorowisk opiera się głównie na dominacji jednego gatunku czy współdominacji gatunków rodzimych zielnych tj.: *Chamaenerion palustre*, *Daucus carota*, *Centaurea stoebe*, *Lotus corniculatus*, *Tussilago farfara*, *Melilotus alba* lub obcych: *Erigeron annuus*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora*, *Solidago gigantea* oraz gatunków traw tj.: *Calamagrostis epigejos*, *Solidago gigantea*, *Poa compressa*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Phragmites australis*. W poszczególnych zbiorowiskach odnotowano od 23 do 55 gatunków roślin. Do najbardziej różnorodnych gatunkowo należą zbiorowiska z wysokim pokryciem takich gatunków jak: *Poa compressa* ($H' = 1,89$), *Daucus carota* ($H' = 1,82$), *Festuca arundinacea* ($H' = 1,45$), *Calamagrostis epigejos* ($H' = 1,42$), natomiast najmniejszą różnorodnością odznacza się zbiorowisko z udziałem *Phragmites australis* ($H' = 0,91$). Analiza uziarnienia podłoża na zwałowiskach karbońskiej skały płonnej wykazała zależność między gatunkiem dominanta, a składem granulometrycznym oraz zawartością materii organicznej w podłożu.

Słowa kluczowe: rośliny zielne, trawy, biomasa, uziarnienie podłoża, zróżnicowanie roślinności, zwałowiska karbońskiej skały płonnej

SUBSOIL GRAINING AS A DIFFERENTIATING FACTOR OF PLANT COMMUNITIES OCCURRING ON CARBONIFEROUS WASTE DUMPS

ABSTRACT

The study attempts to show the diversity of vegetation of Carboniferous waste dumps with a predominant proportion of grasses and herbaceous plants, as well as recognition of soil grain preferences with biomass arising in patches of vegetation dominated by various species of grass and herbaceous plants. The floristic composition of the communities is based mainly on the dominance of one species or co-dominance of native herbaceous species i.e.: *Chamaenerion palustre*, *Daucus carota*, *Centaurea stoebe*, *Lotus corniculatus*, *Tussilago farfara*, *Melilotus alba* or aliens: *Erigeron annuus*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora*, *Solidago gigantea* and grass species, i.e. *Calamagrostis epigejos*, *Solidago gigantea*, *Poa compressa*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Phragmites australis*. In individual communities from 23 to 55 species of plants were recorded. The most diverse species include communities with high coverage of such species as: *Poa compressa* ($H' = 1.89$), *Daucus carota* ($H' = 1.82$), *Festuca arundinacea* ($H' = 1.45$), *Calamagrostis epigejos* ($H' = 1.42$), while the smallest variety is characterized by the community with the participation of *Phragmites australis* ($H' = 0.91$). Analysis of the grain size of the subsoil on the Carboniferous waste dumps showed a relationship between the dominant species and the granulometric composition as well as the content of organic matter in the subsoil.

Keywords: coal mine spoil heap, granulometry, biomass, herbaceous plants, grasses.

WPROWADZENIE

Uważa się, że tereny powstałe na skutek wieloletniej działalności wydobywczej i przemysłowej odznaczają się skrajnymi warunkami, takimi jak: wysoka temperatura; mineralne podłoże; brak pokrywy glebowej i roślin, brak banku nasion oraz brak składników odżywczych w podłożu. Odnotowywane są również duże dzienne wahania temperatury i wilgotności; podatność na erozję; niestabilność podłoża; znaczne rozluźnienie materiału nasypowego; pylenie oraz wysoka temperatura powierzchni i wnętrza zwału [Rostański i Woźniak 2007, Rahmonov 2007, Woźniak i in. 2015]. W związku z tak niesprzyjającymi warunkami siedliskowymi – zwały często nazywane są „biologicznymi pustyniami”. Mimo to tereny te, są efektywnie kolonizowane przez rośliny. Grupą roślin, która najczęściej samoistnie wkracza i tworzy dominujące i trwałe zbiorowiska na tego typu terenach jest roślinność trawiasta. Rośliny, które wkraczają na tego typu siedliska odznaczają się dużymi zdolnościami adaptacyjnymi do różnych warunków środowiska [Mizianty 1995, Frey 2000, Kozłowski i in. 2000], w których niejednokrotnie pełnią one rolę siedliskotwórczą. Zarówno trawy, jak i rośliny zielne charakteryzuje szereg cech biologicznych i fizjologicznych pozwalających im przystosować się do różnych siedlisk tj.: silny system korzeniowy; polimorfizm nasion, wykształcanie mikoryzy u wielu gatunków [Czarnecka 1997, Metcalfe 1960, Malinowski 1996, Frey 2000, Turnau i in. 2002a, 2002b]. Wiele gatunków traw wraz z roślinami motylkowymi samoistnie wkracza na tereny przemysłowe oraz jest powszechnie stosowana w procesach biologicznej rekultywacji [Maciak 2003, Patrzalek 2007, Pierzchała, Sierka 2009]. Zbiorowiska roślinne na terenach przemysłowych wpływają na mikroklimat w najbliższej przestrzeni człowieka jak i na klimat w charakterze globalnym. Można powiedzieć, że w większości stanowią „zielone płuca” miejsko-przemysłowych konglomeracji.

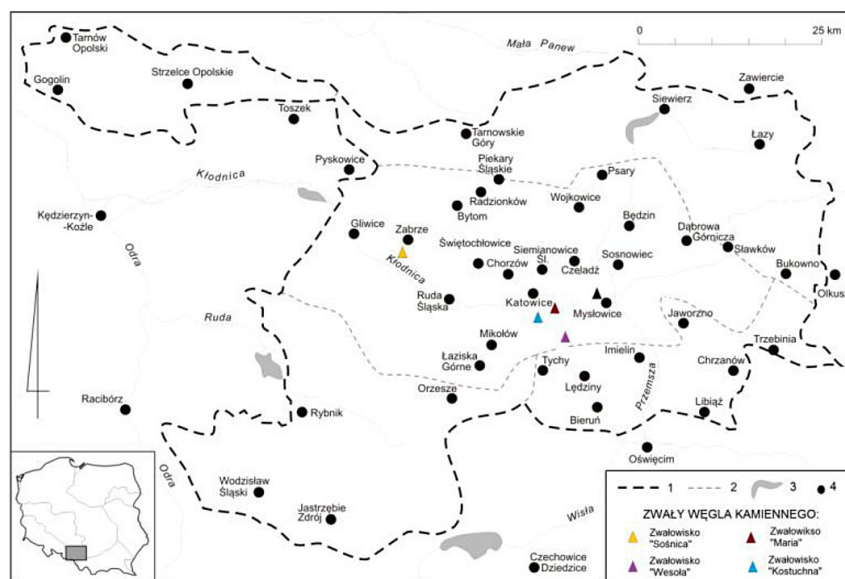
Istotnym czynnikiem wpływającym na rozwój i kształtowanie się roślinności na terenach powydobywczych jest uziarnienie podłoża. Skład granulometryczny ma wpływ na właściwości fizyko-chemiczne, takie jak: odczyn (wartość pH), gęstość, porowatość, pojemność wodna gleby (WHC%), sorpcja (sorpcja wymienna) i właściwości oksydo-redukcyjne [Bednarek, Skiba 2015, Kabała 2015]. Istotnym parametrem wskazują-

cym na kondycję osobników i populacji występujących w płatach roślinności zdominowanych przez gatunki jest również biomasa. Wiele czynników wpływa na produkcję biomasy tj. faza rozwojowa rośliny, właściwości gleby oraz odporność na szkodniki. Zależność pomiędzy biomasą, a różnorodnością biologiczną stanowi często dyskutowane zagadnienie w literaturze fachowej. W ekosystemach zmienionych i przekształconych przez człowieka wiedza na temat kształtowania się zależności między składem granulometrycznym podłoża, a jego właściwościami oraz roślinnością rozwijającą się spontanicznie jest niewielka. Poznanie tych zależności może mieć duże znaczenie praktyczne w planowaniu i realizowaniu prac prowadzonych w ramach zagospodarowania terenu przekształconego w wyniku działalności człowieka [Frouz i in. 2008].

Celem pracy jest przedstawienie zróżnicowania roślinności spontanicznej zwałowisk karbońskiej skały płonnej z dominującym udziałem roślin zielnych i traw, jak również wskazanie preferencji siedliskowych budujących je gatunków w aspekcie zagospodarowania terenów przemysłowych oraz wskazanie relacji między strukturą granulometryczną podłoża zwałów skały płonnej a parametrami spontanicznie rozwijającej się na nich roślinności takimi jak: gatunek dominanta, biomasa dominanta i pokrycie roślinności.

METODYKA

Badania prowadzono na obszarze Wyżyny Katowickiej [Kondracki 2000], która jest częścią makroregionu Wyżyny Śląskiej [Dulias 2004]. Badaniami objęto 4 hałdy odpadowe tj.: zwałowisko Sośnica, zwałowisko Wesoła, zwałowisko Kostuchna oraz zwałowisko przy szybach Maria (rys. 1, tabela 1). Powstały one w latach 1900–1906 w wyniku intensywnej eksploatacji węgla kamiennego przez KWK Sośnica-Makoszowy; KWK Wesoła; KWK Murcki-Staszic [Pełka-Gościniak 2015]. Na hałdach składowany jest materiał, który powstaje w wyniku działalności górnictwa i przeróbki węgla kamiennego. Materiał ten stanowi swoisty produkt uboczny eksploatacji tych kopalni. W skład tego materiału wchodzi m.in. karbońska skała płonna lub kamień dołowy z domieszką węgla. Stanowi on zwykle ponad 90% łącznej ilości materiałów gromadzonych na zwałach skały płonnej [Galos, Szlugaj 2014, Woźniak 2010]. Zwałowiska mają kształt wypukły



Rys. 1. Lokalizacja zwałowisk odpadów pogórnich na Wyżynie Katowickiej (na podstawie [Woźniak 2010])

Tabela 1. Charakterystyka badanych zwałowisk na Wyżynie Katowickiej

Nazwa zwałowiska	Miasto (dzielnica)	Stan zwałowiska	Powierzchnia, ha	Średnia wysokość, m	Początek – koniec zwałowania, rok
Sośnica	Zabrze–Sośnica	–	170	>30	1906 – nadal
Wesoła	Mysłowice–Wesoła	NZP	34,8	80	xxxx – 1994
Kostuchna	Katowice–Kostuchna	NZP	25	62,5	1900 – 1995
Przy szybach Maria	Katowice–Murcki	NZP	23,2	>30	xxxx – 1995

Powierzchnia: według [Proberz i in. 2017].

Stan zwałowiska: NZP – nie zagrożone pożarami.

nadpoziomowy, często kopulasty, zbocza strome, często nieregularne oraz płaską wierzchowinę. Zbudowane są ze skały pływnej z niewielkimi ilościami węgla; większość zwałowanego materiału (70%) to: ilowce i mułowce (determinują one właściwości fizyczne, chemiczne jak i rozwój procesów erozyjnych zwałowisk); pozostały skład (30%): łupki węglowe, piaskowce, żwirowce [Strzyszc 1983, Skarżyńska 1997, Maciak 2003, Woźniak 2010]. Po zakończeniu zwałowania, zwały rekultywowano głównie w kierunku leśnym.

W okresie wegetacyjnym 2016 założono na ich powierzchni 70 (poligonów) powierzchni badawczych w jednorodnych płatach roślinnych, zdominowanych przez badane gatunki dominanta w kształcie koła o promieniu 3 m. Dla każdej badanej powierzchni odnotowane zostały współrzędne geograficzne jej punktu centralnego za pomocą odbiornika GPS. Na każdym poletku spisano skład gatunkowy oraz wyceniono pokrycie poszczególnych gatunków roślin naczyniowych według skali 10 stopniowej (<1%, 1–5%, 5–10%,

10–20%, 20–30%, 30–40%, 40–50%, itd. co 10%). Za gatunek dominujący przyjęto gatunek, który w obrębie założonego poletka zajmował największą powierzchnię w porównaniu do reszty roślinności. Z wyznaczonego poletka zostały zebrane również informacje, pokrycia warstwy zielnej, nekromasa, pomiar pH oraz wilgotności gleby. W terenie dokonano również pomiaru świeżej biomasy dominantów. Po zebraniu próbki były od razu ważone przy użyciu wagi polowej, dzięki czemu otrzymywano masę świeżej biomasy dominanta oraz innych roślin. Po przewiezieniu roślin do laboratorium, zostały one rozłożone do papierowych kuwet i pozostawione na kilka dni do wyschnięcia na powietrzu. Wysuszone w ten sposób rośliny zostały ważone za pomocą wagi elektronicznej z dokładnością do 0,01 (Radwag PS 200/2000C/1). Biomasa ważona była na kuwetach papierowych. Po zważeniu została umieszczona w papierowych torebkach z zachowaniem oznaczeń używanych do kodowania prób w terenie. Dzięki temu otrzymano wagę suchej

biomasy (suszonej na powietrzu) każdej próby. Następnie każdą próbę umieszczono w cieplarni (KBC G-65/250) o temperaturze 105°C na okres 24 h. Po tym czasie, próbki były ponownie ważone w wyniku czego otrzymano wagę suchej biomasy (suszonej w temp. 105°C). Analizę składu granulometrycznego wykonano przy pomocy sit laboratoryjnych z podziałem na trzy frakcje: piaszkowa, żwirowa oraz kamienista.

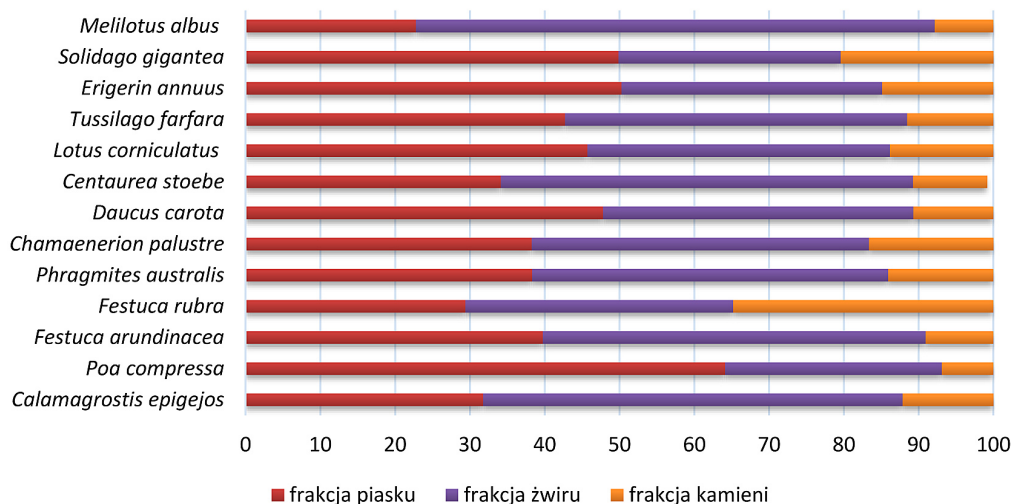
WYNIKI I Dyskusja

W trakcie badań florystycznych na obszarze 4 zwałowisk karbońskiej skały płonnej w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym stwierdzono występowanie 193 gatunków roślin naczyniowych. Klasyfikacja danych florystycznych z 214 poletek badawczych pozwoliła na wyróżnienie 13 grup zbiorowisk z dominacją różnych gatunków traw tj.: trzcinnik piaszkowy (*Calamagrostis epigejos*); wiechlina spłaszczona (*Poa compressa*); kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*); kostrzewa trzcinowata (*Festuca arundinacea*); trzcina pospolita (*Phragmites australis*) jak i roślin zielnych tj.: wierzbówka nadrzeczna (*Chamaenerion palustre*), marchew zwyczajna (*Daucus carota*), chaber nadreński (*Centaurea stoebe*), komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus*), podbiał pospolity (*Tussilago farfara*), nostryk biały (*Melilotus albus*), przymiotno białe (*Erigeron annuus*), nawłóć późna (*Solidago gigantea*). Poszczególne typy zbiorowisk różniły się udziałem ilościowym i jakościowym gatunków reprezentujących różne grupy siedliskowe oraz pod względem preferencji siedliskowych budujących je gatunków.

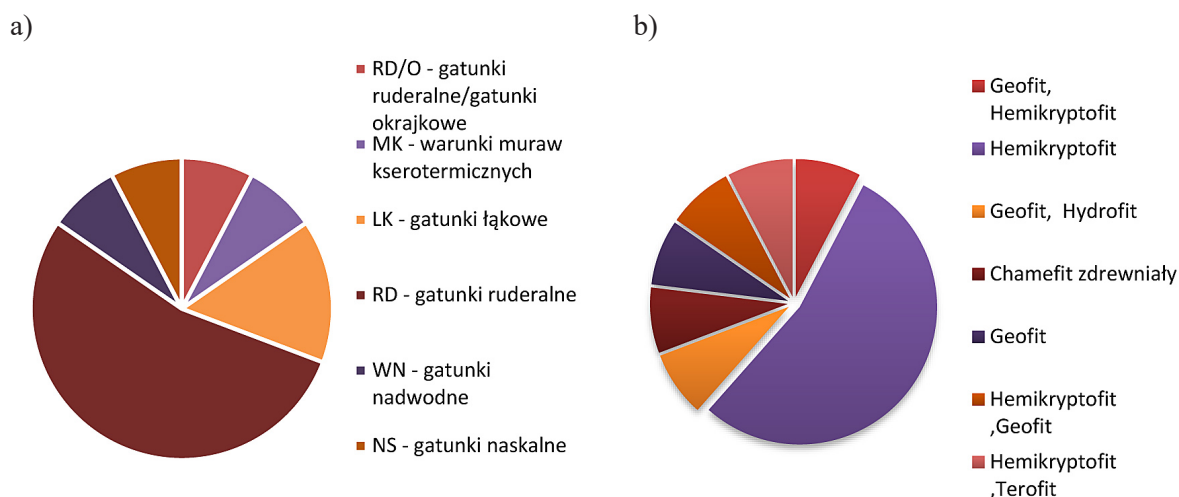
Analiza DCA z pasywnie nałożonymi wskaźnikami Ellenberga wykazała zróżnicowanie roślinności związane z światłem, składem granulometrycznym oraz żyznością podłoża (wzdłuż I osi DCA) oraz wilgotnością i odczynem podłoża (wzdłuż II osi DCA). Istotnie od pozostałych zbiorowisk (różnią się pod względem wilgotności, zasobności w składniki pokarmowe i przywiązanie gatunków do miejsc ocienionych) zbiorowiska z dominacją *Phragmites australis*. Kompozycję zbiorowiska z trzcina pospolitą tworzą gatunki preferujące miejsca wilgotne, bardziej ocienione, zasobniejsze w azot. Istotne różnice pod względem wartości wskaźnika wilgotności (F) stwierdzono pomiędzy zb. *Solidago gigantea* a zb. *Tussilago farfara*. W zbiorowiskach z dominacją *Solidago*

gigantea zauważalne jest wyższe przywiązanie do podłoża bardziej wilgotnych, natomiast w przypadku zbiorowisk z dominacją *Tussilago farfara* przeważają gatunki preferujące miejsca suche. Pod względem wartości wskaźnika żyzności, największe różnice wykazuje zb. *Erigeron annuus* gdzie dominują gatunki preferujące miejsca bardziej żyzne w porównaniu ze zb. *Chamaenerion palustre*. Istotnie od zbiorowisk z *Centaurea stoebe*, *Melilotus alba* oraz *Chamaenerion palustre* pod względem zasobności w materię organiczną różnice odnotowano między zb., w których dominantami były *Erigeron annuus* i *Lotus corniculatus* (przeważają w nich gatunki preferujące przywiązanie do podłoża bardziej zasobnych w materię organiczną). W zbiorowiskach z dominacją wiechliny spłaszczonej oraz kostrzewy czerwonej przeważały gatunki preferujące pełne światło i suchsze podłoża. Zbiorowiska z dominantami: *Poa compressa*, *Festuca rubra*, *F. arundinacea* preferowały miejsca mniej zasobne w azot. Pod względem wskaźnika odczynu podłoża w płatach zbiorowiska z *Poa compressa* oraz zb. *Chamaenerion palustre* wyższy udział mają gatunki preferujące podłoża zasadowe w porównaniu z fitocenozą, którym fizjonomię nadają *Lotus corniculatus*, *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea* czy *Phragmites australis*. Istotne różnice pod względem wskaźnika granulometrycznego wykazano pomiędzy zb. *Poa compressa* a zb. *Centaurea stoebe*, w których współtworzące zbiorowisko związane są z bardziej gruboziarnistym podłożem.

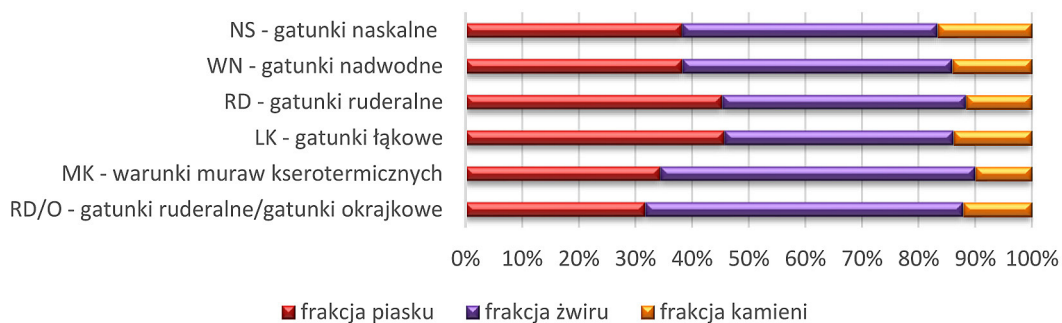
Zawartość procentowa wybranych frakcji (piasek/żwir/kamienie) w podłożu zwałowisk przemysłowych pod określonym dominantem kształtuje się następująco (rys. 2): przeważającą frakcją w wytypowanych zbiorowiskach jest frakcja piasku i żwiru, która stanowi około 80% składu granulometrycznego podłoża, największą frakcję piasku odnotowano dla zbiorowiska *Poa compressa*, następnie kolejno *Solidago gigantea*, *Erigeron annuus* oraz *Daucus carota*, natomiast najmniejszą wartość frakcji piasku odnotowano dla *Melilotus alba*. Frakcja żwiru przeważała na stanowiskach z dominacją *Melilotus alba*, *Centaurea stoebe* oraz *Calamagrostis epigejos*, najmniej w zb. *Poa compressa*. Frakcja kamieni jest frakcją, która w zbiorowiskach występuje w najmniejszym stopniu, w większości poniżej 20% jedynie *Festuca rubra* osiąga największą wartość – 35%.



Rys. 2. Zawartość procentowa wybranych frakcji (piasek/żwir/kamienie) w podłożu zwałowisk przemysłowych pod określonym dominantem



Rys. 3. Podłoże zwałowisk przemysłowych: a) dominujące grupy ekologiczne [Oberdorfer i in. 1990]; b) dominujące formy życiowe Raunkiaera [Zarzycki i in. 2002]



Rys. 4. Zawartość procentowa wybranych frakcji (piasek/żwir/kamienie) w podłożu zwałowisk przemysłowych pod względem dominujących grup ekologicznych [Oberdorfer i in. 1990]

Dominującą grupą ekologiczną (rys. 3a) w rozpoznanych zbiorowiskach są gatunki ruderalne (zb. *Poa compressa*, zb. *Festuca arundinacea*, zb. *Daucus carota*, zb. *Tussilago farfara*, zb. *Erigeron annuus*) oraz w znacznej mniejszości gatunki łąkowe (reprezentowane przez zbiorowiska z dominacją *Festuca rubra* i *Lotus corniculatus*). Frakcja kamieni występuje w najmniejszym stopniu pod każdą grupą ekologiczną (rys. 4). W zbiorowiskach z dominacją gatunków ruderalnych i łąkowych ilość frakcji piasku i żwiru jest taka sama. Dominującą formą życiową w zbiorowiskach są hemikryptofity (rys. 3b).

Wartości wskaźnika granulometrycznego różnią się ze względu na gatunki dominujące, największe stwierdzono w płatach zdominowanych przez *Lotus corniculatus*, a najmniejszą w płatach zdominowanych przez *Centaurea stoebe*, natomiast średnia wartość wskaźnika zawartości materii organicznej w glebie H' była największa w płatach zdominowanych przez *Lotus corniculatus* i *Erigeron annuus*, a najmniejsza w płatach zdominowanych przez *Centaurea stoebe*, *Chamenerion palustre* i *Melilotus albus*. W przypadku wskaźnika granulometrycznego gleby nie odnotowano pozytywnej korelacji między pokryciem dominanta jak i pokryciem innych roślin towarzyszących dominantowi. Jak wskazuje Woźniak [2010] skład granulometryczny materiału gromadzonego zależy od pochodzenia i nie jest jednorodny na całej powierzchni zwał. Na zwałach nowych przeważa szkielek natomiast w starszych roślinie ilość części ziemistych, ich skład zmienia się wraz z wiekiem, wspomniany proces jest silnie uzależniony od procesu wietrzenia i erozji, skały ilaste wietrzejąc tworzą płytki i cienkie blaszki, wietrzejące mułowce tworzą ostro kształtne bryłki i haczykowate płytki. Świeżo usypywany materiał to głównie drobna skała płonna, bez warstwy próchnicznej i materii organicznej. Szybkość rozkładu skał gromadzonych na zwałach zależy od intensywności procesu wietrzenia.

Na obiektach świeżo usypywanych przeważa udział frakcji powyżej 20 mm, już na tym etapie dochodzi do miejscowej segregacji materiału, materiał ciężki stacza się w dół zwałów co w efekcie powoduje duże przestrzenie powietrzne, natomiast w górnych partiach dominuje materiał drobnoziarnisty. Badania prowadzone przez Berendse i in. [2015] opisują iż odporność gleby na erozję jest ważną cechą nienawożonych ekosystemów. Wyższa bioma-

sa ma istotny wpływ na redukując podatności na erozję. Zróżnicowane gatunkowo płaty roślinności osiągają zazwyczaj mniejszą ilość biomasy, niż ich najbardziej produktywnie gatunki dominujące. Badania wskazują, że zarówno liczba gatunków, jak i cechy gatunków w ekosystemie mają znaczący wpływ na produkcję biomasy, dlatego potrzeba więcej czasu aby najbardziej różnorodny ekosystem, mógł wytwarzać więcej biomasy, niż silnie produktywna monokultura. W eksperymencie prowadzonym przez Pruchniewicz i Żołnierz [2016] wykazano wpływ jaki wywiera gatunek ekspansywny *Calamagrostis epigejos* na produkcję biomasy roślinnej. W badanych zbiorowiskach wzrosła biomasa tego gatunku, natomiast nastąpił znaczny spadek biomasy roślin towarzyszących. Biomasa świeża jak i sucha różni się między analizowanymi gatunkami dominującymi. Największą biomasę świeżą stwierdzono w płatach zdominowanych przez *Phragmites australis*, a najmniejszą w płatach z dominacją *Poa compressa*, w odniesieniu do suchej biomasy uzyskano podobne wyniki.

Wykonane analizy statystyczne wskazują ujemnie skorelowaną suchą biomasę gatunków dominujących z wartościami wilgotności gleby oraz wskaźnikami różnorodności. Na badanych płatach najwyższą wartość wskaźnika jednorodności gatunkowej zaobserwowano na poletkach z dominacją *Daucus carota* i *Poa compressa* ($H' - 0,74$ i $H' - 0,73$), a najmniejszą w płatach zdominowanych przez *Calamagrostis epigejos* i *Tussilago farfara* (0,60 i 0,64). Najwyższą wartość wskaźnika Shannona-Wienera (H) odnotowano w płatach *Poa compressa* ($H' - 1,98$) i *Daucus carota* ($H' - 1,82$), istotnie mniejszą u *Festuca arundinacea* ($H' - 1,45$) oraz *Calamagrostis epigejos* (1,43), *Tussilago farfara* (1,33), a najmniejszą w płatach *Phragmites australis* ($H' - 0,91$).

Obecnie nie prowadzono badań nad wpływem składu granulometrycznego materiału składowanego na hałdach powęglowych na spontaniczną roślinność. Badania nad wpływem uziarnienia na bonitację drzewostanów sosnowych prowadzone w Instytucie Geografii UMK w Toruniu (2008) pokazują iż bonitacja drzewostanów sosnowych na glebach nieoglejonych wykazała silną, istotną statystycznie ($p < 0,01$) korelację dodatnią z zawartością części spławialnych ($p < 0,02$ mm) w zakresie gleb o grubszym uziarnieniu. Zawartość frakcji ilastych większa od 10–15% nie wiązała się w glebach nieoglejonych z wyższymi bonitacjami. Zależność między bonitacją sosny

a zawartością części spławialnych w glebach oglejonych również wykazała korelację dodatnią. Korelacja ta widoczna jest jednak wyłącznie w przedziale zawartości części spławialnych odpowiadającym piaskom luźnym i charakteryzuje się mniejszą istotnością statystyczną ($0,01 < p < 0,05$) niż dla piaszczystych gleb nieoglejonych. Zestawienie bonitacji drzewostanów sosnowych dla tych samych przedziałów zawartości części spławialnych w glebach oglejonych oraz nieoglejonych umożliwiło oszacowanie znaczenia frakcji ilastych dla wzrostu badanego gatunku. Drobne frakcje uziarnienia gleby są istotne dla wzrostu roślin głównie jako źródło składników pokarmowych. Ponadto w glebach, w których niedobór wody może być dla roślin czynnikiem stresowym, wpływają one na poprawę warunków wilgotnościowych.

WNIOSKI

W oparciu o kryterium florystyczne wyróżniono 13 zbiorowisk roślinnych zdominowanych przez gatunki roślin zielnych rodzimych i obcych jak i traw. Poszczególne zbiorowiska budowane są przez gatunki o zróżnicowanych preferencjach względem nasłonecznienia, wilgotności oraz żyzności podłoża oraz produktywności. Dzięki uzyskanej w trakcie badań wiedzy tereny przemysłowe, charakteryzujące się często niską wartością przyrodniczą i produkcyjną, mogą nabrać różnorodnych walorów przyrodniczych, czy też np. estetycznych. Znajomość powiązań biologii i ekologii gatunków w zbiorowiskach roślinnych i ich podłoża może być wykorzystana w rekultywacji terenów przemysłowych.

Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono zależność między gatunkiem dominanta, a składem granulometrycznym oraz zawartością materii organicznej w podłożu zwałów skały płonnej. Wykazano również korelacje między zawartością materii organicznej w podłożu a biomasą gatunku dominującego oraz innych gatunków towarzyszących dominantowi. Na obecnym etapie rozważań można wnioskować, że na siedliskach przekształconych i/lub stworzonych przez człowieka, takich jak zwałowiska odpadów pogórnictwa, ma zastosowanie reguła mówiąca o tym, że produkcja biomasy gatunku dominującego jest tym większa im mniejsza jest różnorodność biologiczna. Uzyskane wyniki wskazują również, że biomasa jest wyższa, gdy siedlisko jest suchsze.

BIBLIOGRAFIA

1. Bednarek R., Skiba S. 2015. Czynniki i procesy glebotwórcze. W: Andrzej Mocek (red.): Gleboznawstwo. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 68–98.
2. Bradley J., Cardinale P., Wright J.P., Cadotte M. W., Carroll I.T., Hector A., Srivastava D.S., ... Weis J.J. 2007. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity.
3. Czarnecka B. 1997. Strategie adaptacyjne roślin a skład gatunkowy fitocenozy. *Wiadomości Botaniczne* 41, 33–42.
4. Dulias R. 2004. Województwo Śląskie, Wyd. Kubajak, Katowice.
5. Frey L. 2000. Trawy niezwykłe (wybrane zagadnienia z historii, taksonomii i biologii Poaceae). *Łąkarstwo w Polsce* 3, 9–20.
6. Frouza J., Prach K., Pižla V., Háněla L., Starý J., Tajovská K., Maternad J., Balíka J., Kalčíka J., Řehouňková K., 2010. Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *European Journal of Soil Biology* 44(1), 109–121.
7. Galos, K., Szlugaj, J. 2014. Management of hard coal mining and processing wastes in Poland. *Gospodarka surowcami mineralnymi*, 30(4), 51–63.
8. Kabała C. 2015. Morfologia gleb. W: A. Mocek (red.): Gleboznawstwo. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 99–130.
9. Kondracki J. 2000. Geografia regionalna Polski. Wydawn. Naukowe PWN.
10. Kozłowski S., Goliński P., Golińska B. 2000. Pozapaszowa funkcja traw. *Łąkarstwo w Polsce* 3, 79–94.
11. Maciak F. 2003. Ochrona i rekultywacja środowiska. Wyd. III Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
12. Malinowski T., Kaminska M., Komorowska B., Rudzinska-Langwald A. 1996. Etiology of yellows and witches' broom symptoms in some ornamental plants. In: IX International Symposium on Virus Diseases of Ornamental Plants 432, 96–107.
13. Metcalfe C.R. 1960. Anatomy of the Monocotyledons. 1. Gramineae. London: Oxford University Press, pp. 389.
14. Mizianty M. 1995. Trawy – grupa roślin, która odniosła ewolucyjny sukces. *Wiad. Bot.* 39(1–2), 59–70.
15. Oberdorfer E., Müller T., Korneck D., Lippert W., Markgarf-Dannenberg I., Patzke E., Weber H.E. 1990. Pflanzensoziologische Exursionsflora. 6 Auflage. Ulmer, Stuttgart.

16. Patrzalek A. 2007. Trawy do celów specjalnych. W: L. Frey (red.) Wielka Księga Polskich Traw. Instytut Botaniki im. W. Szafera. PAN, Kraków, s. 343–359.
17. Pełka-Gościniak J. 2015. Plany zagospodarowania zwałowisk odpadów powęglowych KWK Murcki w Katowicach. *Acta Geographica Silesiana*, WNoZ UŚ, Sosnowiec, 18, 59-67.
18. Pierzchała Ł., Sierka E. 2009. Influence of reclamation type of subsidence reservoirs on vegetation differentiation in surrounding area. In 13th International Conference Environment and Mineral Processing & Exhibition, VŠB - Technical University of Ostrava, Czech Republic 3, 239-245.
19. Pruchniewicz D., Żoźnierz L. 2017. The influence of *Calamagrostis epigejos* expansion on the species composition and soil properties of mountain mesic meadows. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 86(1).
20. Rahmonov O. 2007. Relacje między roślinnością i glebą w inicyjnej fazie sukcesji na obszarach piaszczystych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach*, 9-11.
21. Rostański A., Woźniak G. 2007. Trawy (Poaceae) występujące spontanicznie na terenie nieużytków przemysłowych. W: L. Frey (Red.) *Biologia traw. Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica. Supplementum 9*. PAN. Kraków, 31-42.
22. Skarżyńska K.M. 1997. Odpady powęglowe i ich zastosowanie w inżynierii lądowej i wodnej. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Kraków.
23. Strzyszczyński Z. 1983. Rekultywacja terenów górnictwa podziemnego. *Mat. symp. Ochrona i rekultywacja zasobów glebowych*, Komitet Naukowo-Techniczny Federacji NOT do Spraw Kształtowania i Ochrony Środowiska, Warszawa.
24. Turnau K., Haselwandter K. 2002. Arbuscular mycorrhizal fungi, an essential component of soil microflora in ecosystem restoration. In *Mycorrhizal technology in agriculture*. Birkhäuser, Basel, s. 137-149.
25. Turnau K., Mleczko P., Blaudez D., Chalot M., Botton B. 2002. Heavy metal binding properties of *Pinus sylvestris* mycorrhizas from industrial wastes. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 71(3), 253-261.
26. Woźniak G. 2010. Zróżnicowanie roślinności na zwałach pogórnich Górnego Śląska. Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN, Kraków.
27. Woźniak G., Markowicz A., Borymski S., Piotrowska-Seget Z., Chmura D., Besenyi L. 2015. The relationship between successional vascular plant assemblages and associated microbial communities on coal mine spoil heaps. *Community Ecology*. 16(1), 23-32.
28. Zarzycki K., Trzcinska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U. 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland. *Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.