

Robert Hanczaruk

Uniwersytet Śląski w Katowicach
e-mail: roberthanczaruk@gmail.com

SPEKTRUM EKOLOGICZNO-SIEDLISKOWE FLORY NACZYNIOWEJ ZWAŁOWISKA ODPADÓW POGÓRNICZYCH „RUDA” W ZABRZU-BISKUPICACH

ECOLOGICAL AND HABITAT SPECTRUM OF VASCULAR FLORA OF POST-MINING “RUDA” HEAP IN ZABRZE-BISKUPICE

DOI: 10.15611/pn.2017.494.05

JEL Classification: Q53, Q57

Streszczenie: W pracy przedstawiono charakterystykę ekologiczno-siedliskową flory naczyniowej zwałowiska „Ruda” w Zabrze-Biskupicach. Flora hałdy liczy 164 taksony roślin z 38 rodzin i reprezentuje stadium pośrednie pomiędzy inicjalnym a przejściowym etapem spontanicznej sukcesji roślinności. Dominują w niej rodzime (73,8%), jedno- (20,1%) i wieloletnie (50,6%) gatunki ruderalne (40,2%) i łąkowe (17,7%), o znacznych zdolnościach konkurencyjnych (48,2%), rozsiewane na drodze anemo- (75,6%), zoo- (15,2%) i autochorii (7,3%). Pod względem wymagań siedliskowych we florze zwałowiska najwyższy udział mają gatunki światłolubne (L_{7-8} 65,2%), mezofilne (F_{4-6} 65,2%), silnie zróżnicowane w odniesieniu do preferencji troficznych, umiarkowanie ciepłolubne (T_{5-6} 58,5%) i eurytermiczne (T_x 31,1%), o szerokim zakresie tolerancji wobec odczynu podłoża (R_x 39,0%) i zasadolubne (R_{7-8} 34,1%). Czynnikiem ograniczającym rozwój pokrywy roślinnej jest wysoka szkieletowość substratu glebowego ($D_{3,5-4}$ 57,9%).

Słowa kluczowe: zwałowisko Ruda, odpady pogórnice, spontaniczna sukcesja roślinności, rekultywacja.

Summary: The vascular flora of “Ruda” heap includes 164 plant species, belonging to 38 families and represents an intermediate stadium between the initial and transitory stage of spontaneous succession of vegetation. The studied flora is dominated by native (73.8%), annual (20.1%) and perennial (50.6%), ruderal (40.2%) and meadow (17.7%) species with a higher competitive capacity (48.2%), which are spread on the way of anemo- (75.6%), zoo- (15.2%) and autochory (7.3%). In terms of habitat requirements, the highest participation of flora of “Ruda” heap have photophilous (L_{7-8} 65.2%) and mesophilic (F_{4-6} 65.2%) species, strongly differentiated with regard to trophic preferences, thermoneutral (T_{5-6} 58.5%) and eurythermic (T_x 31.1%), with a wide range of tolerance to soil reaction (R_x 39.0%) and alkaline (R_{7-8} 34.1%). The limiting factor in the development of the plant cover is a highly skeletal soil substrate ($D_{3,5-4}$ 57.9%).

Keywords: Ruda heap, post-mining wastes, spontaneous succession of vegetation, recultivation.

1. Wstęp

Zasobne złoża węgla kamiennego odegrały istotną rolę w rozwoju gospodarczym miast aglomeracji górnośląskiej. Intensywna eksploatacja i przetwórstwo kopalin generowały znaczne ilości odpadów. Do lat 80. XX wieku jedyną formę ich zagospodarowania stanowiła bezpośrednia depozycja na powierzchni ziemi w postaci zwałowisk nadpoziomowych. Usypywane zwały, oprócz negatywnego wpływu na walory krajobrazowe i silne przekształcenia rzeźby terenu, przyczyniły się do destrukcji istotnych komponentów środowiska przyrodniczego – gleb i pokrywy roślinnej [Dulewski i in. 2010, s. 125; Machowski 2010, s. 25-26; Chmielewska, Gaidzik 2012, s. 53-54].

Mimo ekstremalnych warunków siedliskowych zwały pogórnice są skutecznie kolonizowane przez gatunki występujące w najbliższym otoczeniu. Przebieg procesu spontanicznej sukcesji roślinności determinują kierunki zagospodarowania terenów sąsiadujących ze zwałowiskiem i związane z nimi lokalne zasoby genowe flory. W przypadku obszarów silnie zurbanizowanych dominującą grupę gatunków stanowią taksony związane z siedliskami ruderalnymi i łąkowymi o szerokim spektrum tolerancji ekologicznej [Rostański 2001, s. 168; Tokarska-Guzik, Rostański 2001, s. 13]. Istotną rolę zbiorowiskotwórczą w inicjalnym etapie sukcesji odgrywają ekspansywne gatunki traw, takie jak np. *Calamagrostis epigejos*. Tworzą one często zwarte jednogatunkowe płaty. Gruba warstwa wojłoku z opadłych liści wzbogaca podłoże zwałowiska w związki mineralne. Umożliwia to wkroczenie taksonów o wyższych wymaganiach troficznych i dalszy rozwój pokrywy roślinnej, zmierzający do utworzenia zbiorowiska typu leśnego [Rostański 2006, s.120-123; Rostański, Woźniak 2007, s. 36-37].

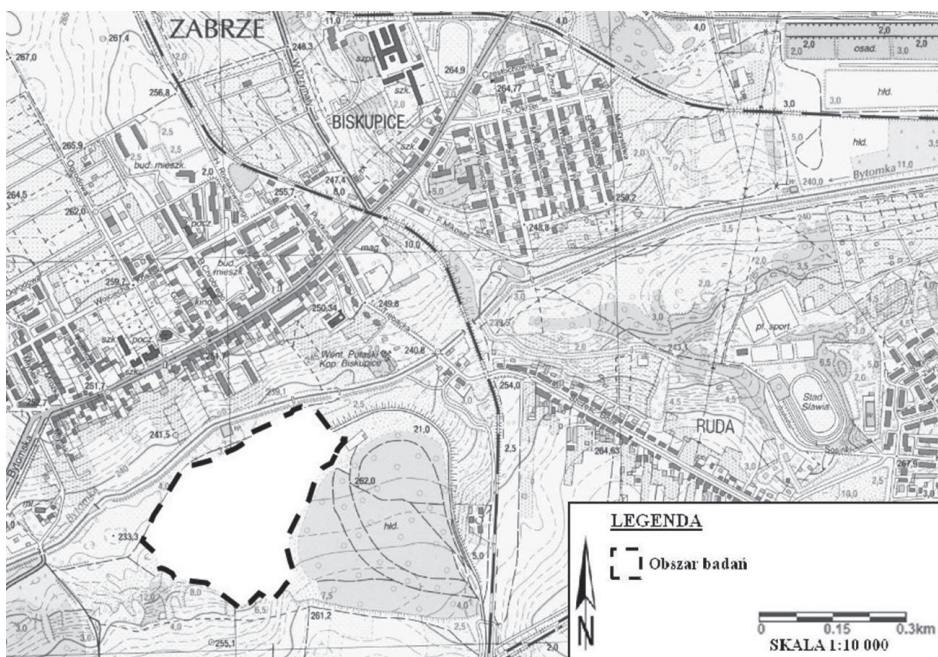
Niezwykle istotny jest wymiar aplikacyjny badań poświęconych problematyce samorzutnej kolonizacji zwałowisk przez roślinność. Wskazanie gatunków lokalnego pochodzenia, które osiągnęły sukces populacyjny i reprodukcyjny na siedliskach zwałów pogórnich, pozwala zwiększyć skuteczność biologicznej rekultywacji zwałowisk i tym samym zminimalizować przeznaczane na nią nakłady finansowe [Rostański 2001, s. 163; Tokarska-Guzik 2001, s. 212; Tokarska-Guzik, Rostański 2001, s. 7; Rostański 2006, s. 128].

Celami pracy są:

- 1) analiza flory roślin naczyniowych zwałowiska odpadów pogórnich „Ruda” w Zabrze-Biskupicach,
- 2) określenie stopnia zaawansowania procesu spontanicznej sukcesji roślinności,
- 3) wskazanie gatunków przydatnych do nasadzeń w ramach rekultywacji biologicznej obiektu.

2. Charakterystyka obszaru badań

Zwałowisko odpadów pogórnictwa „Ruda” o powierzchni ok. 27 ha zlokalizowane jest w silnie zurbanizowanej środkowo-wschodniej części miasta Zabrze, w dzielnicy Biskupice (rys. 1). W latach 1960-1997 na zwałowisku zdeponowano ok. 1,7 mln ton odpadów pochodzących z KWK „Zabrze-Bielszowice” i Huty Zabrze [Jaros 1984, s. 111; Jeżewski, Stawiany (red.) 1998, s. 70; Korski 2009, s. 88]. W ramach dotychczas przeprowadzonych zabiegów rekultywacji biologicznej w 1989 r. wprowadzono nasadzenia wierzby, w latach 2013-2015 dokonano wysiewu mieszanki traw i roślin motylkowatych, nasadzeń drzew i krzewów (m.in. *Acer sp.*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Salix sp.*), a w północno-zachodniej części obiektu utworzono wrzosowisko [Korski 2009, s. 88; Urząd Miasta Zabrze 2012; Pudelko 2014; Włodarczyk 2014]. Północno-zachodnia część zwałowiska jest termicznie aktywna, a powierzchnia zapożarowanego obszaru stale się powiększa. Przeprowadzone w latach 2006-2011 kosztem ponad 12 mln zł prace gaszeniowe okazały się nieskuteczne [Hanczaruk, Gołąb 2016, s. 65-66]. W II połowie 2017 r. w czynnym termicznie rejonie hałdy podjęto działania polegające na usunięciu roślinności i wybraniu palącego się materiału, a następnie przykryto zapożarowany obszar glebą gliniasto-piaszczystą.



Rys. 1. Szkic sytuacyjny obszaru badań

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUGiK 2017].

3. Metodyka

W sezonach wegetacyjnych 2015-2017 wykonano 82 spisy florystyczne, każdy o powierzchni 100 m². Nomenklaturę taksonów przyjęto za Mirkiem i in. [Mirek i in. 2002].

Florę lokalną przeanalizowano w ujęciu: przynależności systematycznej taksonów [Mirek i in. 2002], częstości występowania gatunków, grup geograficzno-historycznych [Chmiel 1993; Mirek i in. 2002; Czarna 2009; Celka 2011, s. 101-106; Tokarska-Guzik i in. 2012, s.109-176], form życiowych [Zarzycki i in. 2002, s. 13-123; Rutkowski 2006; Celka 2011, s. 101-106], grup socjologiczno-ekologicznych [Chmiel 1993; Matuszkiewicz 2001; Klimko i in. 2004, s. 10-16; Czarna 2009; Celka 2011, s. 101-106], strategii życiowych gatunków [Grime 1977, s. 1169-1194; 2001; Klotz i in. (red.) 2002] oraz sposobów dyspersji nasion [Klotz i in. (red.) 2002].

Preferencje siedliskowe gatunków określono za pomocą ekologicznych liczb wskaźnikowych Ellenberga oraz wskaźników: granulometrycznego gleby i odporności na zawartość NaCl w glebie [Ellenberg i in. 1992; Klotz i in. (red.) 2002; Zarzycki i in. 2002, s. 13-123; Roo-Zielińska 2014, s. 28-32].

Ocenę stopnia zaawansowania procesu spontanicznej sukcesji roślinności przeprowadzono, opierając się na kryteriach przedstawionych w pracy Rostańskiego [2006, s. 106-109].

4. Wyniki

Flora roślin naczyniowych zwałowiska „Ruda” liczy 164 gatunki należące do 113 rodzajów z 38 rodzin botanicznych. Najliczniej reprezentowane rodziny to: *Asteraceae* (21,3%), *Poaceae* (15,9%), *Fabaceae* (9,1%), *Brassicaceae* (4,9%) i *Polygonaceae* (4,9%). Do najczęściej odnotowywanych taksonów należą: *Solidago gigantea*, *Calamagrostis epigejos*, *Daucus carota*, *Melilotus alba*, *Erigeron annuus*, *Medicago falcata* i *Artemisia vulgaris* (tab. 1).

Tabela 1. Skrócony wykaz flory zwałowiska „Ruda” ze szczególnym uwzględnieniem gatunków odpornych na zasolenie podłoża

Lp.	Nazwa gatunkowa	GGH	S	CW
1	2	3	4	5
1	<i>Achillea millefolium</i>	Ap	1	III
2	<i>Agropyron repens</i>	Ap	1	II
3	<i>Agrostis capillaris</i>	Ap	1	III
4	<i>Agrostis stolonifera</i>	Ap	1	I
5	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Ap	1	II
6	<i>Artemisia vulgaris</i>	Ap		IV
7	<i>Calamagrostis epigejos</i>	Ap	1	V

Tabela 1, cd.

1	2	3	4	5
8	<i>Centaurea jacea</i>	Ap	1	II
9	<i>Centaurea stoebe</i>	Ap		III
10	<i>Cerastium holosteoides</i>	Ap	1	I
11	<i>Chenopodium glaucum</i>	Ap	1	I
12	<i>Cichorium intybus</i>	Ar	1	II
13	<i>Cirsium vulgare</i>	Ap		III
14	<i>Conyza canadensis</i>	Kn		III
15	<i>Crepis biennis</i>	Ap	1	II
16	<i>Dactylis glomerata</i>	Ap	1	II
17	<i>Daucus carota</i>	Ap	1	V
18	<i>Equisetum arvense</i>	Ap	1	I
19	<i>Erigeron annuus</i>	Kn		V
20	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Ap	1	II
21	<i>Festuca arundinacea</i>	Ap	2	II
22	<i>Festuca pratensis</i>	Ap	1	I
23	<i>Festuca rubra</i>	Ap	1	II
24	<i>Lactuca serriola</i>	Ar		III
25	<i>Leontodon autumnalis</i>	Ap	1	II
26	<i>Leontodon hispidus</i>	Ap	1	III
27	<i>Lepidium ruderae</i>	Ar	1	I
28	<i>Lolium multiflorum</i>	Kn		III
29	<i>Matricaria maritima</i> ssp. <i>inodora</i>	Ar		III
30	<i>Medicago falcata</i>	Ap		IV
31	<i>Melandrium album</i>	Ar	1	II
32	<i>Melilotus alba</i>	Ap		V
33	<i>Odontites serotina</i>	Ar	1	I
34	<i>Oenothera rubricaulis</i>	Ap		III
35	<i>Phragmites australis</i>	Ap	1	III
36	<i>Plantago lanceolata</i>	Ap	1	II
37	<i>Plantago major</i>	Ap	1	II
38	<i>Plantago media</i>	Ap	2	III
39	<i>Poa compressa</i>	Ap		III
40	<i>Poa pratensis</i>	Ap	1	I
41	<i>Populus tremula</i>	Ap		III
41	<i>Ranunculus acris</i>	Ap	1	I
42	<i>Robinia pseudacacia</i>	Kn		III

1	2	3	4	5
43	<i>Rubus caesius</i>	Ap	1	III
44	<i>Rumex crispus</i>	Ap	1	I
45	<i>Sagina nodosa</i>	Ap	1	I
46	<i>Salix caprea</i>	Ap		III
47	<i>Salix cinerea</i>	Ap		III
48	<i>Salix purpurea</i>	Ap		III
49	<i>Solidago canadensis</i>	Kn		III
50	<i>Solidago gigantea</i>	Kn		V
51	<i>Tanacetum vulgare</i>	Ap		IV
52	<i>Taraxacum officinale</i>	Ap	1	III
53	<i>Trifolium pratense</i>	Ap	1	I
54	<i>Trifolium repens</i>	Ap	1	I
55	<i>Tussilago farfara</i>	Ap		IV

Objaśnienia: GGH – grupy geograficzno-historyczne: Ap – apofity, Ar – archeofity, D – diafity; Kn – kenofity; S – wskaźnik odporności na zawartość NaCl w glebie: 1 – halofity fakultatywne (gatunki tolerujące podwyższone zasolenie podłoża), 2 – halofity obligatoryjne (gatunki wymagające do wzrostu podwyższonego zasolenia podłoża); CW – częstość występowania: I – gat. bardzo rzadki (odnotowywany w <9% spisów florystycznych), II – gat. rzadki (9,1-20% spisów florystycznych), III – gat. dość częsty (20,1-40% spisów florystycznych), IV – gat. częsty (40,1-60% spisów florystycznych), V – gat. bardzo częsty (>60% spisów florystycznych).

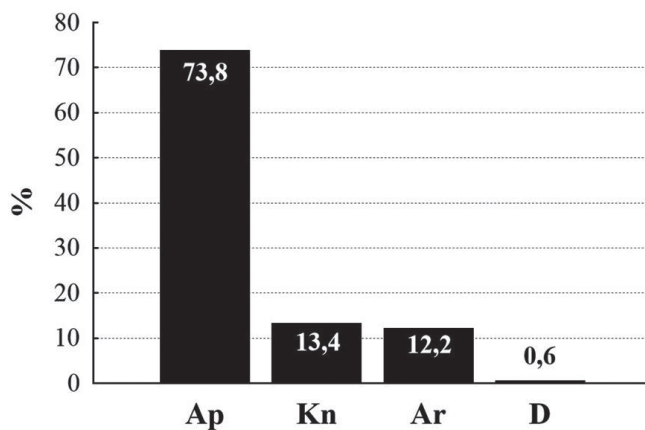
Źródło: opracowanie własne.

W składzie geograficzno-historycznym flory zwałowiska zdecydowaną większość stanowią apofity (73,8%). Wśród antropofitów (26,2%) wyrównany udział mają kenofity (13,4%) i archeofity (12,2%). Najmniej licznie reprezentowane są natomiast diafity (0,6%) (rys. 2).

Klasyfikacja form życiowych roślin wykazuje dominację hemikryptofitów (50,6%) oraz stosunkowo wysoki udział we florze zwałowiska form terofitycznych (20,1%). Mniejszy, ale znaczący udział mają również geofity (9,1%). Wśród fane-rofitów formy drzewiaste (9,1%) przeważają nad krzewiastymi (7,9%). Najmniej licznie występują chamefity zielne (1,8%) i zdrewniałe (1,2%) (rys. 3).

W spektrum socjologiczno-ekologicznym najliczniej reprezentowane są taksony związane z siedliskami ruderalnymi (40,2%). Kolejne pod względem udziału grupy tworzą gatunki łąkowe (17,7%), leśne (10,4%), segetalne (9,2%) i okrajkowe (6,1%). Przedstawiciele pozostałych grup stanowią 16,4% flory zwałowiska (rys. 4).

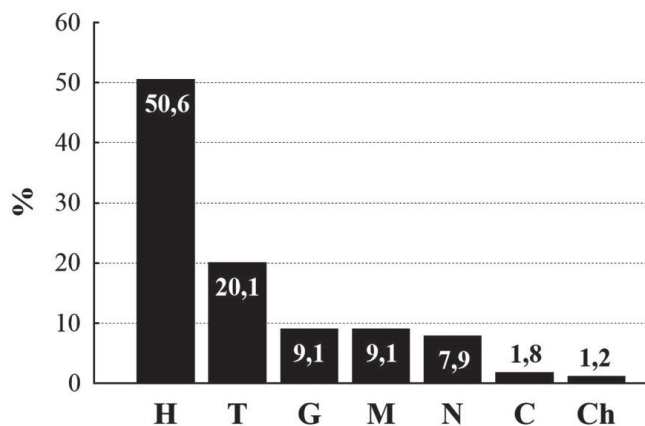
W obrębie wyróżnionych przez Grime'a strategii życiowych przeważają gatunki o dużych zdolnościach konkurencyjnych (48,2%). Liczną grupę stanowią również taksony o strategiach mieszanych typu CR (18,9%) i CSR (18,9%) (rys. 5).



Objaśnienia: zob. tab. 1.

Rys. 2. Udział grup geograficzno-historycznych we florze zwałowiska „Ruda”

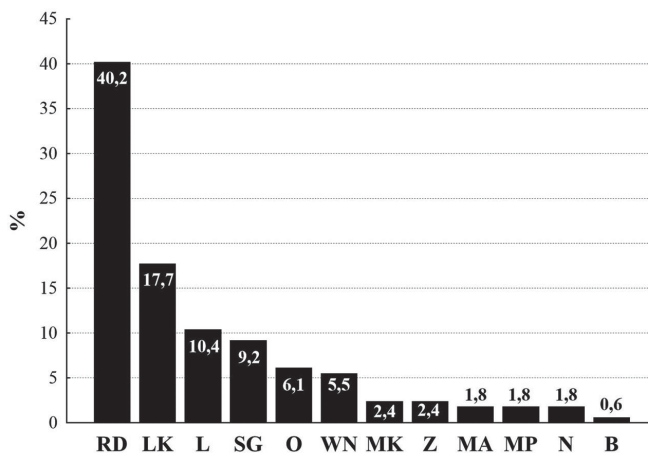
Źródło: opracowanie własne.



Objaśnienia: C – chamefity zielne; Ch – chamefity zdrewniałe; G – geofity; H – hemikryptofity; M – megafanerofity; N – nanofanerofity; T – terofity.

Rys. 3. Udział grup form życiowych we florze zwałowiska „Ruda”

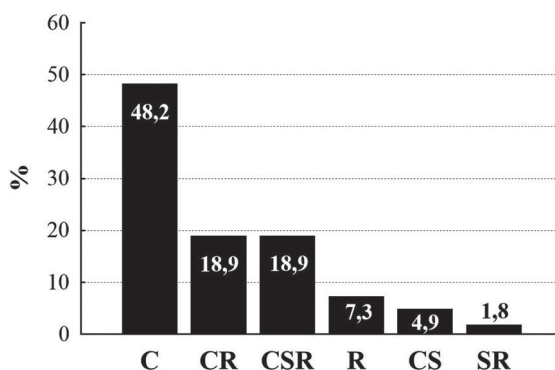
Źródło: opracowanie własne.



Gatunki: B – borowe (*Vaccinio-Piceetea*); L – leśne (*Alnetea glutinosae*, *Quercio-Fagetea*, *Quercetea robori-petraeae*); LK – łąkowe (*Molinio-Arrhenatheretea*); MA – muraw kwaśnych i wrzosowisk (*Nardo-Callunetea*); MK – muraw kserotermicznych (*Festuco-Brometea*); MP – muraw piaszczystych (*Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis*); N – o nieokreślonej przynależności syntaksonomicznej; O – okrajkowe (*Epilobietea angustifolii*, *Trifolio-Geranietea sanguinei*); RD – ruderalne (*Agropyreteae intermedio-repentis*, *Artemisietea vulgaris*, *Molinio-Arrhenatheretea* [*Plantaginetalia majoris*, *Trifolio-fragiferae-Agrostietalia stoloniferae*], *Stellarietea mediae* [*Eragrostietalia*, *Sisymbrietalia*]); SG – segetalne (*Stellarietea mediae* [*Centauretalia cyanii*, *Polygono-Chenopodietalia*]); WN – nadwodne (*Bidentetea tripartiti*, *Isoëto-Nanojuncetea*, *Phragmitetea*, *Salicetea purpureae*), Z – zaroślowe (*Betulo-Adenostyletea*, *Rhamno-Prunetea*).

Rys. 4. Udział grup socjologiczno-ekologicznych we florze zwałowiska „Ruda”

Źródło: opracowanie własne.

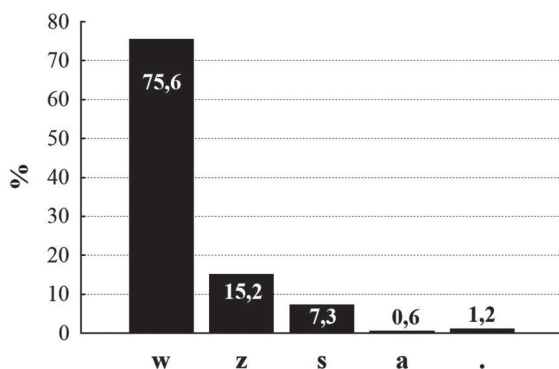


Objaśnienia: C – konkurencja; S – stres; R – zaburzenia; CS, CR, SR, CSR – strategie mieszane.

Rys. 5. Udział strategii życiowych gatunków we florze zwałowiska „Ruda”

Źródło: opracowanie własne.

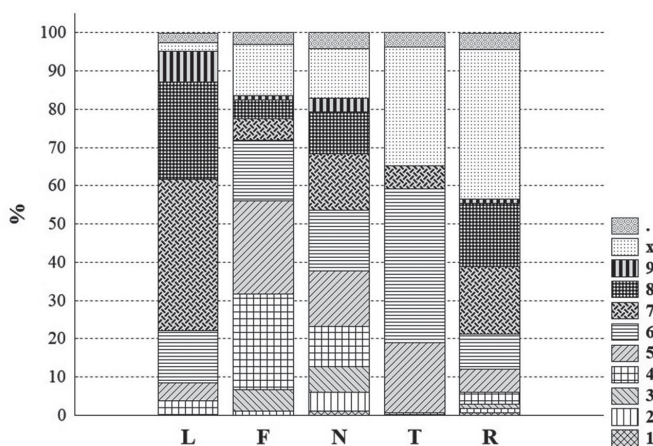
Pod względem sposobów dyspersji nasion dominującą grupę stanowią gatunki anemochoryczne (75,6%). Wysoki udział mają również taksony zoo- (15,2%) i autochoryczne (7,3%) (rys. 6).



Objaśnienia: w – wiatrosiewność (anemochoria); z – zoochoria; s – samosiewność (autochoria); a – antropochoria; . – brak danych dla gatunku.

Rys. 6. Udział gatunków we florze zwałowiska „Ruda” według sposobów dyspersji nasion

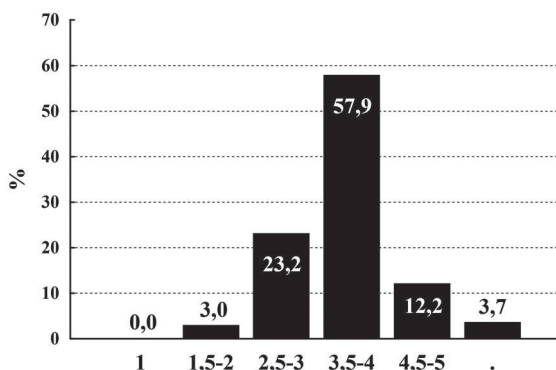
Źródło: opracowanie własne.



Objaśnienia: 1-9 – wartość liczbowa wskaźnika; . – brak danych dla gatunku; x – szeroki zakres tolerancji gatunku względem czynnika; wskaźniki: L – świetlny (1 – głęboki cień, 8-9 – pełne światło), F – wilgotności podłoża (1 – skrajnie suche, 8-9 – mokre), N – zawartości azotu w podłożu (1 – skrajnie ubogie, 8-9 – bardzo zasobne), T – termiczny (1 – siedliska najzimniejsze, 8-9 – ekstremalnie ciepłe), R – odczynu podłoża (1 – silnie kwaśne, 8-9 – zasadowe).

Rys. 7. Udział gatunków we florze zwałowiska „Ruda” według wartości ekologicznych liczb wskaźnikowych

Źródło: opracowanie własne.



Objaśnienia: 1 – skały i szczeliny skalne; 1,5-2 – rumosz skalny, piarg, żwir; 2,5-3 – gleby piaszczyste; 3,5-4 – gleby piaszczysto-gliniaste, gliniasto-piaszczyste i gliniaste ze znacznym udziałem części szkieletowych; 4,5-5 gliny ciężkie i iły; . – brak danych dla gatunku.

Rys. 8. Udział gatunków we florze zwałowiska „Ruda” według wartości wskaźnika granulometrycznego gleby

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wymagań siedliskowych wskazuje na dominację we florze zwałowiska gatunków termoneutralnych (T_{5-6} 58,5%) i eurytermicznych (T_x 31,1%), preferujących świeże (F_{4-6} 65,2%) oraz silnie nasłonecznione (L_{7-8} 65,2%) podłoża. W odniesieniu do odczynu gleby najwyższy udział mają taksony o szerokim zakresie tolerancji (R_x 39,0%) i zasadolubne (R_{7-8} 34,1%). Badana flora charakteryzuje się również znacznym zróżnicowaniem preferencji troficznych gatunków (rys. 7).

Pod względem preferencji edaficznych przeważają taksony przywiązane do gleb piaszczysto-gliniastych, gliniasto-piaszczystych i gliniastych ze znacznym udziałem części szkieletowych ($D_{3,5-4}$ 57,9%) (rys. 8).

35 spośród 164 odnotowanych na zwałowisku gatunków stanowiły taksony odporne na podwyższone zasolenie podłoża. Do najczęściej odnotowywanych halofitów należą: *Achillea millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Calamagrostis epigejos*, *Daucus carota*, *Leontodon hispidus*, *Phragmites australis*, *Plantago media*, *Rubus caesius* i *Taraxacum officinale* (tab. 1).

5. Dyskusja i wnioski

Flora hałdy „Ruda” liczy 164 taksony roślin naczyniowych z 38 rodzin botanicznych. Wysokie bogactwo gatunkowe na zwałach odpadów pogórnich opisywane jest szeroko w literaturze. Rostański [2006, s. 116] na 85 zwałowiskach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego stwierdził występowanie 581 gatunków roślin, natomiast Pyšek i in. [2003, s. 177] podali 588 taksonów z 96 składowisk zlokalizowanych na terenie Republiki Czeskiej.

Badana flora reprezentuje stadium pośrednie pomiędzy inicjalnym a przejściowym etapem spontanicznej sukcesji roślinności. Na wczesny etap kształtowania się pokrywy roślinnej wskazują wysoki udział antropofitów (26,2%) w strukturze geograficzno-historycznej flory oraz terofitów (20,1%) w spektrum form życiowych. O inicjalnym charakterze flory zwałowiska świadczą również dominacja w jej składzie gatunków światłolubnych (L_{7-8} 65,2%), tolerancyjnych względem odczynu podłoża (R_x 39,0%) i zasadolubnych (R_{7-8} 34,1%), silnie zróżnicowanych w odniesieniu do trofii podłoża. Na przejściowy etap sukcesji roślinności wskazuje natomiast m.in. wysoki udział gatunków siedlisk łąkowych (17,7%). Stanowią one najliczniej reprezentowaną, po taksonach ruderalnych (40,2%), grupę socjologiczno-ekologiczną. Wśród strategii życiowych gatunków zaznacza się dominacja taksonów o silnych zdolnościach konkurencyjnych (48,2%). Pod względem sposobów dyspersji nasion obok gatunków anemochorycznych (75,6%) wysoki udział mają taksony zoo- (15,2%) i autochoryczne (7,3%). O pośrednim etapie formowania się pokrywy roślinnej świadczyć mogą również dominacja gatunków termoneutralnych (T_{5-6} 58,5%) i eurytermicznych (T_x 31,1%) oraz przewaga taksonów mezofilnych (F_{4-6} 65,2%) w składzie gatunkowym badanej flory [Rostański 2006, s. 106-109].

Czynnikiem ograniczającym rozwój pokrywy roślinnej jest wysoka szkieletowość składowanego materiału odpadowego ($D_{3,5-4}$ 57,9%) [Rostański 2006, s. 111]. Niekorzystne uziarnienie ogranicza pojemność wodną gleby, a swobodna infiltracja wód opadowych powoduje wymywanie zawartych w odpadach chlorków i siarczanów, czego skutkiem jest wzrost zakwaszenia i zasolenia podłoża [Zajac, Zarzycki 2013, s. 1869]. W wyniku ułatwionej areacji bryły zwałowiska utlenianiu ulegają zawarte w odpadach związki palne – węgiel i piryt, co może prowadzić do ich samozagrzewania oraz samozapłonu [Drenda i in. 2007, s. 149; Woźniak 2010, s. 21].

Odnotowywane z wysoką częstością inwazyjne taksony roślin obcego pochodzenia (*Solidago canadensis*, *S. gigantea*) oraz ekspansywne gatunki rodzime (*Calamagrostis epigejos*, *Phragmites australis*) tworzą silne podziemne rozłogi, penetrujące glebę do głębokości 1,5 m [Moore i in. 2012, s. 612; Tokarska-Guzik i in. 2015, s. 130-146; Pruchniewicz, Żołnierz 2017, s. 2]. W konsekwencji zwiększonej areacji podłoża przez system korzeniowy roślin nasileniu ulegają procesy termiczne w północno-zachodniej części zwałowiska [Zajac, Zarzycki 2013, s. 1875].

Do nasadzeń w ramach rekultywacji biologicznej obiektu zaleca się często odnotowywane taksony halofitów, takie jak: *Achillea millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Daucus carota*, *Leontodon hispidus*, *Plantago media* i *Taraxacum officinale*. Są to gatunki płytko korzeniące się, tworzące zwartą darń, zdolne do wzrostu w warunkach podwyższonego zasolenia podłoża [Sagar, Harper 1964, s. 208; Bourdôt, Field 1988, s. 100; Cudney, Elmore 1999, s. 1; Thorup-Kristensen, van den Boogaard 1999, s. 146; Zarzycki i in. 2002, s. 13-123; Jansma 2015, s. 3; Perkins i in. 2016, s. 5606].

Literatura

- Bourdôt G.W., Field R.J., 1988, *Review on ecology and control of Achillea millefolium L. (yarrow) on arable land in New Zealand*, New Zealand Journal of Experimental Agriculture, vol. 16, no. 2, s. 99-108.
- Celka Z., 2011, *Relics of cultivation in the vascular flora of medieval West Slavic settlements and castles*, Biodiversity Research and Conservation, vol. 22.
- Chmiel J., 1993, *Flora roślin naczyniowych wschodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego i jej antropogeniczne przekształcenia w wieku XIX-XX. Część II. Atlas rozmieszczenia roślin*, Wydawnictwo Sorus, Poznań.
- Chmielewska M., Gaidzik K., 2012, *Wpływ górnictwa na współczesny krajobraz kulturowy Rokitnicy i Miechowic (Górny Śląsk)*, [w:] Zagożdżon P.P., Madziarz M. (red.), *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa*, t. 4, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, s. 53-65.
- Cudney D.W., Elmore C.L., 1999, *Dandelions*, Pest Notes, Publication 7469, University of California, s. 1-3.
- Czarna A., 2009, *Rośliny naczyniowe środkowej Wielkopolski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań.
- Drenda J., Różański Z., Słota K., Wrona P., 2007, *Zagrożenie pożarowe na zwalowiskach odpadów powęglowych*, Górnictwo i Geoinżynieria, t. 31, z. 3/1, s. 149-157.
- Dulewski J., Madej B., Uzarowicz R., 2010, *Zagrożenie procesami termicznymi obiektów zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego*, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 26, z. 3, s. 125-142.
- Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D., 1992, *Zeigewerte for Pflanzen in Mitteleuropa*, Scripta Geobotanica, vol. 18, Universität Göttingen, Göttingen.
- Grime J.P., 1977, *Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory*, American Naturalist, vol. 111, s. 1169-1194.
- Grime J.P., 2001, *Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties*, Willey & Sons Ltd., Chichester-New York-Weinheim-Brisbane-Singapore-Toronto.
- GUGiK, 2017, Rastrowa mapa topograficzna Polski, <http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/TOPO/MapServer/WMSServer> (31.07.2017).
- Hanczaruk R., Gołąb N., 2016, *Wybrane problemy rekultywacji zwalowiska odpadów pogórnich na przykładzie zwalowiska „Ruda” w Zabrze-Biskupicach*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 461, s. 65-75.
- Jansma A., 2015, *The effect of plant diversity on plant performance under a prolonged summer drought*, Wageningen University and Research.
- Jaros J., 1984, *Słownik historyczny kopalń węgla na ziemiach polskich*, Śląski Instytut Naukowy, Katowice.
- Jeżewski A., Stawiany W. (red.), 1998, *Ochrona środowiska – województwo katowickie 1996-1997*, Urząd Statystyczny w Katowicach, Katowice.
- Klimko M., Czarna A., Bałuka B., 2004, *Flora naczyniowa siedlisk przemysłowych miasta Wałbrzycha*, Acta Botanica Silesiaca, vol. 1, s. 7-22.
- Klotz S., Kühn I., Durka W. (red.), 2002, *BIOLFLOR — Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland*, Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 38, Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Korski J., 2009, *Ocena skuteczności technologii gaszenia składowiska odpadów powęglowych „Ruda” w świetle badań terenowych*, Górnictwo i Geologia, t. 4, z. 2b, s. 87-98.
- Machowski R., 2010, *Przemiany geosystemów zbiorników wodnych powstałych w nieckach osiadania na Wyżynie Katowickiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.

- Matuszkiewicz W., 2001, *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając M., 2002, *Flowering Plants and Pteridophytes of Poland – a Checklist*, [w:] Mirek Z. (red.), *Biodiversity of Poland I*, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Kraków.
- Moore G.E., Burdick D.M., Peter C.R., Keirstead D.R., 2012, *Belowground Biomass of Phragmites australis in Coastal Marshes*, *Northeastern Naturalist*, vol. 19, no. 4, s. 611-626.
- Perkins W.T., Bird G., Jacobs S.R., Devoy C., 2016, *Field-scale study of the influence of differing remediation strategies on trace metal geochemistry in metal mine tailings from Irish Midlands*, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23, no. 6, s. 5592-5608.
- Pruchniewicz D., Żołnierz L., 2017, *The influence of Calamagrostis epigejos expansion on the species composition and soil properties of mountain mesic meadows*, *Acta Botanica Botanicorum Poloniae*, vol. 86, no. 1, s. 1-11.
- Pudelko B., 2014, *Zabrze rekultywuje stare zwalowiska. Posadzili drzewa na haldzie*, *Dziennik Zachodni*, <http://www.dziennikzachodni.pl/arttykul/3598893,zabrze-rekultywuje-stare-zwalowiska-posadzili-drzewa-na-haldzie-zdjecia,id,t.html> (31.07.2017).
- Pyšek A., Pyšek P., Jarošík V., Hájek M., Wild J., 2003, *Diversity of native and alien plant species on rubbish dumps: Effects of dump age, environmental factors and toxicity*, *Diversity and Distributions*, vol. 9, no. 3, s. 177-189.
- Roo-Zielińska E., 2014, *Wskaźniki ekologiczne zespołów roślinnych Polski*, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- Rostański A., 2001, *Rola lokalnych zasobów genowych w zagospodarowaniu nieużytków przemysłowych*, [w:] *Przywracanie wartości użytkowych terenom górniczym*, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków, s. 163-172.
- Rostański A., 2006, *Spontaniczne kształtowanie się pokrywy roślinnej na zwalówkach po górnictwie węgla kamiennego na Górnym Śląsku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Rostański A., Woźniak G., 2007, *Trawy (Poaceae) występujące spontanicznie na terenie nieużytków przemysłowych*, *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica. Supplementum* 9, s. 19-31.
- Rutkowski L., 2006, *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Sagar G.R., Harper J.L., 1964, *Plantago Major, P. Media and P. Lanceolata*, *Journal of Ecology*, vol. 52, no. 1, s. 189-221.
- Thorup-Kristensen K., van den Boogaard R., 1999, *Vertical and horizontal development of the root system of carrots following green manure*, *Plant and Soil*, vol. 212, no. 2, s. 145-153.
- Tokarska-Guzik B., 2001, *Przyrodnicze zagospodarowanie terenów pogórnicznych*, [w:] *Przywracanie wartości użytkowych terenom górniczym*, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków, s. 209-222.
- Tokarska-Guzik B., Bzdęga K., Nowak T., Urbisz A., Węgrzynek B., Dajdok Z., 2015, *Propozycja listy roślin gatunków obcych, które mogą stanowić zagrożenie dla przyrody Polski i Unii Europejskiej*, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Zając A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński C., 2012, *Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych*, Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Tokarska-Guzik B., Rostański A. 2001, *Możliwości i ograniczenia przyrodniczego zagospodarowania terenów przemysłowych*, *Natura Silesiae Superioris*, Supplement, s. 5-17.
- Urząd Miasta Zabrze, 2012, *„Rekultywacja terenów w rejonie rzeki Bytomki na obszarze gminy Zabrze” – w ramach działania 2.2 „Przywracanie terenom zdegradowanym wartości przyrodniczych i ochrona brzegów morskich” priorytetu II „Gospodarka odpadami i ochrona powierzchni ziemi”*.

- Włodarczyk K., 2014, *Zielona dziesiątka Zabrze*, Nowiny Zabrzeńskie, http://nz24.pl/zwh/2014-12-18_nz-zwh.pdf (31.07.2017).
- Woźniak G., 2010, *Zróżnicowanie roślinności na zwałach pogórnich Górnego Śląska*, Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
- Zajac E., Zarzycki W., 2013, *Wpływ aktywności termicznej zwałowiska odpadów węgla kamiennego na rozwój roślinności*, Rocznik Ochrona Środowiska, t. 15, nr 2, s. 1862-1880.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U., 2002, *Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski*, Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.