

KAROL WOLSKI \*, MAGDALENA SZYMURA \*,  
TOMASZ SZYMURA \*\*, DARIA GĄBKA \*\*

## WPLYW ROŚLINNOŚCI NA NASILENIE EROZJI SKARP ZBIORNIKA ODPADÓW POFLOTACYJNYCH „ŻELAZNY MOST”

**Słowa kluczowe:** zbiornik odpadów poflotacyjnych „Żelazny Most”, erozja, sukcesja, różnorodność biologiczna, rekultywacja

### *Streszczenie*

*Najważniejszym aspektem rekultywacji biologicznej jest dobór odpowiedniej roślinności do trudnych warunków siedliskowych. Przedstawiona praca prezentuje wyniki analizy roślinności oraz erozji wietrznej i wodnej na obwałowaniach zbiornika „Żelazny Most”. Stwierdzono dużą bioróżnorodność roślinności na zbiorniku pomimo niekorzystnych warunków siedliskowych. Obecność roślinności na skarpie zbiornika redukuje procesy erozyjne oraz przyczynia się do stabilności skarp. Występowanie roślinności na skarpach jest wynikiem procesów sztucznego ich wprowadzania, jak również spontanicznej sukcesji.*

### **Wstęp**

Składowisko odpadów poflotacyjnych rud miedzi “Żelazny Most” znajduje się na terenie Wysoczyzny Lubińskiej, należącej do Nizin południowo-zachodnich [Kondracki 1994].

Potencjalną roślinność naturalną na większości opisywanego obszaru stanowią grądy środkowoeuropejskie (*Galio-Carpinetum*). Od północnego zachodu do zbiornika przylega niewielki obszar kontynentalnego boru mieszanego (*Quercu-Pinetum*), natomiast od południowego zachodu strefa niżowych środkowoeuropejskich dąbrów acidofilnych (*Calamagrostio-Quercetum*). W doli-

---

\* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni

\* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni

\*\* Uniwersytet Wrocławski; Stacja Ekologiczna Storczyk

\*\* Uniwersytet Wrocławski; Stacja Ekologiczna Storczyk

nach rzek roślinność tworzą łągi olszowe i jesionowo-olszowe (*Circaeo-Alnetum*). Obecnie otoczenie zbiornika jest silnie przekształcone antropogenicznie, dominują pola uprawne, nieużytki i młode monokultury sosnowe [Matuszkiewicz i in. 1997; Szafer 1972].

Analizowane składowisko zlokalizowane jest w naturalnej dolinie między wzgórzami morenowymi, w górnej partii zlewni rzeki Rudnej. Eksploatacja zbiornika trwa od 1977 r. Obecnie łączna długość zapór otaczających składowisko ze wszystkich stron wynosi ponad 14 km. Ze względu na swe rozmiary, składowisko jest jednym z największych tego typu obiektów na świecie [Krzysik 2000]. Formowanie zapory wykonuje się ze zdeponowanych osadów plaży składowiska [Krzysik 2000]. W wyniku takich przekształceń powstało całkowicie nowe, niezwykle specyficzne środowisko bytowania roślin. Podstawowym czynnikiem modyfikującym możliwość wegetacji na obwałowaniu zbiornika jest rodzaj podłoża użytego do jego formowania (brak materii organicznej, specyficzny skład mechaniczny, wysoka koncentracja metali ciężkich). Forma obwałowania stwarza ponadto nietypowe warunki wilgotnościowe (infiltracja wilgoci przez podłoże i spływ powierzchniowy wód opadowych) oraz termiczne (duże nachylenie skarp zmienia warunki nasłonecznienia zależnie od ekspozycji obwałowania). Połączenie właściwości podłoża i kształtu obiektu powoduje możliwość powstawania erozji wietrznej i wodnej.

### **Material i metodyka badań**

Prace terenowe wykonano w okresie 06-27 lipca 2005 roku. Objęły one następujące aspekty:

- Analiza roślinności - opisu roślinności dokonano w oparciu o podział zbiornika na poszczególne sekcje. Każdy obszar został zinwentaryzowany przez wykonanie zdjęć fitosocjologicznych techniką zbliżoną do klasycznej metody Braun – Blanqueta.
- Erozja wietrzna - została określona jako grubość nalotu piaskowego nad poziomem gruntu. Pomiaru dokonywano po odsłonięciu węzła krzewienia traw, wynik pomiaru podawano w centymetrach. Poziom erozji wietrznej mierzono w trakcie wykonywania każdego zdjęcia fitosocjologicznego.
- Erozja wodna - określano ją wzrokowo w trakcie wykonywania każdego zdjęcia fitosocjologicznego. Charakterystyka była dokonywana w formie opisu powstałych form erozyjnych z uwzględnieniem obszaru, jaki one pokrywają.

## Wyniki

Na opisywanym terenie stwierdzono ogólnie występowanie 260 gatunków roślin – w tym 34 gatunki traw, 148 innych gatunków roślin zielnych, 24 gatunki drzew i krzewów, w tym 17 występujących w warstwie b. Listę florystyczną gatunków z uwzględnieniem frekwencji i średniego procentu pokrycia poszczególnych gatunków przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Lista gatunków występujących na obwałowaniach zbiornika odpadów poftlotacyjnych „Żelazny Most” wraz z podaniem frekwencji występowania i średniego procentu pokrycia.

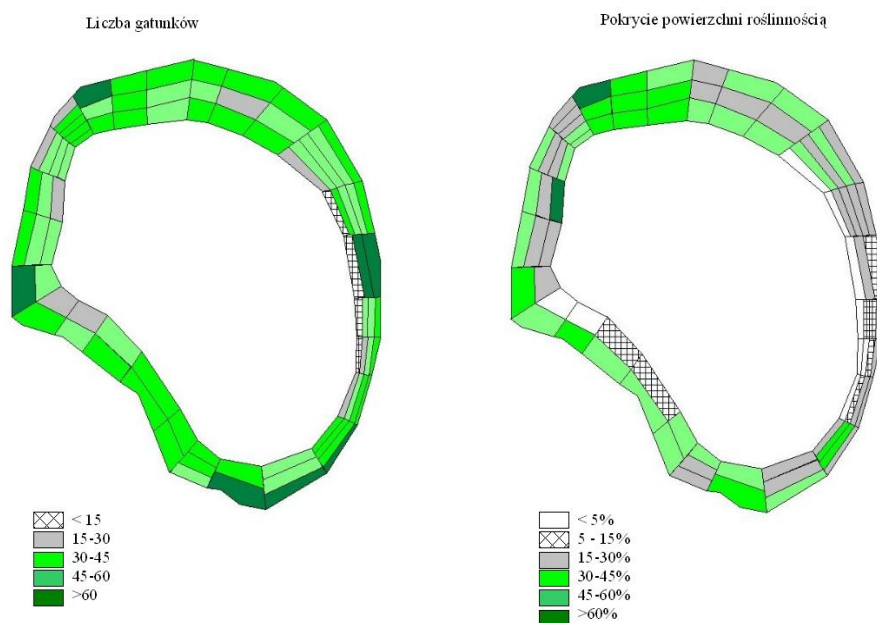
Gatunki:	Frekwencja (%)	Średni procent pokrycia	Gatunki:	Frekwencja (%)	Średni procent pokrycia
<i>Festuca rubra</i>	86,0	9,0	<i>Betula pendula b</i>	5,8	0,0
<i>Achillea millefolium</i>	76,6	1,2	<i>Cerastium holosteoides</i>	5,8	0,0
<i>Arrhenatherum elatius</i>	73,7	2,7	<i>Heracleum sphondylium</i>	5,8	0,0
<i>Conyza canadensis</i>	70,5	0,6	<i>Vicia sepium</i>	5,5	0,0
<i>Artemisia vulgaris</i>	62,3	0,4	<i>Sisymbrium loeselii</i>	5,2	0,0
<i>Dactylis glomerata</i>	61,4	0,4	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	4,9	0,0
<i>Daucus carota</i>	56,2	0,1	<i>Erodium cicutarium</i>	4,9	0,0
<i>Calamagrostis epigejos</i>	53,9	1,2	<i>Trifolium repens</i>	4,9	0,0
<i>Rumex crispus</i>	51,3	0,1	<i>Galium verum</i>	4,5	0,0
<i>Poa pratensis</i>	47,7	2,4	<i>Geranium pratense</i>	4,2	0,0
<i>Cirsium arvense</i>	45,1	0,2	<i>Robinia pseudoaccacia c</i>	4,2	0,0
<i>Centaurea stoebe</i>	42,5	0,3	<i>Rosa canina c</i>	4,2	0,0
<i>Tussilago farfara</i>	40,3	0,1	<i>Quercus robur c</i>	4,2	0,0
<i>Agropyron repens</i>	39,3	1,1	<i>Glechoma hederacea</i>	3,9	0,0
<i>Potentilla reptans</i>	36,7	0,1	<i>Cytisus scoparius c</i>	3,9	0,0
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	35,4	0,0	<i>Viola arvensis</i>	3,9	0,0
<i>Rumex acetosa</i>	34,1	0,1	<i>Cytisus scoparius b</i>	3,6	0,1
<i>Hypericum perforatum</i>	33,4	0,1	<i>Bromus intermis</i>	3,6	0,0
<i>Centaurea jacea</i>	33,1	0,1	<i>Cirsium vulgare</i>	3,6	0,0
<i>Convolvulus arvensis</i>	32,1	0,0	<i>Pastinaca sativa</i>	3,6	0,0
<i>Trifolium arvense</i>	31,5	0,2	<i>Armoracia rusticana</i>	3,6	0,0
<i>Plantago lanceolata</i>	30,5	0,1	<i>Medicago sativa</i>	3,6	0,0
<i>Senecio jacobaea</i>	29,9	0,0	<i>Sedum maximum</i>	3,2	0,0
<i>Festuca arundinacea</i>	28,9	0,1	<i>Phalaris arundinacea</i>	3,2	0,0
<i>Melilotus albus</i>	28,6	0,6	<i>Poa annua</i>	3,2	0,0
<i>Echium vulgare</i>	27,6	0,0	<i>Carduus crispus</i>	3,2	0,0

<i>Euphorbia cyparissias</i>	26,3	0,1	<i>Salix fragilis b</i>	2,9	0,0
<i>Melandrium album</i>	25,6	0,1	<i>Populus nigra c</i>	2,9	0,0
<i>Taraxacum officinale</i>	24,4	0,0	<i>Salix alba b</i>	2,9	0,0
<i>Artemisia dracunculus</i>	23,4	0,1	<i>Euphorbia helioscopia</i>	2,9	0,0
<i>Bromus sterylis</i>	22,1	0,3	<i>Thlaspi arvense</i>	2,9	0,0
<i>Tanacetum vulgare</i>	22,1	0,3	<i>Verbascum lychnitis</i>	2,9	0,0
<i>Agrostis capillaris</i>	21,1	0,2	<i>Viola tricolor</i>	2,9	0,0
<i>Medicago lupulina</i>	21,1	0,0	<i>Trifolium campestre</i>	2,6	0,0
<i>Saponaria officinalis</i>	20,5	0,2	<i>Ceratodon purpureus</i>	2,6	0,0
<i>Equisetum arvense</i>	20,5	0,2	<i>Holcus mollis</i>	2,6	0,0
<i>Tragopogon pratensis</i>	20,5	0,0	<i>Jasione montana</i>	2,6	0,0
<i>Rubus sp. c</i>	19,8	0,3	<i>Setaria pumila</i>	2,6	0,0
<i>Robinia pseudoaccacia b</i>	19,2	0,2	<i>Alopecurus geniculatus</i>	2,6	0,0
<i>Papaver rhoeas</i>	18,2	0,0	<i>Polygonum hydropiper</i>	2,6	0,0
<i>Vicia cracca</i>	17,9	0,0	<i>Calamagrostis canescens</i>	2,3	0,0
<i>Phleum pratense</i>	17,5	0,1	<i>Festuca pratensis</i>	2,3	0,0
<i>Poa trivialis</i>	17,2	0,3	<i>Anthemis arvensis</i>	2,3	0,0
<i>Galium mollugo</i>	16,9	0,0	<i>Eupatorium cannabinum</i>	2,3	0,0
<i>Chenopodium album</i>	16,9	0,0	<i>Epilobium roseum</i>	2,3	0,0
<i>Silene vulgaris</i>	15,9	0,0	<i>Salix caprea b</i>	1,9	0,0
<i>Leucanthemum vulgare</i>	15,6	0,1	<i>Coronilla varia</i>	1,9	0,0
<i>Helichrysum arenarium</i>	15,6	0,1	<i>Fragaria vesca</i>	1,9	0,0
<i>Berteroa incana</i>	14,9	0,4	<i>Plantago media</i>	1,9	0,0
<i>Erigeron acris</i>	14,0	0,0	<i>Solidago gigantea</i>	1,9	0,0
<i>Anchusa arvensis</i>	12,7	0,0	<i>Consolida regalis</i>	1,9	0,0
<i>Potentilla argentea</i>	12,0	0,0	<i>Veronica chamaedrys</i>	1,9	0,0
<i>Rumex acetosella</i>	12,0	0,0	<i>Centaurea cyanus</i>	1,9	0,0
<i>Apera spica-venti</i>	11,7	0,1	<i>Deschampsia cespitosa</i>	1,9	0,0
<i>Lactuca serriola</i>	11,7	0,0	<i>Hieracium pilosella</i>	1,9	0,0
<i>Oenothera biennis</i>	11,7	0,0	<i>Malus sylvestris c</i>	1,9	0,0
<i>Potentilla anserina</i>	11,4	0,0	<i>Linaria vulgaris</i>	1,6	0,0
<i>Urtica dioica</i>	11,0	0,0	<i>Knautia arvensis</i>	1,6	0,0
<i>Erysium cheiranthoides</i>	10,7	0,0	<i>Malus sylvestris b</i>	1,6	0,0
<i>Lotus corniculatus</i>	10,4	0,1	<i>Senecio vulgaris</i>	1,6	0,0
<i>Lolium perenne</i>	10,4	0,0	<i>Stellaria graminea</i>	1,6	0,0
<i>Solidago canadensis var. scabra</i>	10,4	0,0	<i>Elymus arenarius</i>	1,3	0,0
<i>Crepis biennis</i>	9,7	0,0	<i>Carex sp.</i>	1,3	0,0
<i>Capsella bursa-pastoralis</i>	9,4	0,0	<i>Lepidium ruderae</i>	1,3	0,0
<i>Trifolium pratense</i>	9,4	0,0	<i>Quercus robur b</i>	1,3	0,0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	9,4	0,0	<i>Sagina nodosa</i>	1,3	0,0

<i>Pinus sylvestris b</i>	9,1	0,0	<i>Lythrum salicaria</i>	1,3	0,0
<i>Phragmites australis</i>	9,1	0,0	<i>Padus serotina b</i>	1,3	0,0
<i>Artemisia absinthium</i>	8,4	0,1	<i>Pimpinella major</i>	1,3	0,0
<i>Malva alcea</i>	8,4	0,0	<i>Ranunculus acris</i>	1,3	0,0
<i>Holcus lanatus</i>	8,1	0,1	<i>Sanguisorba officinalis</i>	1,3	0,0
<i>Rosa canina b</i>	8,1	0,0	<i>Festuca ovina</i>	1,0	0,1
<i>Alopecurus pratensis</i>	7,8	0,1	<i>Ballota nigra</i>	1,0	0,0
<i>Corynephorus canescens</i>	7,5	0,1	<i>Filipendula ulmaria</i>	1,0	0,0
<i>Chamomilla suaveolens</i>	7,5	0,0	<i>Salix viminalis b</i>	1,0	0,0
<i>Populus nigra b</i>	7,1	0,1	<i>Althaea officinalis</i>	1,0	0,0
<i>Polygonum persicaria</i>	7,1	0,0	<i>Briza media</i>	1,0	0,0
<i>Polygonum aviculare</i>	7,1	0,0	<i>Dianthus deltoides</i>	1,0	0,0
<i>Chondrilla juncea</i>	7,1	0,0	<i>Galinsoga parviflora</i>	1,0	0,0
<i>Pinus sylvestris c</i>	6,8	0,0	<i>Prunus spinosa b</i>	1,0	0,0
<i>Potentilla erecta</i>	6,5	0,1	<i>Solanum dulcamara</i>	1,0	0,0
<i>Cichorium intybus</i>	6,2	0,0			
Gatunki sporadyczne: <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Symphoricarpos albus</i> , <i>Tunica prolifera</i> , <i>Onopordum acanthium</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i> , <i>Arctium lappa</i> , <i>Bellis perennis</i> , <i>Betula pendula c</i> , <i>Campanula patula</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Filipendula vulgaris</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Gladiolus x hybridus</i> , <i>Glyceria fluitans</i> , <i>Hyoscyamus niger</i> , <i>Melilotus officinalis</i> , <i>Ononis spinosa c</i> , <i>Pyrus communis c</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Sonchus oleraceus</i> , <i>Tilia cordata b</i> , <i>Trifolium hybridum</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Digitalis purpurea</i> , <i>Acer negundo</i> , <i>Agrimonia eupatoria</i> , <i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Agrostis gigantea</i> , <i>Cerasus avium c</i> , <i>Chamaenerion angustifolium</i> , <i>Echinops sphaerocephalus</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Erigeron annuus</i> , <i>Fallopia aubertii</i> , <i>Fraxinus excelsior c</i> , <i>Galeopsis tetrahit</i> , <i>Geum urbanum</i> , <i>Hypochoeris radicata</i> , <i>Lamium purpureum</i> , <i>Leontodon autumnalis</i> , <i>Lychnis flos-cuculi</i> , <i>Petrorhagia prolifera</i> , <i>Populus alba b</i> , <i>Reseda lutea</i> , <i>Rhamnus catharticus b</i> , <i>Symphytum officinale</i> , <i>Trifolium dubium</i> , <i>Valeriana officinalis</i> , <i>Veronica persica</i> , <i>Vicia tetrasperma</i> .					

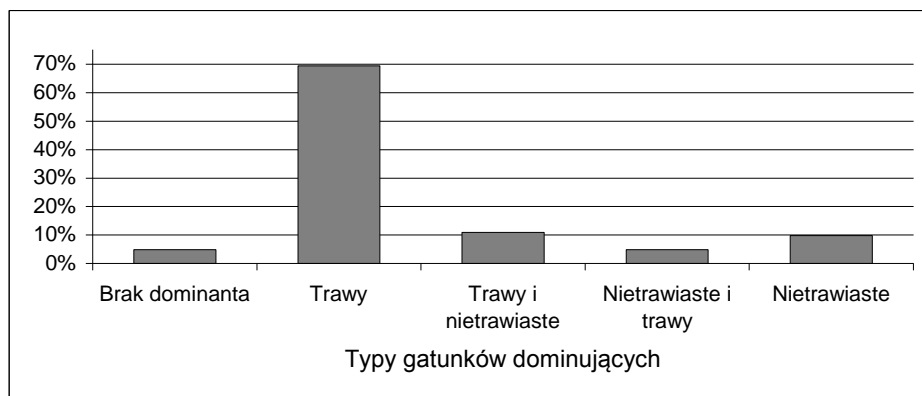
Gatunki najczęściej występujące to: kostrzewa czerwona, krwawnik pospolity, rajgras wyniosły i przymiotno kanadyjskie.

Liczba gatunków stwierdzonych w poszczególnych sektorach wahała się od 2 do 69, średnio 44 gatunki w sektorze. Sektorów z najmniejszą liczbą gatunków (poniżej 15) było 4, co stanowi niespełna 5 % całości obwałowań (rys. 1). Pokrycie powierzchni roślinnością wynosiło średnio 29 %, zmieniając się od 1 do 70% (rys. 1).



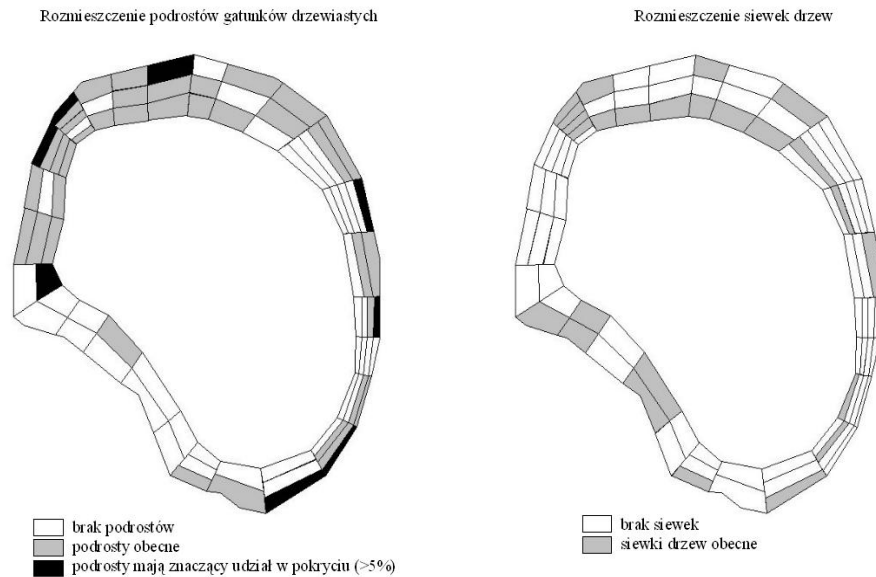
Rys. 1. Liczba gatunków i pokrycie powierzchni roślinnością na skarpach zbiornika „Żelazny Most”

W zdecydowanej większości sektorów (57,69%) trawy były gatunkami dominującymi, gatunki nietrawiaste dominowały przed gatunkami trawiastymi w 8 sektorach (10% całości), (rys. 2).



Rys. 2. Frekwencja sektorów w różnych typach gatunków dominujących i współdominujących

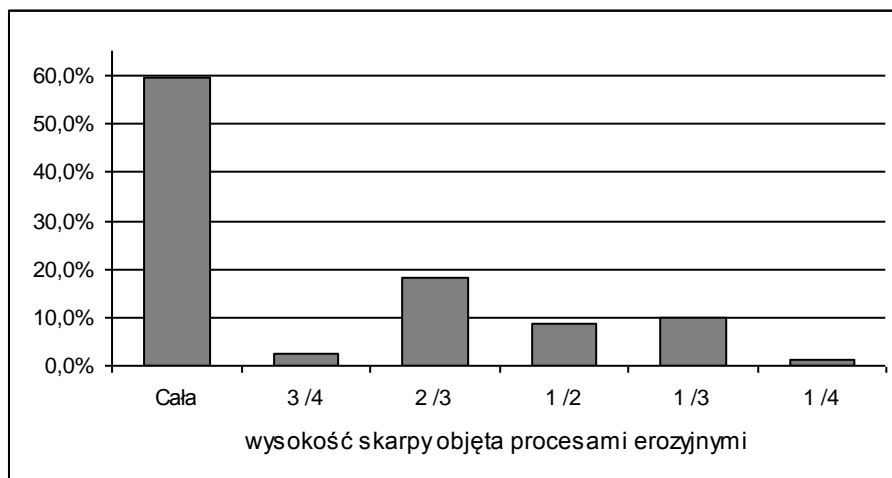
Podrosty gatunków drzewiastych stwierdzono w 44 sektorach (54% całości), siewki drzew zaobserwowano w 25 sektorach (30% wszystkich sektorów), (rys. 3).



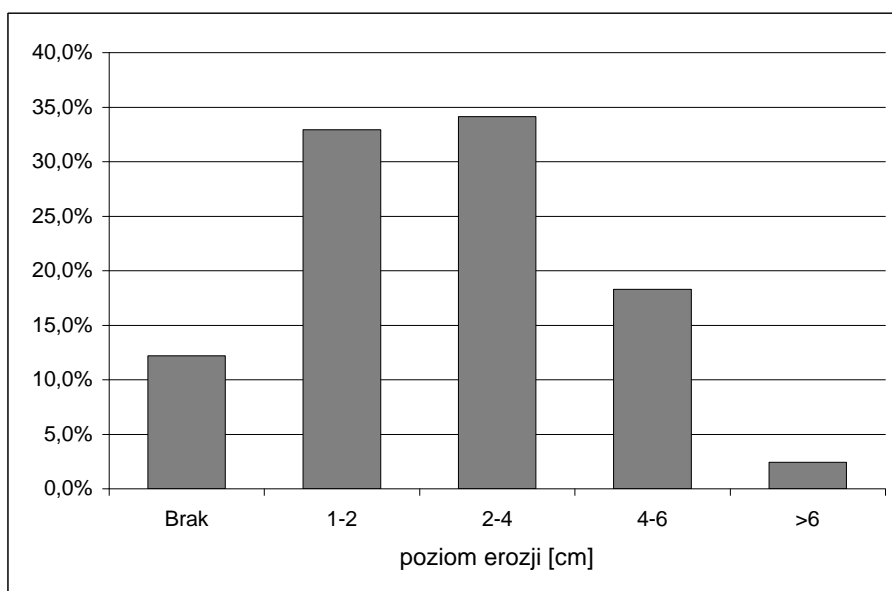
Rys. 3. Rozmieszczenie podrostów i siewek gatunków drzewiastych na skarpach zbiornika „Żelazny Most”

Najczęściej spotykaną formą erozji wodnej było powstawanie rynien erozyjnych, rzadziej spływ powierzchniowy lub kombinacja tych dwóch typów. W 10 sektorach (12% całości) stwierdzono występowanie rynien erozyjnych oraz wymywanie dziur. W przypadku 9 sektorów (11%) nie stwierdzono śladów erozji wodnej, występowanie sektorów bez śladów istotnej erozji wodnej ograniczone było do sektorów południowych. Erozja wodna najczęściej obejmowała całość wysokości skarpy w badanym sektorze (rys. 4).

Brak śladów erozji wietrznej stwierdzono w 10 sektorach w części południowej obiektu oraz górnej warstwie sektorów wschodnich. W tym ostatnim przypadku wiązało się to ze świeżością nasypów skarp. Średnia ilość osadu erozji wietrznej wynosi 1-4 cm (rys. 5).



*Rys. 4. Frekwencja sektorów zależności od wysokości skarpy objętej erozją wodną*



*Rys. 5. Frekwencja sektorów w zależności od poziomu erozji wietrznej*



## Omówienie wyników badań

Obecny stan roślinności składowiska warunkowany jest przez specyficzne właściwości siedliskowe obiektu, cechy miejscowego klimatu, skład gatunkowy roślin wprowadzonych sztucznie, jak również roślinność otaczającą zbiornik, która jest potencjalnym źródłem diaspor roślin wnikających na obiekt w toku sukcesji.

Występuje ogólny związek pomiędzy liczbą gatunków, a pokryciem powierzchni sektora, który ma charakter nieliniowy. Zmniejszenie pokrycia poniżej około 15% jest związane z gwałtownym obniżeniem liczby gatunków, podczas gdy zwiększanie ponad ten poziom pokrycia, związane jest z mniejszym wzrostem bioróżnorodności.

Istniejące zróżnicowanie pomiędzy wyróżnionymi poziomami obwałowania w liczbie gatunków i pokryciu powierzchni przez roślinność, wykazuje związek z różnym wiekiem skarp. Założono, że warstwy dolne są najstarsze. Czynnikiem, który modyfikuje tę zależność jest termin darniowania poszczególnych skarp (wysoki stopień pokrycia świeżo darniowanej skarpy sektora W1-3).

Procesy darniowania mają istotny wpływ na obecną postać roślinności na obiekcie. Z nimi związana jest zaskakująca wysoka bioróżnorodność obiektu, a także mozaikowość rozmieszczenia sektorów o różnej liczbie gatunków i stopniu pokrycia.

Wysokość skarpy podlegająca erozji wodnej jest związana z pokryciem roślinnością. Skarpy o pokryciu poniżej 15% zawsze erodują w całości, przy pokryciu 45-60% udział sektorów w których eroduje tylko część skarpy jest największy.

Nie stwierdzono wyraźnego wpływu dominującego kierunku wiatru na rozkład przestrzenny grubości nawianej warstwy piasku.

Na obiekcie stwierdzono najlepsze przystosowanie kostrzewy czerwonej, natomiast odnotowano również występowanie młodych gatunków drzewiastych.

## Wnioski

1. Pomimo skrajnie niekorzystnych warunków siedliskowych, powodowanych rodzajem podłoża, obwałowanie zbiornika „Żelazny Most” charakteryzuje się dużą bioróżnorodnością, wynikającą zarówno ze sztucznego wprowadzania darni, jak również będącą efektem spontanicznych procesów sukcesji.
2. Obecność roślinności na skarpie zbiornika redukuje obszar procesów erozyjnych, roślinność przyczynia się także do wiązania nalotu piaskowego,

- powstałego w wyniku erozji wietrznej skarp. Efekt oddziaływania roślinności jest widoczny już przy około 15 % pokrycia.
3. Analiza stanu aktualnego roślinności wykazuje znaczenie roślin trawiastych, w szczególności kostrzewy czerwonej w zarastaniu obwałowań. Kostrzewa czerwona może tworzyć zwartą warstwę darni i prawdopodobnie odznacza się wysoką przeżywalnością w warunkach zbiornika.
  4. Kierunki sukcesji, jakie określono wśród traw na skarpach składowiska jednoznacznie wskazują na gatunki najbardziej nadające się do zabudowy biologicznej. Wegetacja tych gatunków jest możliwa zatem nawet w najtrudniejszych warunkach siedliskowych.
  5. Obecność traw na skarpach jest wynikiem procesów sztucznego ich wprowadzania, jak również spontanicznej sukcesji. Ich bioróżnorodność zależy od rodzaju rekultywacji i gatunków użytych do niej, jak również przedziału czasowego, w jakim odbywa się spontaniczna sukcesja. Trawy wprowadzone sztucznie podlegają procesom selekcyjnym, które mogą przebiegać w różny sposób, związany z wstępnymi warunkami rekultywacji, jak i lokalizacją w obrębie obiektu.
  6. Procesy naturalnej sukcesji prowadzą do powstawania zadrzewień, które mogą wpływać na stabilność skarp i zmniejszać pokrycie roślinności zielnej.

### Piśmiennictwo

1. KONDRACKI J.: *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994
2. KRZYSIK A.: *Programy komputerowe wykorzystywane w geologicznej obsłudze składowiska "Żelazny Most"*, XII Konferencja Naukowa - Korbiełow' 2000 „Metody Komputerowe w Projektowaniu i Analizie Konstrukcji Hydrotechnicznych”. 2000
3. MATUSZKIEWICZ W., MATUSZKIEWICZ A., MATUSZKIEWICZ J.M.: [W:] *Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego*, Pawlak W. (red.), Uniwersytet Wrocławski, Pracownia Atlasu Dolnego Śląska, Wrocław
4. SZAFER W.: *Szata roślinna Polski niżowej*. [W:] Szafer W., Zarzycki K., (red.) *Szata roślinna Polski*. PWN Warszawa 1972.

## THE INFLUENCE OF VEGETATION ON EROSION OF DAMS OF THE TAILINGS POND “ŻELAZNY MOST”

**Key words:** tailings pond “Żelazny Most”, plant succession, biodiversity, erosion, land reclamation

### *S u m m a r y*

*The key problem of ecological restoration is choosing proper vegetations to difficult breeding-ground facilities. Current study presents results of analysis of vegetations as well as wind- and water erosion of dams of tailings pond “Żelazny Most”. The study reveals high biodiversity of plants in spite of unfavorable breeding- ground facilities. Vegetations presence on slopes is a result of affected processes of introducing it as well as spontaneous succession. We also found that presence of vegetations reduces the erosion progress and helps to stabilize the slopes.*