

HENRYK GREINERT, ANDRZEJ GREINERT, MICHAŁ DRAB *

EROZJA ZWAŁOWISK POKOPALNIANYCH W REJONIE ŁĘKNICY

Słowa kluczowe: zwałowiska pokopalniane, erozja wodna

Streszczenie

Praca przedstawia właściwości fizyczne i chemiczne utworów glebowych byłej Kopalni Węgla Brunatnego „Przyjaźń Narodów” w rejonie Łęknicy. Niekorzystne dla roślin właściwości oraz niewłaściwie wykonane prace rekultywacyjne na omawianym terenie były przyczyną wystąpienia silnej wodnej erozji powierzchniowej oraz erozji wąwozowej.

Wprowadzenie

Erozja w Polsce obejmuje 73,6% powierzchni kraju, w tym erozja wietrzna stanowi 27,6%, wodna powierzchniowa 28,5% i wodna wąwozowa 17,5% [GUS 2005].

Erozja jest zjawiskiem niekorzystnym, powodującym wiele zmian w środowisku glebowym: jak przemieszczenie masy glebowej [Greinert i Greinert 1999; Licznar i Drozd 1989; Rejman 2001], wymywanie składników pokarmowych [Licznar i Drozd 1989], wymywanie substancji organicznej [Giegużyńska i in. 2001] oraz powstawanie gleb wielocząłonowych, wzrost gęstości objętościowej i obniżenie porowatości powietrznej gleb [Licznar i Drozd 1989].

Na terenie naszego kraju największe straty wywołuje erozja wodna. Wielkość jej według autorów Greinert i Greinert [1999] wyraża wzór:

$$S = A \cdot N \cdot G \cdot L \cdot J \cdot O \cdot Z$$

gdzie:

S - straty gleby,

A – wielkość opadów atmosferycznych,

N – nachylenie terenu,

G – podatność gleb na erozję,

L – długość stoku,

* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

J – kształt zbocza,
O – pokrywa roślinna,
Z – zabiegi przeciwerozyjne.

Szczególnie niekorzystnie na glebę oddziałuje erozja wąwózowa [Józefaciuk i in. 2001, za Niewiadomskim, Pałysem i Nowocieniem].

Erozja wąwózowa występuje powszechnie na terenach pokopalnianych byłej Kopalni Węgla Brunatnego „Przyjaźń Narodów w rejonie Łęknicy.

Celem pracy było wykazanie przyczyn powstawania erozji wodnej, w tym także wąwózowej na omawianym terenie oraz znalezienie możliwości ograniczenia tego zjawiska.

Charakterystyka badanego terenu i metodyka badań

Kopalnia Węgla Brunatnego „Przyjaźń Narodów” zakończyła działalność wydobywczą na początku lat siedemdziesiątych. W wyniku działalności wydobywczej (odkrywkowej i głębinowej) przekształcono obszar na powierzchni około 430 ha.

Rekultywację omawianego terenu wykonano w oparciu o projekt techniczny opracowany pod kierunkiem prof. dr T. Skawiny. Ustalono leśny kierunek rekultywacji z nasadzeniami sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.). Na niektórych kwaterach zasadzono robinie akacjową i brzozę brodawkowatą.

Grunty na omawianym terenie wykazywały duże zróżnicowanie właściwości fizycznych i chemicznych. Skład granulometryczny większości pobranych prób gruntu pozwalał zaliczyć je do piasku gliniastego lekkiego. W składzie frakcji piasku przeważał piasek drobny. Wszystkie badane próby wykazywały dużą obecność pyłu (20-29%), przy czym przeważał pył gruby.

Gęstość objętościowa wahała się w zakresie od 1,25 do 1,48 g·cm⁻³. Pojemność wodna kapilarna objętościowa wahała się od 17 do 39% i była wyraźnie niższa od pojemności wodnej maksymalnej. Różnice pomiędzy wspomnianymi pojemnościami wynosiły około kilkunastu procent.

Zawartość substancji organicznej oznaczonej metodą Tiurina wahała się w zakresie od 1,23 do 6,35%. Pozostałe właściwości gruntów zestawiono w tabeli 1. Z danych zawartych w tej tabeli wynika, że odczyn gruntów był silnie kwaśny. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami było niskie. Zawartość ogólnych form makroskładników była bardzo niska, niskie były też zawartości przyswajalnego fosforu i potasu w badanych gruntach. Zawartości mikroskładników mieściły się w granicach typowych zawartości tych składników stwierdzanych w glebach piaskowych.

Przed sadzeniem drzew wykonano prace ziemne (rekultywację techniczną). Zmniejszono wysokość wierzchołków nasypów, wyprofilowano zbocza, których

spadki osiągnęły nachylenie 1:4. Wyrównano też powierzchnie wierzchowin i dna wyrobisk, ustalając spadki o nachyleniu 2-3%. Długości stoków były duże (od 100 do 200 m). Następnie wykonano neutralizację odczynu. W tym celu zastosowano $50 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wapna tlenkowo-magnezowego pochodzącego z Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”. Zastosowano też startowe nawożenie mineralne w ilościach na 1 ha: 200 kg saletraku 25%, 200 kg fosforanu amonu (46% P_2O_5 i 18% N) oraz 400 kg soli potasowej 60%.

Prezentowane w pracy wyniki analiz uzyskano posiłkując się metodami standardowymi dla oznaczania właściwości gleb [Mocek i in. 1997; Greinert 1998].

Procesy zachodzące na rekultywowanych gruntach

Wzrost roślin wprowadzonych na rekultywowane powierzchnie był w pierwszych latach bardzo słaby. Nie rozwijała się też żadna roślinność zielna pomiędzy rzędami drzew. Niezwiązany przez roślinność materiał glebowy ulegał silnej erozji wodnej powierzchniowej. Według skali 4-stopniowej, zaproponowanej przez Marcinka i Komisarek [2001], utwory glebowe na badanym terenie można zakwalifikować do mocno zerodowanych (stopień 4). Należy podkreślić, że uformowane spadki stoków były niewielkie, a mimo to erozja była silna (fot. 1). Erozja wodna spowodowała segregację materiału glebowego, co jeszcze bardziej pogorszyło jego właściwości pod kątem przydatności do rekultywacji. Równocześnie przemyty materiał podlegał erozji eolicznej, tworząc wydmy (fot. 2).

Wybrane właściwości materiału zwałowego wywołane erozją zestawiono w tabeli 2. Dane zawarte w tej tabeli wskazują na segregację materiału glebowego. Wyżej położone masy glebowe (część stoku A, B i C – rys. 1) zawierały więcej frakcji piasku i mało substancji organicznej, odczyn pH był nieznacznie wyższy, a pojemność sorpcyjna tych mas była bardzo niska. Natomiast masy glebowe niżej położone (część stoku D i E) zawierały więcej frakcji drobnych, dużo więcej substancji organicznej, odczyn pH był nieco niższy, zaś pojemność sorpcyjna była wyższa niż grubszych frakcji glebowych.

Przy spadkach terenu wynoszących 3% rozwinęła się erozja wąwozowa (fot. 3). Erozja ta objęła dużą część rekultywowanych powierzchni. Przyczyn erozji wąwozowej na wyrobiskach w rejonie Łęknicy należy upatrywać w dużej podatności materiału glebowego na erozję, kształtowaniu zbyt długich stoków oraz braku zwartej okrywy roślinnej na omawianym terenie.



Fot. 1-2. Intensywna erozja stoków hald pokopalnianych. Wydmy jako efekt erozji wietrznej faldowanego materiału

Phot. 1-2. Intensive water erosion of the post-mining slopes. Dunes as a result of aeolic erosion of the heaped material



Fot. 3. Silna erozja wąwozowa hald pokopalnianych

Phot. 3. Strong ravine erosion of post-mining heaps

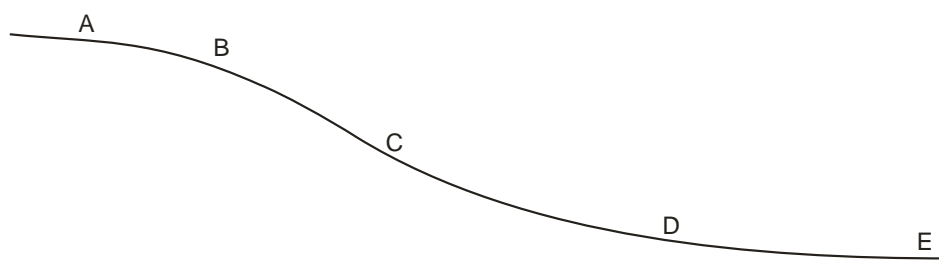
Tab. 1. Wybrane właściwości gruntów pogórnicznych z rejonu Łęknicy
 Table 1. Chosen proprieties of post-mining grounds in Łęknica region

Właściwość (Propriety)	Jednostka (Unit)	Wahania (Range)		Wartość średnia (Mean)
		minimum	maksimum	
pH - H ₂ O	pH	3,4	4,7	
pH - 1n KCl	pH	3,2	4,1	
Właściwości sorpcyjne (Sorption proprieties):				
H	cmol·kg ⁻¹	2,8	22,8	12,8
S	cmol·kg ⁻¹	0,4	12,0	6,2
T CEC	cmol·kg ⁻¹	3,2	34,8	19,0
V	%	12,5	34,5	23,5
Formy ogólne (Total content):				
N	%	0,04	0,07	0,05
P	mg·kg ⁻¹	10	110	60
K	mg·kg ⁻¹	890	1260	1075
Ca	mg·kg ⁻¹	36	96	66
Mg	mg·kg ⁻¹	92	160	126
Fe	mg·kg ⁻¹	3140	4300	3720
Mn	mg·kg ⁻¹	7,6	10,2	8,9
Cu	mg·kg ⁻¹	1,0	1,8	1,4
Zn	mg·kg ⁻¹	2,8	6,4	4,6
Ni	mg·kg ⁻¹	2,4	3,1	2,7
Co	mg·kg ⁻¹	1,6	2,3	1,9
Pb	mg·kg ⁻¹	3,0	8,2	5,6
Formy przyswajalne (Available forms):				
P	mg·kg ⁻¹	≈ 0	10	5
K	mg·kg ⁻¹	7	21	14
C:N		12:1	108:1	60:1

Podatność materiału glebowego na erozję była duża, jako że aż 50 do 95% frakcji glebowych stanowiły: drobny piasek i pył. Duża obecność w materiale glebowym rozpylonego węgla brunatnego dodatkowo obniżała odporność badanych gruntów na erozję.

Brak struktury w utworach glebowych był powodem obniżenia infiltracji wody opadowej w głąb profilu i zwiększenia spływów powierzchniowych.

Poważnym błędem było formowanie zboczy o długości niekiedy około 200 m. Przy tak długich zboczach nasilenie erozji było bardzo duże.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów badawczych na stoku hałdy
Fig. 1. Localization of test areas along the heap slope

Tab. 2. Zmiany właściwości materiału zwalowego wywołane przez erozję wodną
Table 2. Changes of proprieties of the heaped material caused by water erosion

Właściwość (Propriety)	Miejsce pobrania prób (Testing areas)				
	A	B	C	D	E
Skład granulometryczny (Mechanical composition):					
1-0,1 mm	77	69	77	29	37
0,1-0,05 mm	17	20	10	26	6
0,05-0,02 mm	1	5	4	19	10
0,02-0,006 mm	1	2	2	13	12
0,006-0,002 mm	1	1	2	4	12
< 0,002 mm	3	3	5	9	23
< 0,02 mm	5	6	9	26	47
Subst. org. (Tiurina) (Org. matter)	0,49	0,82	2,95	6,35	9,54
pH - H ₂ O	3,9	4,0	3,8	3,6	3,6
pH - 1 n KCl	3,5	3,6	3,3	3,2	3,2
H _h cmol·kg ⁻¹	2,8	4,0	7,6	11,2	12,4
S cmol·kg ⁻¹	0,2	0,4	0,2	0,4	1,6
T (CEC) cmol·kg ⁻¹	3,0	4,4	7,8	11,6	14,0
V %	6,7	9,1	2,6	3,4	11,4

Niewątpliwie poważnym błędem było też zastosowanie startowej dawki azotu wynoszącej tylko 50 kg N·ha⁻¹. Taka dawka okazała się zbyt niska dla dobrego rozwoju roślin. Materiał glebowy na omawianym terenie posiadał bardzo szeroki stosunek C:N, który często przekraczał wartość 100:1. Na skutek tego znaczna część azotu podlegała silnej sorpcji biologicznej i dlatego też niewielka część azotu była pobierana przez rośliny wyższe.

Jak można przeciwdziałać zjawisku erozji na omawianym terenie?

Doświadczenia prowadzone na zwałowisku od roku 1986 wykazały, że zastosowane dawki azotu w wysokości $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodowały bardzo duże zmiany, które ostatecznie zahamowały proces erozji. Na poletkach nawożonych wspomnianą dawką azotu pojawiła się roślinność zielna (trawy i inne gatunki), która całkowicie pokryła powierzchnię zwałowiska. Zastosowane nawożenie wyraźnie poprawiło też kondycję drzew. Zaczęły się one prawidłowo rozwijać. Pewnym jest, że dla ograniczenia zjawiska erozji na tych terenach powinny być stosowane krótsze stoki. Powinno się również stosować zabiegi uprawowe w poprzek spadków. Wymienione zabiegi powinny wyraźnie ograniczyć erozję. Najważniejszym jest ograniczenie erozji w początkowym okresie wzrostu drzew, ażeby w tym okresie rośliny dobrze się ukorzeniły i opanowały powierzchnię. W innym przypadku rozwinię się erozja – następstwa uwidoczniło na fotografiach 1-3.

Wnioski

Grunty pokopalniane w rejonie Łęknicy są bardzo podatne na zjawiska erozji. W składzie granulometrycznym przeważają frakcje piasku drobnego i pyłu grubego, które stanowią około 95% udziału wszystkich frakcji. W gruntach tych stwierdzono duży udział drobnych okruchów węgla brunatnego a słabsze wsiąkanie wody opadowej w głąb gruntu zwiększało spływy powierzchniowe wody.

W trakcie wykonywania prac rekultywacyjnych popełniono błędy, które mogły przyczynić się do wystąpienia erozji wodnej. Zastosowano bowiem długie stoki sięgające do 200 m i wykonywano zbiegi wzdłuż nachylenia stoków. Dawka azotu stosowana przed sadzeniem roślin okazała się zbyt niska dla dobrego rozwoju roślin (szeroki stosunek C:N powodował sorpcję biologiczną azotu).

Zapobieganie erozji na tych terenach jest możliwe poprzez: skrócenie długości stoków, formowanie tarasów, uprawę w poprzek nachylenia stoków, stosowanie wyższych dawek azotu przed sadzeniem drzew oraz głębsze spulchnianie gruntów co może zwiększyć wsiąkanie wody w głąb profilu i jednocześnie zmniejszać spływy powierzchniowe.

Literatura

1. GIEGUŻYŃSKA E., GOŁĘBIEWSKA D., KOĆMIT A., SASIM S.: *Zawartość i skład frakcyjny próchnicy w erodowanych glebach uprawnych wsi Brwice (zachodniopomorskie)*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 217, Agricultura 87, 73-76, Wydawnictwo AR Szczecin 2001
2. GREINERT A.: *Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa i ochrony gleb*. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej, Zielona Góra 1998
3. GREINERT H., GREINERT A.: *Ochrona i rekultywacja środowiska glebowego*. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej. Zielona Góra 1999
4. JÓZEFACIUK Cz.: *Erozja wąwozowa w Polsce*. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Wpływ czynników naturalnych i antropogenicznych na procesy erozji gleb”, 64-65, Wrocław 1989
5. JÓZEFACIUK Cz., JOZEFACIUK A., NOWOCIEŃ E., WOWER R.: *Erozja wąwozowa w województwie zachodniopomorskim*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 217, Agricultura 87, Wydawnictwo AR Szczecin, 73-76, Szczecin 2001
6. LICZNAR M., DROZD J.: *Stan badań nad erozją gleb terenów nizinnych i wyżynnych Polski południowo-zachodniej*. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Wpływ czynników naturalnych i antropogenicznych na procesy erozji gleb”, 5-18, Wrocław 1989
7. MARCINEK J., KOMISAREK J.: *Przekształcenia pokrywy glebowej na skutek przyspieszonej erozji wodnej falistych i pagórkowatych terenów Niziny Wielkopolski*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 217, Agricultura 87, Wydawnictwo AR Szczecin, 135-146, Szczecin 2001
8. MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P.: *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb*. Wyd. AR w Poznaniu, Poznań 1997
9. REJMAN J.: *Ocena przemieszczania materiału glebowego w procesie erozji wodnej na glebie lessowej*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 217, Agricultura 87, Wydawnictwo AR Szczecin, 195-199, Szczecin 2001

EROSION OF POST-MINING HEAPS IN ŁĘKNICA REGION

Key words: post-mining heaps, water erosion

S u m m a r y

Paper presents the physical and chemical proprieties of soil on the heaps of former lignite mine "The friendship of Nations", in Łęknica region. Unfavourable for plants proprieties of grounds as the consequence of wrong executed reclamation works on described terrain were the cause of strong superficial water erosion as well as ravine erosion.