

Jerzy MAKOWSKI

Politechnika Warszawska

PODSTAWY KLASYFIKACJI GRUNTÓW DLA REKULTYWACJI SKARP BUDOWLI ZIEMNYCH

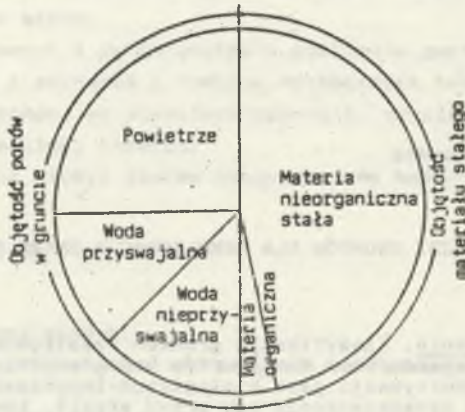
Streszczenie. Klasyfikacja gruntów rekultywowanych ma inny charakter niż standardowa dla gruntów budowlanych. Ponieważ głównym zadaniem rekultywacji jest biologiczno-inżynierskie zagospodarowanie skarp i zabezpieczenie ich przed erozją, konieczne jest stworzenie kryteriów i ustalenie metod postępowania oraz doboru składników odżywczych i kompozytów wzbogacających. W pracy podano podstawowe czynniki rozwoju roślin, wpływy granulacji gruntu, wody i powietrza oraz zapotrzebowania na kompozyty wzbogacające rekultywację jak również tabele klasyfikacyjne.

1. WSTĘP

Rekultywacja gruntów ma za zadanie przygotowanie ich do biologiczno-inżynierskiego zagospodarowania. Zagospodarowanie takie jest niezbędne dla stworzenia warunków do kontroli erozji powierzchniowej, przygotowania gruntu mineralnego do produkcji oraz rewegetacji roślinnej. Podstawowym sedium w rekultywacji jest nośnik biologiczny, którym powinna być gleba, a jeśli grunt jest płony, to substancje ją zastępujące lub współdziałające w utworzeniu jej głównych składników odżywczych. Dlatego konieczne jest dokładne każdorazowe ustalenie, czy dany grunt posiada dostateczną ilość składników do zagospodarowania biologicznego w ogóle, a następnie, czy dla projektowanego typu wegetacji będzie się nadawać: w tym celu konieczne będą nie tylko standardowe analizy geotechniczne, ale również gleboznawcze i środowiskowo-biologiczne. Wpływ będzie mieć również powiązanie zagadnień stateczności zboczy i skarp z wegetatywnymi możliwościami rozwoju roślinności na nich w funkcji ich pochylenia.

2. PODSTAWOWE CZYNNIKI ROZWOJU I WZROSTU ROŚLIN

Podstawowe składniki masy roślinnej, tj. węgiel, wodór i tlen, stanowiące od 94 do 99,5% masy, są pobierane przez roślinę z powietrza i wody. Pozostałe 6 do 0,5% elementów masy roślinnej stanowią składniki odżywcze, pobierane z gleby. Ten niewielki % składników odżywczych pobierany z gleby



Rys. 1. Zestaw minerałów stałych, wody i powietrza dający ośrodki grunty o dobrych warunkach wzrostu roślin

Fig. 1. Composition of solid minerals, water and air giving proper soil conditions for good plant life

ma decydujące znaczenie dla wzrostu rośliny i może być kontrolowany przez regulowany dopływ nawozów oraz wapna. Poza tym elementami wpływu będą czynniki środowiskowe, podane w tabeli 1. Zestaw podstawowych minerałów, wody i powietrza ilustruje rys. 1.

Tabela 1

Czynnik	Miejsce występowania
Nasłonecznienie	atmosfera i gleba
Temperatura	--
Zawartość CO ₂	--
Fauna i flora otaczająca	nad i w gruncie
Woda	głównie w gruncie
Tlen	--
Czynniki odżywcze	--
Kwasowość (pH)	--

2.1. Nasłonecznienie jest najniezbędniejszym czynnikiem wzrostu wszystkich roślin. Kontrolę intensywności nasłonecznienia można przeprowadzić drogą doboru liczby sadzonek na danym obszarze rekultywacji. Należy jednak pamiętać, że zbyt wielka liczba roślin stwarza

strefy cienia, co powoduje zmniejszenie produkcji pokarmu, a tym samym hamuje wzrost roślin; ten sam skutek daje umieszczenie obok siebie sadzonek o różnej wysokości - wyższe zacierają niższe, co utrudnia ich normalny wzrost.

2.2. **T e m p e r a t u r a** ma duże znaczenie dla kiełkowania nasion i wzrostu roślin ze względu na jej wpływ na parowanie, fotosyntezę, oddychanie oraz absorpcję wody z pożywienia, pobieraną przez układ korzeniowy.

2.3. **D w u t l e n e k w ę g l a**, chociaż tworzy tylko 0,23% atmosfery, jest niezbędny do życia roślin, gdyż dzięki fotosyntezie umożliwia tworzenie się komórek masy organicznej, dającej przyrosty. Wzrost, nawet bardzo niewielki, CO_2 w atmosferze przyspiesza przyrosty, ale w gruncie powoduje zmniejszenie zawartości tlenu, a tym samym zahamowanie przyswajania przez układ korzeniowy wody i pokarmu.

2.4. **F a u n a i f l o r a** otaczające, szczególnie niższe formy organizmów jak bakterie i grzybnie, mają wpływ nieznaczny; odnosi się to również do niektórych owadów i gryzoni.

2.5. **W o d a w g r u n c i e** jest podstawowym czynnikiem życia organicznego - przy rekultywacji wzrost wszystkich roślin jest proporcjonalny do ilości wody w gruncie. Zawartość wody w gruncie może być sklasyfikowana z punktu widzenia życia organicznego w 3 stanach: nasylenia wodą z wyparciem zawartego w porach gruntu powietrza (stan po deszczach nawalnych lub zatopienia powierzchniowego), aeracji i poboru wody przez rośliny (stan w okresie procesu wsiąkania i przechodzenia wody z warstwy przypowierzchniowej w głąb warstwy gruntu), przesuszenia gruntu w wyniku absorpcji i wessania wody przez rośliny oraz wysychania powierzchni gruntu (graniczny stan absorpcji, w którym roślina zaczyna odczuwać brak wilgoci).

Można wyróżnić 4 charakterystyczne czynniki, odnoszące się do gleby (gruntu), determinujące możliwość absorpcji wody, jej magazynowanie w porach gruntu i pobieranie przez układ korzeniowy rośliny. Będą to: uziarnienie, struktura, zawartość części organicznych i grubość warstwy. Poprawa jednego z tych czynników zazwyczaj wpływa na pozostałe.

2.5.1. **U z i a r n i e n i e** pozwala na łatwą klasyfikację gruntów na podstawie granulacji oraz jej znaczenia dla poboru i magazynowania wody w gruncie. Grunty o uziarnieniu grubym (z przewagą frakcji piaszczystej) charakteryzują się dobrą przepuszczalnością wody, ale również brakiem własności retencyjnych, niezbędnych dla zasilania roślin. Grunty o uziarnieniu drobnym z przewagą koloidów (z przewagą frakcji ilastej) utrudniają przepływ i przenikanie wody, ale po nawilgoceniu zatrzymują wodę. Najkorzystniejszy jest taki rozkład uziarnienia, aby stosunek objętości porów do objętości materiału stałego był 1:1 (rys. 1), oraz charakteryzował się udziałem 50% makro- i 50% mikroporów, gdyż wtedy zapewniany będzie

dobry dopływ wody wsiąkowej i kapilarnej do układu korzeniowego oraz jego prawidłowe napowietrzenie.

2.5.2. **S t r u k t u r e** modyfikują właściwości gruntu i to zazwyczaj w korzystny sposób, tworząc charakterystyczne formy cząstek. Grunty piaszczyste klasyfikują się jako o jednorodnym uziarnieniu, a także jako masywne (zwarte) o niewielkiej liczbie makroporów; oba te typy najczęściej występują w gruntach rekultywowanych. Korzystne dla biocenozy zmiany w gruntach rekultywowanych wytwarzają wszelkie procesy gnilne, połączone z rozprzestrzenianiem się roślin o silnie rozwiniętych układach korzeniowych. Mikroorganizmy, inicjujące procesy gnilne materii organicznej, powodują tworzenie się skupin ziarn piasku, przekształcając strukturę jednorodną na różnoziarnistą; podobne przemiany strukturalne mają miejsce w gruntach spoiстых, gdzie struktury masywne (zwarte) przekształca się w blokową, zbliżoną formą do różnoziarnistej. Ważny też jest wpływ minerałów; sól i jego sole powodują rozpad cząstek, tworząc struktury drobnoziarniste w gruntach niespoistych i zwarte w spoiowych, wapno, odwrotnie, stwarza tendencje do tworzenia struktury gruboziarnistej.

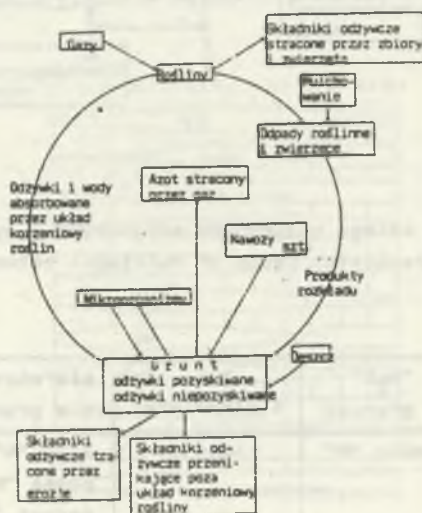
2.5.3. **S k ł a d n i k i o r g a n i c z n e** w gruncie mają b. duże znaczenie dla rekultywacji gruntu, a przede wszystkim dla wody w nich zawartej jako nośnika odżywek w cyklu biologicznym życia roślin. Składniki organiczne, które są produktem rozpadu materii roślinnej i zwierzęcej, mogą występować w formie płynnej, mulistej i plastycznej (soki, namuły, żywice).

2.5.4. **G r u b o ś ć w a r s t w y g r u n t u** umożliwiająca pobór wody przez strefę korzeniową rośliny, może być również elementem decyzyjnym przy procesach rekultywacyjnych. Grubość tę określa się jako odległość od powierzchni gruntu w dół do powierzchni uniemożliwiającej wzrost rośliny poprzez niedopuszczanie absorpcji wody i pobierania odżywek. Może to być warstwa skały lub odkład materiałów toksycznych (np. na wysypisku śmieci), bardzo zagęszczonego gruntu (np. na hałdzie) albo też poziom zwierciadła wody gruntowej, stagnującej na warstwie nieprzepuszczalnej. Z obserwacji wynika, że minimalną grubością warstwy gleby rodzajnej na odcinającej podbudowie, zapewniającej dopływ wody i odżywek do strefy korzeniowej, jest 0,3 m. Nasycenie warstwy gruntu wodą będzie również elementem hamującym wzrost roślin (poza bagienne) ze względu na niedobór tlenu oraz zbytne rozcieńczenie odżywek mineralnych i wymagane będą w tym przypadku zabiegi odwodnieniowe dla poprawy warunków wodnych. W przypadku grubych warstw z gruntów niespoistych (np. hałdy kopalniane, energetyczne) lub kamienistych konieczne jest wytworzenie warstwy zagęszczonej, słabo przepuszczalnej, a na niej usytuowanie warstwy gleby rodzajnej o grubości co najmniej 0,75 m.

2.6. **N a p o w i e t r z e n i e** (tlen) ma ogromne znaczenie dla wzrostu roślin. Decyzyjnym elementem możliwości napowietrzenia gruntu są makropory, gdyż w nich głównie może być magazynowane powietrze (mikropory zazwyczaj są magazynem wody w gruncie). Dlatego co najmniej jedna warstwa przypowierzchniowa nie może być zagęszczona więcej niż do wartości masy objętościowej $1,3 \text{ g/cm}^3$ w gruntach o strukturze zwartej i $1,7 \text{ g/cm}^3$ w gruboziarnistych.

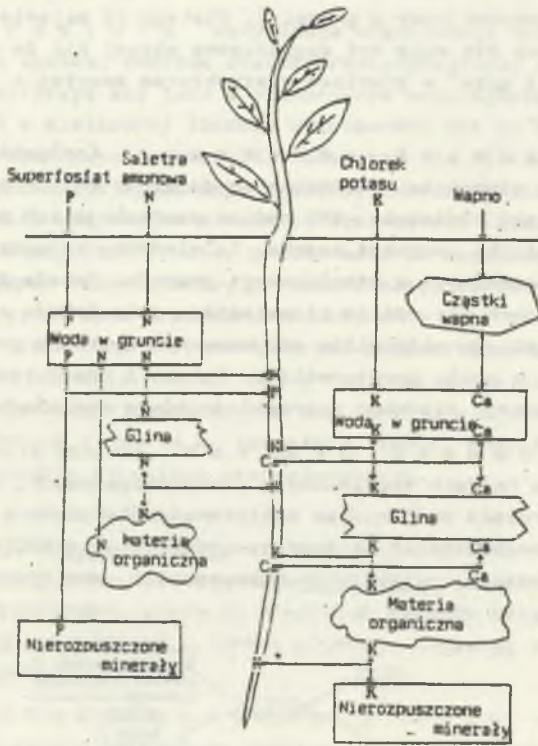
2.7. **S k ł a d n i k i p o k a r m o w e** (odżywki), a jest ich aż ca 20 różnych elementów, potrzebne są do życia roślinom, aby mogły wzrastać i rozwijać się właściwie. 95% roślin potrzebuje ich 6; są to: azot, fosfor, potas, siarka, wapno i magnez. Te elementy zazwyczaj wchodzi w skład nawozów stosowanych w rekultywacji gruntów. Tabela 2 zawiera 15 najbardziej potrzebnych dla roślin pierwiastków jako źródła tych elementów, zaś rys. 2 cykl obiegu składników odżywczych w systemie grunt-roślina-atmosfera, a rys. 3 w cyklu grunt-roślina. Tabela 3 przedstawia warunki gruntowe mogące wytworzyć niedobór mikrośladników w roślinach.

2.8. **K w a s o w o ść g r u n t ó w** stwarza problemy w rekultywacji gruntów na hałdach kopalnianych i przemysłowych, polegające na spowolnionym wzroście roślin oraz konieczności ich doboru siedliskowego. Problemy te można podzielić na 3 grupy: zaniejszenie możliwości poboru składników odżywczych, zwiększenie toksyczności, zaniejszenie działalności mikroorganizmów.



Rys. 2. Cykl obiegu składników odżywczych w układzie roślina, grunt i atmosfera

Fig. 2. Nutrient circulation cycle between plant, soil and atmosphere



Rys. 3. Drogi obiegu składników odżywczych w cyklu grunt - roślina
 Fig. 3. Circulation paths of nutrients between soil and plant

Tabela 2

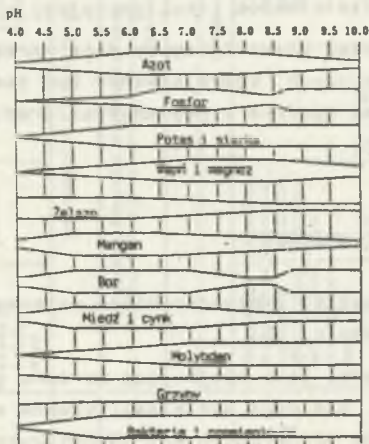
"CO ₂ " z atmosfery	"H ₂ O" w gruncie	"O" z atmosfery	pierwiastki che. w H ₂ O i w gruncie
Węgiel "C"	wodór "H"	tlen "O"	azot "N", fosfor "P", potas "K", wapń "Ca", magnez "Mg", siarka "S", żelazo "Fe", cynk "Zn", miedź "Cu", mangan "Mn", molibden "Mo", bor "B".

Tabela 3

Warunki gruntowe mogące wytworzyć niedobór mikrośladników odżywczych w trawach i roślinach strączkowych

Mikrośladnik	Warunki gruntowe	Roślina
Bor "B"	Suche grunty piaszczyste grunty bardzo kwaśne o niskiej pH, grunty przewapniowane o bardzo wysokim pH	strączkowe
Miedź "Cu"	Grunty piaszczyste, przewapniowa- ne o wysokim pH	trawy
Zelazo "Fe"	Grunty alkaliczne o wysokim pH, nadmiar fosforu	trawy
Mangan "Mn"	Grunty piaszczyste, alkaliczne i wapniowe	strączkowe
Molibden "Mo"	Grunty kwaśne, wylugowane, niskie pH	strączkowe
Cynk "Zn"	Grunty piaszczyste, wapienne o nad- miarze fosforu, wysokie pH	trawy

Rysunek 4 ilustruje graficznie powyższe problemy w sposób ilościowy.



Rys. 4. Wpływ kwasowości gruntu na przyswajalność składników odżywczych i aktywność mikrobiologiczną (maksymalna wartość odpowiada największe szerokości na wykresie)

Fig. 4. Influence of soil acidity on nutrients assimilation and microbiological activity (greatest breadth on the graph represents maximum value)

3. ELEMENTY KLASYFIKACJI GRUNTÓW REKULTYWOWANYCH

Pierwszym elementem klasyfikującym jest podział obszarów rekultywowanych wg ich pochodzenia. Podstawowym będzie podział na:

- 1) obszary nieużytków naturalnych (zwirowiska, kamieniska, wydaj, gołogóra).
- 2) obszary nieużytków komunikacyjnych (skarpy budowli ziemnych, obszary międzyskarpowe, pasy gospodarcze i obszary techniczno-technologiczne drogowa i kolejowe),
- 3) obszary nieużytków przemysłowych (górnictwa podziemnego i odkrywkowego, górnictwa surowców skalnych, zakładów wzbogacania surowców, zakładów hutniczych, przemysłu chemicznego i energetycznego),
- 4) obszary nieużytków komunalnych (wysypiska śmieci, gruzu, odpadów spożywczych i przetwórstwa spożywczego, laguny osadników ściekowych).

Następnym podziałem klasyfikacyjnym będzie klasyfikacja gruntów rekultywowanych pod kątem trudności rewegatacji roślinnej na nich.

Będzie się ona składać z:

- 1) charakterystyki chemicznej gruntów i podłoży antropogenicznych,
- 2) charakterystyki gruntów przekształconych i podłoży antropogenicznych pod kątem możliwości ich rekultywacji i jej stopnia trudności,
- 3) wybranych właściwości chemicznych i składników pokarmowych oraz zawartości pierwiastków śladowych w gruntach przekształconych i podłożach antropogenicznych,
- 4) systematyki działalności rekultywacyjnej - tabela 4 (jako przykład).

Tak przyjęty podział klasyfikacyjny daje narzędzie do opracowywania programów rekultywacyjnych, które powinny być jeszcze uzupełnione procesami technologicznymi zgodnie z posiadanymi środkami technicznymi rekultywacji mechanicznej.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone analizy i przedstawiony materiał klasyfikacyjny gruntów rekultywowanych wskazują, że:

- grunty rekultywowane, jako obejmujące zarówno grunty przetworzone, jak i antropogeniczne, nie mogą być klasyfikowane ani wg kryteriów odnoszących się do gruntów budowlanych ani odnoszących się do gruntów rolnych czy ogrodniczych,
- aczkolwiek przy ich klasyfikacji podstawowym czynnikiem jest percepcja biologiczna, parametry glebowe są tylko jednym z czynników klasyfikacyjnych,

Tabela 4

Systematyka dzielności rekultywacyjnej

Etap	O b e z a r y						zasadzone
	nie zasadzone			zasadzone			
Faza	utwory skaliste i rumosze		utwory piaszczyste		utwory gliniaste i łąskie		utwory różne i wody
	o dużych stężeniach substancji toksycznych	potencjalnie nieprądnymi jelone	o dużych stężeniach substancji toksycznych	potencjalnie produktywnie jelone	o dużych stężeniach substancji toksycznych	potencjalnie ojałnitym produktywnym	o dużych stężeniach substancji toksycznych
przygotowanie	wprowadzenie postulatów rekultywacyjnych do dokumentacji projektowo-kosztorysowej i ruchomej						
podstawowe	kształtowanie rzeźby terenów zdeponowanych (np. wyrównanie powierzchni, formowanie zboczy) kształtowanie ogólnych warunków hydrograficznych						
	budowa dróg dojazdowych						
	odtworzenie gleb metodami technicznymi						
zabiegi	neutralizacja chemiczna i użycie mat. silikowych i chemicznych 1-3	użycie nie mat. silikowych i chemicznych 1-2	izolacja materiałem żywnym 1-2	użycie nie mat. silikowych i chemicznych 1	neutralizacja chemiczna 1-3	neutralizacja chemiczna	neutralizacja chemiczna
liczba lat	1-3	1	1-2	1	1-3	1	-
	zabezpieczenie dzielności zboczy obudowa biologiczno-techniczna						
	uregulowanie stosunków wodnych						
	uregulowanie stosunków hydrograficznych						
szczegółowe	przebieganie obudowa wierzchołków i stężeń						
zabiegi	wprowadzenie krzewiastej i drzewiastej roślinności pionierskiej i innej planarnej						
liczba lat	8-10	3-6	3	2-4	2-4	1-2	1
	wprowadzenie wieloletniej roślinności w celu regulacji wilgotności wód						
	wprowadzenie wieloletniej roślinności w celu regulacji wilgotności wód						

- konieczne jest uwzględnianie w klasyfikacji potrzeb gruntu rekultywowanego odnośnie do podniesienia jego wartości odżywczych w celu umożliwienia rewegatacji roślinnej,
- konieczne jest uwzględnienie w klasyfikacji historii wytworzenia gruntu rekultywowanego oraz jego parametrów geotechnicznych i chemicznych.

LITERATURA

- [1] Kirkley E.A., Mengel K., Principles of plant nutrition. Inter. Potash Inst., 3-ard Ed., Bern 1982.
- [2] Lyle E.S., Jr., Surface mine reclamation manual. Elsevier, N.Y., USA, 1987, s. 268.
- [3] Mueller G., Bodenkunde. VEB Landwirtschaftsverlag, Berlin 1980.
- [4] Technologia umacniania akarp piaskowych. Instrukcje wdrożeniowa, 81/80 IUNG, Puławy 1980.
- [5] Ziaja W., Ochrona i rekultywacja zasobów glebowych. Mat. Sympozjum, 06. 6-7, IMUZ, Falenty 1983, s. 12.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Kazimierz Kłosek

Wpłynęło do Redakcji 8.2.1991 r.

PRINCIPLES OF SOIL CLASSIFICATION FOR RECLAMATION OF EARTH STRUCTURES SLOPES

Summary

Classification of reclaimed soils is different than the standard one. The main goal of reclamation is the biological - engineering slope cultivation and protection against erosion - therefore it is vital to elaborate criteria and proceeding methods for this purpose as well as to determine the nutrients and enriching components. The paper presents the basic growth factors of plant life, the influence of soil particles size, water and air content as well as of enriching components for reclamation. Classification standards are added.

ОСНОВА КЛАССИФИКАЦИИ ГРУНТОВ ДЛЯ ВОССОЗДАНИЯ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Резюме

Классификация восстанавливаемых грунтов имеет другой характер чем стандартная классификация для строительных грунтов. Основной задачей восстанавливаемых грунтов является биологически-инженерное освоение откосов и их защита от

эрозии. Необходимым является при этом создание критериев и определение методов воссоздания откосов, а также подбора основных питательных элементов и обогатительных композитов. В работе представлены основные факторы развития растений, влияние грануляции грунтов, воды и воздуха на воссоздаваемые откосы. Возникает необходимость потребления обогатительных композитов для воссоздания грунтов, а также необходимость в создании классификационных таблиц.