

AKADEMIA ROLNICZA W SZCZECINIE

Adam Koćmit, Edward Niedźwiecki, Zdzisław Zabłocki

GLEBOZNAWSTWO Z ELEMENTAMI GEOLOGII

Skrypt dla studentów zaocznych i dziennych



SZCZECIN 1997

631.4 : 55] (075.8)

Cyfr C 20,00
AKADEMIA ROLNICZA W SZCZECINIE

Adam Koćmit, Edward Niedźwiecki, Zdzisław Zabłocki

GLEBOZNAWSTWO Z ELEMENTAMI GEOLOGII

Skrypt dla studentów studiów zaocznych i dziennych

Biblioteka Główna
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
Księgozbiór Przyrodniczy

C-15619



520-000038450

SZCZECIN 1997

REDAKTOR NACZELNY
prof. dr hab. Aleksander Winnicki

REDAKTOR DZIAŁU
prof. dr hab. Stanisław Krzykowski

RECENZENT II WYDANIA
prof. dr hab. Jan Borkowski

C 15619



MFN 15619

Wydano za zgodą Rektora
Akademii Rolniczej w Szczecinie

Wydawnictwa Akademii Rolniczej w Szczecinie można nabywać
w Ośrodku Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych Polskiej Akademii Nauk -
- Warszawa, Pałac Kultury i Nauki
w Księgarni Rolniczej „DK”, 70-427 Szczecin, pl. Grunwaldzki 1
w Dziale Wydawnictw Akademii Rolniczej, 71-460 Szczecin, ul. Doktora Judyma 22

ISBN 83-86521-14-7

© Copyright by A.Koćmit, E.Niedźwiecki, Z.Zabłocki
© Copyright by Wydawnictwo Akademii Rolniczej
Szczecin 1997

1997/D/1911

SPIS TREŚCI

Wstęp	5
Ogólne wskazówki metodyczne	8
ZJAZD I	
Podstawowe wiadomości z mineralogii i petrografii. Ważniejsze minerały skałotwórcze.	
Skały magmowe	11
A. Geologia i jej nauki pomocnicze	11
B. Minerały	12
1. Ważniejsze cechy rozpoznawcze minerałów	12
2. Podział minerałów	16
3. Charakterystyka wybranych minerałów	16
C. Skały	24
1. Skały magmowe	24
Zagadnienia i pytania sprawdzające	32
ZJAZD II i III	
Skały osadowe mechaniczne, chemiczne i biochemiczne. Skały metamorficzne	36
A. Skały osadowe	37
1. Skały okruchowe luźne	38
2. Skały okruchowe scementowane	44
3. Skały osadowe chemiczne	44
4. Skały osadowe organogeniczne	44
B. Skały przeobrażone	51
C. Nowożytnie dzieje skorupy ziemskiej	54
D. Ważniejsze czynniki formujące pokrywę powierzchni ziemi na Pomorzu	57
1. Osady zwałowe i pokrewne	57
2. Utwory wodno-łodowcowe (fluwiogłaciálne, rzeczno-łodowcowe)	58
3. Utwory zastoiskowe	59
4. Utwory eoliczno-łodowcowe	59
Zagadnienia i pytania sprawdzające	60
ZJAZD IV	
Powstawanie gleb; skład mechaniczny gleb	61
A. Powstawanie gleb	61
B. Skład mechaniczny gleb	62
1. Podział materiału glebowego na frakcje mechaniczne	62
2. Skład i właściwości frakcji mechanicznych	63
3. Podział materiału glebowego na grupy mechaniczne	64
4. Analiza mechaniczna gleb	65
5. Wpływ składu mechanicznego na właściwości gleby i jej żyzność	71
Zagadnienia i pytania sprawdzające	78
ZJAZD V	
Morfologia profilu glebowego	79
Profil glebowy jako wynik działania czynników glebotwórczych	79
1. Technika wykonania wierceń, odkrywek i monolitów glebowych	80
2. Budowa profilu glebowego	82
3. Barwa gleby	86
4. Struktura, układ, nowotwory i domieszki	87
5. Zawartość węgla wapnia	88
6. Pobieranie próbek glebowych do analiz laboratoryjnych	89
Zagadnienia i pytania sprawdzające	87
ZJAZD VI	
Fizyczne właściwości gleb	91
A. Właściwości fizyczne podstawowe	91
1. Ważniejsze podstawowe fizyczne właściwości gleb	93

B. Właściwości fizyczne funkcjonalne	100
1. Właściwości wodne gleb	100
2. Właściwości powietrzne gleb	103
3. Właściwości cieplne gleb	104
C. Oznaczanie właściwości fizycznych	104
Zagadnienia i pytania sprawdzające	111
ZJAZD VII	
Chemiczne właściwości gleb; czynniki biotyczne gleby	113
A. Chemiczne właściwości gleby	114
1. Chemiczny skład gleby	114
2. Procesy uwalniania składników pokarmowych	117
3. Formy występowania składników glebowych	117
4. Sorpcyjne właściwości gleb	117
5. Rodzaje sorpcji	118
6. Pobieranie przez rośliny kationów wymiennych	121
7. Odczyn i kwasowość gleb	123
8. Przyczyny zakwaszania się gleb	124
9. Zmiany odczynu gleb w ciągu roku	125
10. Wpływ odczynu na procesy mikrobiologiczne i przyswajalność składników pokarmowych	125
11. Odczyn gleby a wzrost roślin	127
12. Wapnowanie	129
13. Stosowanie nawozów wapniowych w zależności od gatunku gleby	131
14. Buforowość gleb	132
15. Znaczenie buforowości	133
16. Próchnica glebowa	133
17. Próchnica a żyzność gleb	138
B. Czynniki biotyczne gleby	139
C. Oznaczanie chemicznych właściwości gleby	140
Zagadnienia i pytania sprawdzające	145
ZJAZD VIII	
Wprowadzenie do gleboznawstwa terenowego	146
1. Jednostki systematyczne gleb	147
2. Opis profilu glebowego na glebach ornych	147
3. Kategorie stosunków wodno-powietrznych wg IUNO	152
4. Kategorie wilgotności gleb użytków zielonych	154
5. Opis profilu glebowego na użytkach zielonych	154
6. Określanie wskaźnika ciężkości gleby i stopnia trudności do uprawy	155
7. Orientacyjne określanie spodziewanego stopnia potencjalnej erozji	156
Zagadnienia i pytania sprawdzające	157
ZJAZD IX	
Kartografia gleb; mapy glebowe w skali 1 : 5000	158
A. Rolnicze właściwości gleb	158
B. Pojęcia: systematyka, bonitacja, klasyfikacja gleb	168
C. Rodzaje map glebowych, skala czyli podziałka mapy	169
1. Mapy glebowo-bonitacyjne	170
2. Mapy glebowo-rolnicze	172
3. Aneksy opisowe i liczbowe do map glebowo-rolniczych	175
4. Kierunki i sposoby wykorzystania map glebowo-rolniczych	175
5. Mapy zasobności gleby i mapy odczynu gleb	177
Zagadnienia i pytania sprawdzające	187
ZJAZD X	
Kształtowanie żyzności gleb	188
Zagadnienia i pytania sprawdzające	204
Literatura	205
Załączniki	208

WSTĘP

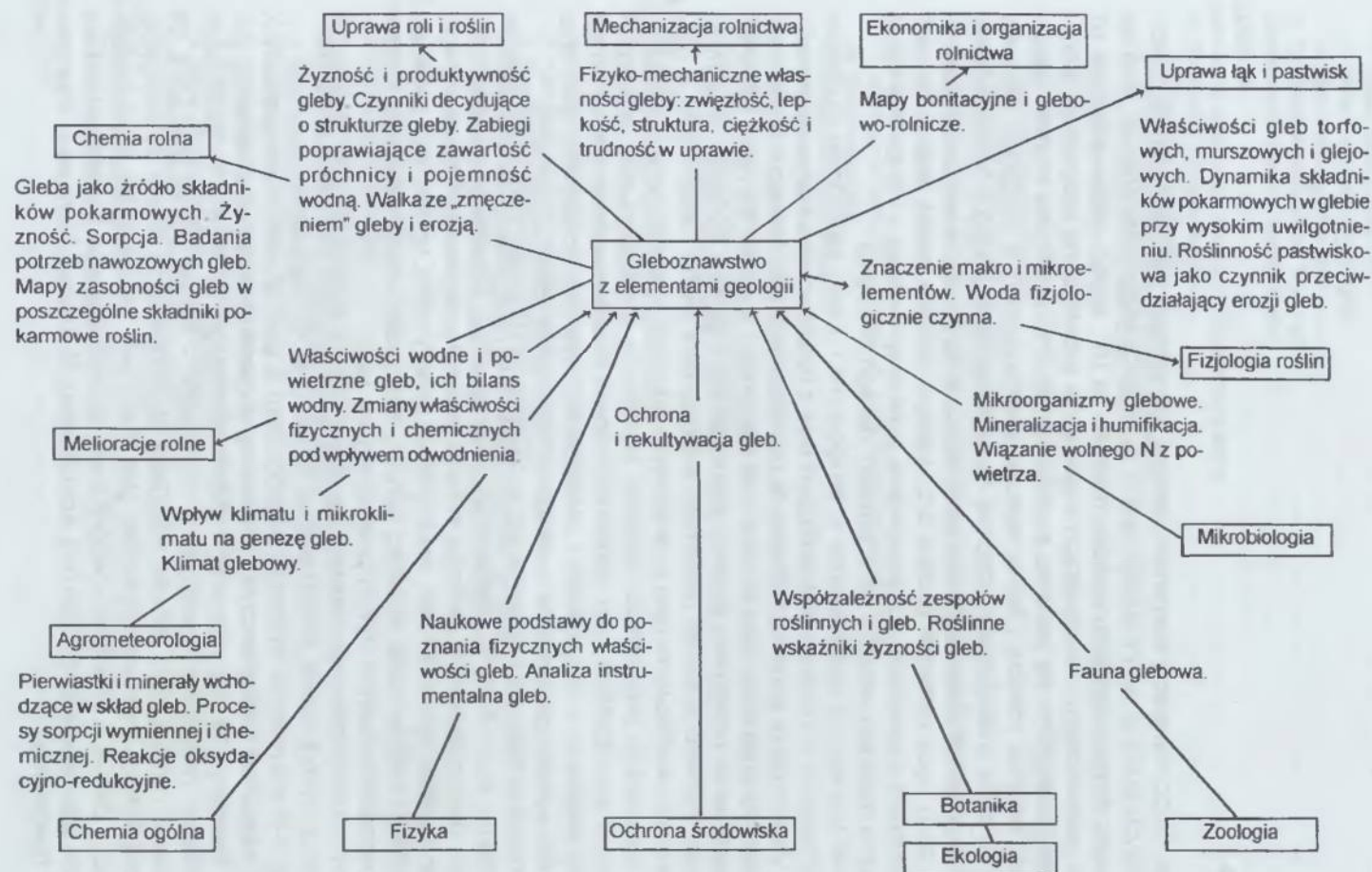
Skrypt „Gleboznawstwo z elementami geologii” opracowany jest dla studentów zaocznych, których studia w dużym stopniu oparte są na pracy samokształceniowej. Stąd też opracowując skrypt dokonaliśmy podziału materiału na 10 części odpowiadającym 10 zjazdom szkoleniowym i obejmujących zagadnienia przewidziane programem gleboznawstwa (szczególnie na kierunku studiów rolnictwo; inne kierunki studiów zaocznych, np. technika rolnicza i leśna realizują gleboznawstwo w większym zakresie, wskazanym przez prowadzącego przedmiot nauczyciela akademickiego). Mamy nadzieję, że dokonany podział ułatwi studentom systematyczne przyswajanie wiedzy gleboznawczej, w czym będą pomocne podane przy każdym zjeździe: temat, zakres ćwiczeń laboratoryjnych, zagadnienia do opracowania, pytania sprawdzające i omówiona część teoretyczna materiału wiążąca się z tematem danego ćwiczenia.

Materiał teoretyczny zamieszczony w skrypcie ma na celu zapoznanie studentów z najważniejszymi minerałami skalotwórczymi oraz z podstawowymi skałami glebotwórczymi. Wiadomości te stanowią podstawę do poznania składu mineralnego i właściwości fizycznych tworzywa gleby oraz jej naturalnej zasobności w ważne dla roślin składniki. W dalszym kursie przedmiotu studenci zapoznają się z genezą, budową i właściwościami gleb. Ponadto w zakres przedmiotu wchodzi opis metod badania gleb w polu i laboratorium, kwalifikowanie gleb do właściwych jednostek systematycznych, bonitacyjnych i kompleksów przydatności rolniczej, zapoznanie z rodzajami map glebowych i praktyczne wykorzystanie map glebowo-rolniczych. Przedstawione zostaną również problemy związane z utrzymaniem i polepszaniem wysokiej urodzajności gleb oraz możliwości wpływu człowieka na zwiększenie plonowania roślin użytkowych.

Przy nauce przedmiotu konieczne jest wykorzystanie informacji zdobytych podczas nauki chemii, fizyki, botaniki, meteorologii i mikrobiologii. Opanowanie wiadomości z zakresu gleboznawstwa z geologią stwarza podstawy do nauczania: uprawy roli, nawożenia gleby i żywienia roślin, szczegółowej uprawy roślin, uprawy łąk i pastwisk, sadownictwa i warzywnictwa, melioracji rolnych, maszynoznawstwa rolniczego, organizacji gospodarstw rolnych (ryc.1) oraz kartografii gleb.

Znajomość przestrzennego rozmieszczenia gleb jest bardzo istotna dla prawidłowego planowania wykorzystania przestrzeni użytkowej oraz ochrony gleb.

Zjazdy I-III poświęcono wybranym zagadnieniom z geologii, natomiast zjazdy IV-X dotyczą zagadnień gleboznawczych. Przy ich opracowaniu korzystano z następujących pozycji literatury: W. Downarowicz - Zarys mineralogii; Z. Kilian, T. Szczepanik - Mineralogia, petrografia i geologia; A. Karczewski - Wpływ recesji łobu Odry na powstawanie i rozwój sieci dolinnej Pojezierza Myśliborskiego i Niziny Szczecińskiej; W. Kuczaj (IUNG) - Rolnicza przydatność gleb Polski (woj. szczecińskie); K. Maślankiewicz (red.) - Ziemia; J. Mikołajski - Geografia woj. szczecińskiego; J. Mrozowski (IUNG) - Rolnicza przydatność gleb Polski (woj. koszalińskie); M. Turnau - Morawska - Petrografia skał osadowych.



Ryc. 1. Powiązania gleboznawstwa z innymi przedmiotami

W skrypcie zamieszczono tylko wybrane zagadnienia z przedmiotu niezbędne na ćwiczenia. Dlatego też, studenci powinni posiadać podręcznik H. Uggli „Gleboznawstwo rolnicze”, „Przewodnik metodyczny” dla studentów studiów zaocznych Wydziału Rolniczego oraz korzystać z literatury uzupełniającej przytaczanej w rozdziale „Ogólne wskazówki metodyczne”. Korzystanie z literatury ułatwia zamieszczony w skrypcie zakres materiału przewidziany na każdy zjazd dydaktyczny. Załączone pytania i zadania pozwalają ocenić w jakim stopniu przerabiany materiał został opanowany przez studenta.

Opracowując skrypt posłużono się nie tylko podręcznikami i skryptami wydanymi w kraju, lecz także najnowszymi wynikami badań publikowanymi w wydawnictwach naukowych i popularno-naukowych. Te wybrane specjalistyczne wyniki badań mają na celu zwrócenie uwagi studenta studiów zaocznych na aktualne zagadnienia praktyczne. Po zapoznaniu się z nimi studenci uzyskają podstawowe wiadomości do dyskusji na zajęciach. Sądzymy także, że zdobyta wiedza ułatwi im podejmowanie w przyszłości ważnych decyzji przy rozwiązywaniu problemów produkcyjnych. Mamy więc nadzieję, że skrypt Gleboznawstwo z elementami geologii dla studentów studiów zaocznych, okaże się przydatnym i pomocnym nie tylko w pracy samokształceniowej studentów lecz także w znacznym stopniu przybliży im aktualne gleboznawcze problemy o znaczeniu praktycznym w rolnictwie.

Oddajemy Państwu - studentom studiów zaocznych w pierwszej kolejności, a także studentom studiów stacjonarnych, w programie których znajduje się gleboznawstwo: rolnictwo, technika rolnicza i leśna, ochrona środowiska, **czwarte wydanie skryptu**. Z wprowadzonych zmian, w pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na zagadnienia systematyki gleb, jej nowe ujęcie zgodne z opracowaniem V Komisji Genezy, Klasyfikacji i Kartografii Gleb Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego, wydanej drukiem w 1989 roku.

Dotychczas ujęte w treści skryptu zagadnienia systematyki gleb straciły swoją aktualność ze względu na nowoczesne opracowania, stąd wprowadzamy nowe symbole poziomów genetycznych i nowsze ujęcie zasad wydzielania poszczególnych jednostek glebowych.

Pomimo dokonanych zmian, np. w symbolach poziomów genetycznych, nie rezygnujemy ze starych oznaczeń, gdyż ich obecność w skrypcie będzie przydatna przy korzystaniu z opracowań kartograficznych, wykonanych w ubiegłych dziesięcioleciach wg zasad wówczas obowiązujących.

Przydatność skryptu rozszerza się na nowy przedmiot „**kartografia gleb**”, wprowadzony do programu studiów na kierunku ochrona środowiska, w zakresie specjalizacji „ochrona gleb”. Studentom tym polecamy skrypt jako pomoc w pracach terenowych i kameralnych, stanowiących podstawę do sporządzenia mapy klasyfikacyjnej, a następnie glebowo-rolniczej w skali 1:5000, wybranego fragmentu terenu użytkowanego rolniczo.

Mamy nadzieję, że przez wprowadzone zmiany treści skrypt osiągnie większą przydatność w nauczaniu gleboznawstwa na różnych kierunkach studiów i stanie się pomocą naukową dla młodych pracowników nauki w przekazywaniu studentom wiedzy gleboznawczej.

Szczecin, luty 1997 r.

Adam Koćmit

OGÓLNE WSKAZÓWKI METODYCZNE

Wykłady. Celem wykładów jest przedstawienie wybranych najważniejszych zagadnień w jak najdostępniejszej formie. Limit czasu przeznaczony na wykłady zmusza do poruszania w omawianych tematach tylko zagadnień najistotniejszych. Wobec powyższego dla właściwego odbioru wykładu nieodzowne jest posiadanie podręcznika. H. Uggli „Gleboznawstwo rolnicze”. Poleca się pilne i na bieżąco, studiowanie tego podręcznika, który w pewnym sensie powinien zastąpić wiodącą rolę wykładów w studiowaniu przedmiotu.

Ćwiczenia. Ćwiczenia mają charakter laboratoryjny. Nowy program przewiduje również ćwiczenia terenowe z gleboznawstwa, ale w stosunkowo małym wymiarze godzinowym (jeden 5-godzinny wyjazd w teren). Pewną odmianą terenowej formy ćwiczeń jest także praca na monolitach glebowych na sali ćwiczeń, która częściowo zastępuje wyjazdy w teren. Poza tym studenci zobowiązani są **zapoznać się samodzielnie w terenie** z podstawowymi typami gleb występującymi w miejscu ich zamieszkania.

Wymagane będzie aktywne uczestnictwo w ćwiczeniach, które powinno przejawiać się w zadawaniu pytań dotyczących niezrozumiałych lub interesujących studentów partii materiału.

Dużą pomocą w samodzielnym studiowaniu przedmiotu jest tzw. **ciąg dydaktyczny** - ekspozycja naturalnych środków kształcenia: minerałów, skał magmowych, osadowych, przeobrażonych i reprezentatywnych profili glebowych, umieszczonych w specjalnych, podświetlonych gablotach, usytuowanych wzdłuż korytarza Katedry Gleboznawstwa. Prezentowane są również różne rodzaje map glebowych, schemat przyrodniczych warunków występowania gleb i inne. W czasie pobytu w Katedrze studenci mogą wykorzystać każdą wolną chwilę by utrwalić w pamięci np. symbole poziomów genetycznych gleb i zweryfikować swoją wiedzę odnośnie oznaczania minerałów i skał wg cech fizycznych.

Teoretyczne przygotowanie studentów do zajęć będzie sprawdzane na każdym jeździe. Na ćwiczeniach należy prowadzić **notatki**, które podlegają ocenie pod koniec każdego ćwiczenia. Notatki obejmują: 1) krótki opis metodyki, 2) własne obserwacje, 3) obliczenia, 4) wyniki odzwierciedlające samodzielną pracę.

Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie pozytywnych ocen z poszczególnych sprawdzianów oraz obecność na wszystkich ćwiczeniach. Studenci, którzy spełniają te warunki zwolnieni będą z końcowego kolokwium. Osoby, które z istotnych powodów opuściły ćwiczenie zobowiązane są do wykazania się znajomością przerobionego materiału poprzez pisemne opracowanie podanego tematu. Zaleca się przy tym korzystanie z przytoczonych niżej pozycji literatury.

Literatura obowiązkowa

Uggla H.: Gleboznawstwo rolnicze, PWN, Warszawa 1976 (i nowsze wydania).

Literatura pomocnicza

Buckman H.C., Brady N.C.: Gleba i jej właściwości, PWRiL, Warszawa 1971.

Dobrzański B.: Gleba i jej wartość użytkowa, PWRiL, Warszawa 1981.

Kuźnicki F., Białousz St., Skłodowski P.: Podstawy gleboznawstwa z elementami kartografii i ochrony gleb, PWN, Warszawa 1979.

Lazar J.: Gleboznawstwo z podstawami geologii, PWN, Warszawa - Poznań 1976.

Musierowicz A.: Gleboznawstwo ogólne, PWRiL, Warszawa 1968.

Strzemski M. (red.): Przydatność rolnicza gleb Polski, PWRiL, Warszawa 1973.

Tomaszewski J.: Nauka o glebie, PWRiL, Warszawa 1964.

Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Hetman J.: Zarys gleboznawstwa, PWN, Warszawa 1984.

Wskazówki do studiowania przedmiotu „Gleboznawstwo z geologią” na studiach zaocznych

Nauka przedmiotu powinna polegać nie tylko na przestudiowaniu skryptu i podręcznika. Student powinien nabyć przy tym umiejętność praktycznego wykorzystania zdobytej wiedzy o właściwościach fizycznych i chemicznych gleby. Jest to ważne z tego względu, że przy małej ilości ćwiczeń terenowych zagadnienia te wchodzą w zakres jego pracy samokształceniowej.

Dużą trudność studentom sprawiają zajęcia praktyczne podczas których oznaczane są podstawowe minerały i skały glebotwórcze, opisywane są profile glebowe oraz ustalana wartość i przydatność rolnicza gleb. Zagadnienia te częściowo wchodzą w zakres tematyki ćwiczeń, a poza tym wymagają dopracowania w okresie między zjazdami dydaktycznymi. Aby ułatwić właściwe opanowanie tego materiału poleca się **zebrać na polach** i wysypiskach kamieni **kolekcję minerałów i skał** uzupełnianą systematycznie po każdym zjeździe. W tej kolekcji obowiązkowo powinny znaleźć się różnorodne skały osadowe luźne (skały macierzyste gleb). Na tym materiale student powinien nabyć umiejętność organoleptycznego ich rozpoznawania (tab. 11, 12). Zaleca się również **obserwowanie profili glebowych w terenie**, dobrze widocznych w różnych wykopach, rowach melioracyjnych, gliniankach czy piaskowniach. Zapoznając się z budową napotykanym profilu poprzez rozpoznanie ich cech i właściwości student powinien dążyć do ustalenia wartości i przydatności rolniczej gleby.

Napotkane przy tym trudności należy zgłaszać na zajęciach w celu przedyskutowania i wyjaśnienia.

„Abecadłem” gleboznawstwa jest skład mechaniczny gleby tzn. Ustalanie nazewnictwa frakcji i utworów glebowych.

Zaleca się pamięciowe opanowanie tej partii materiału i utrwalenie jej poprzez rozwiązywanie wskazywanych przykładów systematycznie w ciągu całego roku akademickiego (tab. 17) oraz kształcenie umiejętności oznaczania utworów glebowych przez rozcieranie próbek w palcach (tab. 16).

Charakter i funkcja pracy kontrolnej

W każdym semestrze studenci zobowiązani są do napisania jednej pracy kontrolnej. Tematyka pierwszej pracy obejmować będzie problemy mineralogii, petrografii

i geomorfologii. Tematyka drugiej - problemy systematyki gleb ich rozmieszczenia na Pomorzu (często bezpośrednio w okolicach miejsca zamieszkania studentów) oraz wartości użytkowej gleb. Tematy prac kontrolnych zmieniają się co roku i formułowane w ten sposób aby mobilizowały do aktywnego poznania przedmiotu.

Egzamin końcowy

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie wszystkich ćwiczeń. Przy końcowej ocenie będą brane pod uwagę wyniki z kolokwium zaliczającego ćwiczenia oraz aktywność w czasie ćwiczeń. Podczas egzaminu (pisemnego lub ustnego) studenci muszą wykazać się znajomością materiału zgodnie z podanym programem. W przygotowaniach do egzaminu mogą okazać się pomocne pytania sprawdzające podane w skrypcie.

Korzystanie ze skryptu na studiach dziennych

Studenci studiów dziennych korzystają ze skryptu na nieco innych zasadach. Podział treści geologiczno-gleboznawczych na 10 Zjazdów jest niezgodny z tygodniowym rytmem realizacji tematów ćwiczeń i wykładów przedmiotu gleboznawstwo.

Student studiów dziennych korzystający ze skryptu kieruje się według tematów ogólnych wykazanych przy każdym Zjeździe (w tym przypadku rozdziale skryptu) i dalej w obrębie tego tematu wyszukuje konkretne zagadnienia związane z tematem ćwiczeń, które w skrypcie są podrozdziałami.

Na studiach dziennych, studenci powinni korzystać ze skryptu szczególnie przy zapoznaniu się z metodyką oznaczeń właściwości fizycznych i chemicznych gleb przed każdym ćwiczeniem laboratoryjnym. W zajęciach terenowych (opis profilu glebowego, ocena wartości i przydatności rolniczej gleb = szeroko pojęta klasyfikacja gleb) skrypt staje się wręcz nieodzowną pomocą.

Część teoretyczna skryptu jest, jak już wspomniano, zbyt skąpa, dlatego skryptu nie należy traktować jako jedyne źródło wiedzy gleboznawczej obowiązującej w ramach przedmiotu gleboznawstwo. Natomiast skrypt może być dobrą pomocą dydaktyczną do przygotowania się i zaliczenia okresowych sprawdzianów wiedzy gleboznawczej, realizowanych przez prowadzących ćwiczenia w trakcie semestru.

ZJAZD I

Temat: Podstawowe wiadomości z mineralogii i petrografii. Ważniejsze minerały skałotwórcze. Skały magmowe

Ćwiczenia laboratoryjne

Przy pomocy klucza do oznaczania minerałów i skał magmowych (tab. 3, 5, 6) oraz znajdującego się na sali ćwiczeń zestawu pomocy dydaktycznych (lupa, pilniki, płytka porcelanowa, płytka szklana, 10% HCl, uproszczona skala Mohsa) określić:

- ważniejsze cechy rozpoznawcze minerałów i ustalić nazwę minerałów znajdujących się w zestawie ćwiczeniowym,
- skład mineralogiczny, strukturę i teksturę skał magmowych i ustalić nazwę skał magmowych znajdujących się w zestawie ćwiczeniowym.

Uwaga: Przy oznaczaniu minerałów i skał magmowych pomocnym jest **ciąg dydaktyczny** eksponowany na korytarzu przy sali ćwiczeń Katedry Gleboznawstwa.

Tematy do opracowania

Skład chemiczny skorupy ziemskiej, powstawanie minerałów. Procesy endo- i egzogeniczne. Pojęcie minerału i skały. Charakterystyka minerałów skałotwórczych. Klasyfikacja chemiczna minerałów. Rozpoznawanie minerałów po ich cechach fizycznych. Powstawanie, właściwości i znaczenie wtórnych minerałów ilastych. Skały magmowe. Struktura i tekstura skał magmowych. Powstawanie skał magmowych głębinowych. Powstawanie i charakterystyka skał magmowych żyłowych i wylewnych.

A. Geologia i jej nauki pomocnicze

Geologia jest nauką o Ziemi. Zajmuje się ona budową, składem i historią skorupy ziemskiej. W geologii wyróżnia się dwa działy: geologię dynamiczną i geologię historyczną.

Geologia dynamiczna - zajmuje się wszelkimi zjawiskami zachodzącymi zarówno na powierzchni jak i w głębi skorupy ziemskiej. Do zjawisk tych należą ruchy górotwórcze, trzęsienia ziemi, wybuchy wulkanów, twórcza i niszcząca działalność rzek, mórz, lodowców, atmosfery i organizmów.

Geologia historyczna - bada zmiany jakim podlegała skorupa ziemska w ciągu jej dziejów trwających kilka miliardów lat. Ustala ona kolejność powstawania w czasie warstw skalnych oraz odtwarza rozkład lądów i mórz w ubiegłych okresach geologicznych. Oba te działy opierają się na szeregu nauk pomocniczych. Do najważniejszych z nich należą:

Mineralogia - nauka o minerałach, czyli naturalnych składnikach skał tworzących skorupę ziemską. Bada ona kształt, skład chemiczny, właściwości chemiczne i fizyczne minerałów oraz ich powstawanie i występowanie w przyrodzie.

Petrografia - nauka o skałach. Zajmuje się opisem i badaniem skał stanowiących naturalne zespoły minerałów. Petrografia bada również strukturę i pochodzenie skał.

Paleontologia - nauka o zwierzętach i roślinach, które żyły w ubiegłych okresach geologicznych. Szczątki tych organizmów w postaci szkieletów, kości, muszli, odcisków liści i łodyg noszą nazwę skamieniałości. Paleontologia jest główną nauką pomocniczą geologii historycznej.

Geomorfologia - nauka o formach rzeźby powierzchni Ziemi, opisuje te formy, bada ich powstawanie i pochodzenie, wzajemne stosunki oraz rozprzestrzenienie geograficzne.

B. Minerale

Skorupa ziemna (litosfera) zbudowana jest głównie z ośmiu pierwiastków. W rzeczywistości dwa z nich tlen i krzem stanowią około 75% skorupy ziemskiej, a sześć pierwiastków (glin, żelazo, wapń, sód, potas i magnez) występuje w ilościach kilku procent. Wiele pierwiastków ważnych dla życia roślin i zwierząt występuje w niej w bardzo małych ilościach. Ponadto pierwiastki te i ich związki są bardzo nierównomiernie rozprzestrzenione w powierzchniowej warstwie Ziemi. Na przykład w niektórych miejscach związki fosforu są tak skoncentrowane, że są wydobywane jako kopalina użyteczna, natomiast w wielu innych miejscach można się spotkać z niedoborami fosforu dla prawidłowego wzrostu roślin.

Procentowy skład litosfery (w procentach wagowych) według Masona i Winogradowa przedstawia się następująco: tlen 46,6%, krzem 27,7%, glin 8,1%, żelazo 5,0%, wapń 3,6%, sód 2,8%, potas 2,6%, magnez 2,1%, wodór 0,14%, tytan 0,6% inne pierwiastki 0,76%.

W skorupie ziemskiej pierwiastki w stanie wolnym czyli rodzimym występują bardzo rzadko, najczęściej tworzą rozmaite związki chemiczne, które nazywamy **minerałami**. Za minerał uważa się pierwiastek lub związek chemiczny, powstały w sposób naturalny, bez współudziału człowieka, będący ciałem jednorodnym o określonych właściwościach fizycznych i stałym składzie chemicznym. Minerale są z reguły ciałami krystalicznymi o prawidłowej budowie wewnętrznej. Uwidacznia się to charakterystyczną postacią wielościanów foremnych zwanych **kryształami**. Kryształy są ciałami jednorodnymi o prawidłowej budowie wewnętrznej, mające postać brył ograniczonych płaskimi ścianami. Mniej liczna grupa to ciała niekrystaliczne, bezpostaciowe, np. wytrącone z koloidów zele.

1. Ważniejsze cechy rozpoznawcze minerałów

Rozpoznawanie minerałów może być przeprowadzone wieloma sposobami:

- 1) na podstawie cech zewnętrznych i najprostszych reakcji chemicznych;
- 2) na podstawie własności optycznych w świetle przechodzącym przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego (przy minerałach przezroczystych) lub w świetle odbitym przy pomocy mikroskopu kruszcowego (przy minerałach nie przezroczystych);
- 3) na podstawie własności chemicznych metodami chemii analitycznej;
- 4) za pomocą całego szeregu innych metod, jak: analiza krystalochemiczna, rentgenograficzna, różnicowa analiza termiczna i analiza luminiscencyjna.

Przy makroskopowym oznaczaniu minerałów opieramy się na ich cechach fizycznych. Najważniejsze z nich to połysk, barwa, rysa, twardość, łupliwość, przełam, spójność, pokrój kryształów, postać skupienia i gęstość właściwa.

Polysk - cecha polegająca na odbijaniu światła od gładkich powierzchni minerałów. Im gładze są te powierzchnie tym silniejszy dają polysk. Rozróżnia się polyski:

- a) diamentowy - charakterystyczny dla minerałów o wysokim współczynniku załamania światła (diament, sfaleryt);
- b) metaliczny i półmetaliczny - charakterystyczny dla metali i minerałów kruszczowych (np. galena). Wykazują go ciała nieprzezroczyste. Polysk półmetaliczny jest słabszy od metalicznego;
- c) szklisty - charakterystyczny dla szkła. Można go obserwować na ścianach kryształów kwarcu oraz szeregu innych minerałów przezroczystych. Jest ona najczęstszy wśród minerałów;
- d) tłusty - przypominający powierzchnię posmarowaną cienką warstwą tłuszczu. Jest on typowy dla siarki rodzimej, kwarcu na przełamie;
- e) perłowy - podobny do polysku wewnętrznej strony skorupy mięczaków. Towarzyszą mu często kolory tęczne spowodowane interferencją fal świetlnych. Występuje u minerałów o budowie blaszkowej, np. muskowitu;
- f) jedwabisty - przypomina polysk jedwabiu. Cechuje minerały o pokroju drobnowiątknistym, np. włóknista odmiana gipsu.

Minerały bez polysku określamy jako matowe.

Barwa - zależy od rodzaju i sposobu ułożenia atomów w przestrzeni, które w odpowiedni sposób wpływają na pochłanianie i odbijanie promieni świetlnych. Wyróżnia się:

- a) minerały barwne - barwa niezmienna, charakterystyczna dla danego związku chemicznego (stała barwa rysy);
- b) minerały zabarwione - barwa pochodzi od domieszek innych substancji (rysa jest innej barwy niż minerał).

Rysa - barwa sproszkowanego minerału. Barwa rysy pochodzi stąd, że proszek ten najłatwiej uzyskać przez zarysowanie minerału ostrzem lub potarcie nim o twardą i szorstką powierzchnię (np. nie polerowaną płytkę porcelanową). Jest to bardzo ważna cecha rozpoznawcza przy identyfikacji minerałów kruszczowych. Należy pamiętać, że proszek minerałów barwnych jest nieco jaśniejszy od faktycznej barwy danego minerału. Minerały o dużej twardości nie dają rysy na płytce porcelanowej.

Twardość - mierzy się oporem, jaki stwarza powierzchnia minerału przy działaniu na niego narzędziem bądź innym minerałem. Do oznaczania twardości służy skala Mohsa. Jest to szereg złożony z 10 uporządkowanych minerałów, z których 1 oznacza najniższy stopień twardości, a 10 najwyższy.

Tab. 1 Skala twardości Mohsa

Nazwa i wzór chemiczny minerału	Stopień twardości	Uwagi
Talk - $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1	rysuje się paznokciem, brudzi palce
Gips - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2	dają się zarysować paznokciem
Kalcyt - CaCO_3	3	dają się zarysować ostrzem stalowym bez trudu
Fluoryt - CaF_2	4	z trudem dają się zarysować ostrzem stalowym
Apatyt - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 (\text{Cl}, \text{F})$	5	z trudem dają się zarysować ostrzem stalowym
Ortoklaz - $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	6	rysują szkło
Kwarc - SiO_2	7	rysują szkło
Topaz - $\text{Al}_2(\text{F}, \text{OH})_2\text{SiO}_4$	8	rysują szkło
Korund - Al_2O_3	9	przecinają szkło
Diament - C	10	przecinają szkło

Skala Mohsa jest jedynie skalą umowną do określania twardości względnej minerałów. Dokładne badania wykazały, że jeżeli twardość kwarcu przyjmiemy za 1, to twardość bezwzględna diamentu będzie 1159 razy większa, a talku 3275 razy mniejsza niż kwarcu. W praktyce do określenia twardości minerałów często używamy, zamiast minerałów ze skali Mohsa, szkła, szczyrka lub paznokcia. Należy pamiętać, że twardość minerałów a zwłaszcza kryształów, jest własnością kierunkową (różna w różnych kierunkach). Ponadto minerały zwiertzałe wykazują mniejszą twardość niż te same minerały niezwiertzałe.

Łupliwość - zdolność kryształów do rozpadania się wzdłuż płaskich powierzchni, tzw. płaszczyzn łupliwości, pod wpływem uderzenia. Jest ona uzależniona od struktury kryształu. Może być jednokierunkowa (w jednej płaszczyźnie jak u mik), dwukierunkowa w dwóch płaszczyznach (jak u skaleni) oraz trójkierunkowa (np. u soli kamiennej, kalcytu).

Zależnie od stopnia gładkości powierzchni wyróżnia się łupliwość:

- a) doskonałą - płaszczyzny po przelupaniu minerału są równe, gładkie i lśniące np. u łuszczyków;
- b) wyraźną - nie wszystkie płaszczyzny są gładkie, lecz są wyraźnie widoczne np. u skaleni;
- c) niewyraźną - uzyskujemy ją nie przy każdym rozbiciu minerału, przy czym powierzchnie gładkie są małe (np. u oliwinu).

Minerały, które pękają wzdłuż nierównych powierzchni wykazują cechę zwaną **przełamem**. Powierzchnia przełamu może być różna, stąd też wyróżniamy następujące rodzaje przełamu:

przełam **muszlowy** - krzywa powierzchnia gładka, kształtem przypomina muszlę. Przełam taki ma np. kwarc;

przełam **zadziorowy** - na powierzchni minerału występują drzazgi, drobne występy i wgłębienia zwane zadziorami np. u krzemienia;

przełam **haczykowy** - na powierzchni występują nierówności przypominające haczyki, np. u metali rodzimych jak miedź, złoto, srebro;

przełam **ziarnisty** - określenie to stosuje się gdy na powierzchni dostrzegamy mniejsze lub większe ziarna. Wyróżniamy przełam drobno, średnio i gruboziarnisty. Gdy nie możemy odróżnić poszczególnych ziaren, mówimy o przełamie zbitym;

przełam **nierówny**, **równy** - pojęcia ogólne, często pomocnicze. Mówimy np. „przełam nierówny, ziarnisty” w przypadku powierzchni ziarnistej wykazującej wybrzuszenia i zagłębienia;

przełam **ziemisty** - typowy dla minerałów o budowie ziemistej jak kaolin, limonit.

Spójność - sposób zachowania się minerału wobec działania czynników mechanicznych. Wyróżnia się minerały:

- a) sprężyste - powracają do kształtu pierwotnego po usunięciu nacisku powodującego odkształcenie (np. mika),
- b) giętkie - pozostają w stanie odkształcenia (np. talk),
- c) kruche - nie ulegają odkształceniu, lecz ulegają rozkruszeniu na mniejsze okruchy (np. sól kamienna),
- d) strugalne - dają się strugać na wióry (np. ołów),
- e) kowalne - przy uderzeniu nie rozpadają się, lecz rozplaszczają.

Pokrój kryształów - wygląd poszczególnych kryształów minerałów tworzących skupienia. Bardzo często kryształy minerałów w skałach nie są wykryształizowane

całkowicie i nie posiadają pełnych form krystalograficznych. W tym przypadku możemy tylko mówić o pokroju kryształów. Pokrój kryształów może mieć charakter nieregularny, słupków, pręcików, igiełek, tabliczek, blaszek, rombościanów, piramid, pryzmatów, łusek itp.

Postać skupienia - skupienia minerałów czyli ich zbiorowiska mogą być bardzo różne. Są one często bardzo charakterystyczne dla danego minerału i mają duże znaczenie przy opisywaniu i rozpoznawaniu minerałów. Można wyróżnić następujące skupienia:

kryształy - najdoskonalsza postać minerałów, charakteryzująca się dobrym wykształceniem pod względem geometrycznym, np. kryształ górski;

szczołki krystaliczne (druzy) - nieprawidłowe skupienia kryształów różnej wielkości osadzonych blisko siebie na wspólnym podłożu;

geody - odmiany szczołek krystalicznych występujących w owalnych wnękach;

dendryty - są to najczęściej naloty tlenków manganu i żelaza w postaci krzewiastych rozgałęzień, występujące na powierzchni szczelin skalnych i przypominających odciski roślinne;

ziarniste - utworzone z wielu ziaren minerałów nie wykazujących własnych zarysów krystalograficznych, lecz ograniczonych przypadkowymi powierzchniami. Wielkość ziaren może być różna. Ze względu na kształt ziaren tworzących zbiorowiska minerałów wyróżniamy także skupienia słupkowe, pręcikowe, igielkowate, włókniste, tabliczkowate, blaszkowate, promieniste i inne;

naciekowe - są to utwory powstałe w formie nacieków z krążących w skorupie ziemskiej roztworów. Kształt ich może być bardzo różnorodny. Najbardziej charakterystyczne są tzw. stalaktyty tworzą się na sklepieniu groty, stalagmity na dnie. Mają kształt sopli i zbudowane są z kalcytu (CaCO_3) wytrąconego z wody. Oprócz tego spotykamy skupienia naciekowe przypominające swoim kształtem grona, nerki itp.

wykwit - są to nagromadzenia minerałów drobnoziarnistych na powierzchniach i spękaniach innych minerałów lub skał. Dają one minerały dobrze rozpuszczalne w wodzie i wydzielają się wskutek jej odparowania.

konkreje - są to skupienia minerałów najczęściej kształtu kulistego lub owalnego. Są luźno rozmieszczone w otaczających je skałach;

oolity - skupienia w postaci kuleczek;

Gęstość właściwa - (ciężar właściwy) wyrażamy w g/cm^3 .

Tab 2. Gęstość właściwa ważniejszych minerałów wchodzących w skład gleby (g/cm^3)

Minerał	Gęstość właściwa	Minerał	Gęstość właściwa
Kwarc	2,65	Biotyt	2,70 - 3,20
Ortoklaz	2,54 - 2,57	Limonit	3,50 - 3,95
Plagiokalz	2,65 - 2,75	Muskowit	2,80 - 2,90
Kaolinit	2,60 - 2,63	Granat	3,15 - 4,30

Wszystkie minerały skalotwórcze wykazują gęstość właściwą między 2,0 a 3,5 g/cm^3 . Gęstość właściwa związków metali ciężkich wynosi 3,6 - 9,0 g/cm^3 .

Dodatkową ważną cechą rozpoznawczą minerałów zaliczanych do węglanów jest ich rozpuszczanie się w 10-procentowym kwasie solnym z jednoczesnym wydzielaniem dwutlenku węgla, wskutek czego następuje bardzo charakterystyczne burzenie cieczy.

2. Podział minerałów

Minerały występujące w przyrodzie można zaliczyć do minerałów pierwotnych albo wtórnych. Praźródłem wszystkich minerałów jest magma - ognisto-płynny stop skalny składający się przede wszystkim z krzemianów oraz tlenków. Składniki magmy występują w postaci płynnej lub gazowej. Minerały pierwotne powstają przez wykrystalizowanie z magmy w następstwie jej stygnięcia. Minerały pierwotne to minerały niezmiennie lub zmienione w małym stopniu po wpływie czynników zewnętrznych. Minerały wtórne powstały natomiast z już istniejących minerałów pierwotnych w wyniku ich przeobrażenia pod wpływem czynników klimatycznych i biochemicznych. Do minerałów wtórnych należą bardzo ważne z punktu widzenia gleboznawczego minerały ilaste takie jak kaolinit, montmorylonit, illit, wermikulit oraz niektóre minerały tlenkowe np. getyt, opal. Większość minerałów należy jednak do minerałów pierwotnych. Z punktu widzenia chemicznego wszystkie minerały można podzielić na 6 klas:

- I. Pierwiastki
- II. Siarczki
- III. Chlorowce (solowce)
- IV. Tlenki i wodorotlenki
- V. Sole kwasów tlenowych: węglany, azotany, siarczany, fosforany, krzemiany i glino-krzemiany
- VI. Związki organiczne (węglowce)

Z wymienionych najliczniejszą grupę minerałów, do której należą najważniejsze minerały skałotwórcze, stanowią krzemiany i glinokrzemiany. Są to skalenie (ortoklaz i plagioklasy), skaleniewce (nefelin i leucyt), pirokseny (augit), amfibole (hornblenda), oliwin oraz miki czyli łyszczyki (muskowit zwany miką białą i biotyt zwany miką czarną) i minerały ilaste. Do minerałów skałotwórczych należą także: kalcyt z grupy węglanów, a z grupy siarczanów gips. Dość pospolite i ważne są również minerały z klasy tlenków i wodorotlenków, jak kwarc, krzemień, opal, chalcedon, hematyt, limonit i inne.

3. Charakterystyka wybranych minerałów

Sylwin i karnalit - sole potasu i magnezu, należą do klasy chlorowców. Są one łatwo rozpuszczalne w wodzie. Minerały te jeżeli występują w złożach, są wykorzystywane do produkcji nawozów potasowych.

Sylwin KCl

Polysk szklisty, tłusty; bezbarwny, biały, szary, smak gorzkawo-słony, rysa biała, szarawa, twardość 2, kruchy, gęstość właściwa 1,9-2,0 g/cm³, kryształy wykształcone w postaci sześciątów, łupliwość doskonała. Sylwin jest minerałem egzogenicznym powstającym chemicznie przez krystalizację z wody morskiej lub słonych jezior.

Karnalit KCl·MgCl₂·6H₂O

Polysk tłusty; bezbarwny, biały, szary, czerwony, żółtawy; rysa biała lub szarawa, twardość 2-3, kruchy, gęstość wł. 1,6, kryształy tworzy rzadko, łupliwość nie wykazuje, przełam muszlowy. Karnalit jest minerałem złóż solnych powstałych na drodze chemicznej. Dzięki bardzo dobrej rozpuszczalności w wodzie wydziela się jako jeden z ostatnich, tworząc pokłady nad złożami sylwinu.

Kwarc i limonit należą do klasy tlenków i wodorotlenków. Są to jedne z najbardziej rozpowszechnionych minerałów w skorupie ziemskiej.

Kwarc SiO_2 (dwutlenek krzemu pospolicie zwany krzemionką). Własności fizyczne: połysk naturalnych ścian kryształów kwarcu jest szklisty, natomiast na przełamie tłusty, na ogół bezbarwny lub różnie zabarwiony, najczęściej ma barwę topniejącego śniegu, rysa biała lub szarawa, twardość 7, kruchy, brak łupliwości, przełam muszlowy, gęstość właściwa 2,65. Kwarc tworzy następujące odmiany krystaliczne: kryształ górski-przeźroczysty o dobrze wykształconych kryształach, kwarc dymny (morion) - ciemno zabarwiony, ametyst - o zabarwieniu fioletowym, kwarc różowy, kwarc mleczny - biały, cytryn - o żółtym zabarwieniu.

Kwarc jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych w przyrodzie minerałów. Wchodzi w skład najrozmaitszych skał. Jest minerałem endogenicznym i spotyka się go w dużych ilościach w skałach magmowych głębinowych, żyłowych i wylewnych (głównie w skałach kwaśnych, np. granitach, porfirach, pegmatytach). Kwarc powstaje również podczas procesów metamorficznych wskutek odwodnienia skał osadowych zawierających opal. Dzięki odporności na wietrzenie chemiczne kwarc gromadzi się w skałach osadowych, stanowiąc niemal ich jedyny składnik, np. w piaskach, piaszkowcach, a ze skał metamorficznych w kwarcytach.

Chalcedon

Jest to skrytokrystaliczna odmiana kwarcu o połysku matowym, różnie zabarwiony, rysa biała lub szarawa, twardość 6,5-7, przełam muszlowy, brak łupliwości, gęstość właściwa 2,6 g/cm³. Znane są następujące odmiany chalcedonu: agat, jaspis, rogowiec i krzemień. W Polsce chalcedon jest szczególnie rozpowszechniony w postaci białej i konkrecji w wapieniach, marglach i dolomitach; znany jest pod nazwą krzemienia. W postaci otaczaków spotykamy go w utworach plejstoceńskich niemal na całym obszarze Polski.

Opal $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (uwodniony dwutlenek krzemu)

Pospolicie zawiera domieszki innych substancji mineralnych. Połysk szklisty, woskowy, zabarwienie różne często bezbarwny, rysa biała lub szarawa, twardość 5,5-6,0 jako minerał bezpostaciowy nie wykazuje łupliwości, przełam muszlowy, gęstość właściwa 2,1-2,2 g/cm³. Jest głównym składnikiem skał osadowych takich jak opoki i ziemie okrzemkowe.

Limonit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Limonit jest mieszaniną uwodnionych tlenków żelaza. W skład jego najczęściej wchodzi getyt (żelaziak włóknisty) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, zmienna ilość wody oraz zwykle domieszki krzemionki i tlenków manganu. Limonit jest produktem przeobrażenia innych minerałów zawierających żelazo zwłaszcza wystawionych na działanie wilgoci, powietrza, kwasu węglowego i kwasów organicznych zawartych w glebie. Limonit stanowi barwnik licznych skał osadowych, a nieraz także powierzchniowych partii skał krystalicznych, które barwi na żółtobrunatno. Ruda limonitowa zanieczyszczona domieszkami piaszczystymi, gliniastymi i wapiennymi nosi nazwę **żelaziaka brunatnego**.

Limonit (żelaziak brunatny) to substancja mineralna o barwie brunatnej z odcieniem żółtawym lub czarnawym, rysa brunatna, gęstość właściwa 3,2-4,5 g/cm³, twardość zmienna w zależności od stanu fizycznego (4,5-6,0).

Ruda darniowa (ruda łąkowa) - jest to limonit porowaty lub w postaci luźnej masy o barwie brunatnej do czerwonej, pospolicie powstaje w podmokłych glebach, tworzy

często złoże występujące bezpośrednio pod darnią. Ruda bagienna i ruda jeziorna to odmiany żelaziaka brunatnego pokrewne rudzie darniowej powstałe na dnie jezior lub w błotach. Wszystkie związki żelaza przechodzą ostatecznie w formy limonitowe. W glebach występują koloidalne formy minerałów żelaza (limonit i getyt). Koloidy te częściowo wykazują strukturę krystaliczną, a częściowo są amorficzne. Żele $\text{Fe}(\text{OH})_3$ spotykane są często w glebach brunatnych i bielcowych.

Skalenie, łyszczyki, pirokseny, amfibole, oliwiny, minerały ilaste to ważniejsze grupy minerałów skalotwórczych wchodzących w skład podklasy krzemianów i glino-krzemianów w klasie soli kwasów tlenowych. W ich skład wchodzi głównie: krzem (Si), tlen (O_2), glin (Al), żelazo (Fe), wapń (Ca), magnez (Mg), potas (K), sód (Na), mangan (Mn), bor (B), tytan (Ti), fluor (F) i inne pierwiastki, dzięki czemu minerały te po zwietrzeniu dostarczają do gleby większość składników pokarmowych rośliny.

a) **Skalenie** - należą do najważniejszych minerałów skalotwórczych. Dzielimy je na dwie zasadnicze grupy: skalenie potasowe oraz skalenie sodowo-wapniowe zwane plagioklazami.

Skalenie potasowe ortoklaz i mikroklin są glinokrzemianami potasu o wzorze KAlSi_3O_8 lub w postaci tlenkowej $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$. Ze względu na zawartość SiO_2 skalenie potasowe zaliczane są do skałeni kwaśnych.

Plagioklasy - skalenie sodowo-wapniowe są kryształami mieszanymi albitu $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ czyli $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ (glinokrzemian sodu) oraz anortytu $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ czyli $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (glinokrzemian wapnia).

Ze względu na skład chemiczny odróżniamy plagioklasy kwaśne, obojętne i zasadowe. Kwasowość zależy od zawartości krzemionki (SiO_2) w danym plagiolazie. Im jej więcej zawiera dany plagioklaz tym jest kwaśniejszy. Albit więc jest plagioklazem kwaśnym a anortyt zasadowym. Wszystkie skalenie, jeżeli są nie zwietrzałe, wykazują połysk szklisty. Skalenie ulegają wietrzeniu chemicznemu (procesy kaolinizacji, serycytyzacji), które prowadzi do powstania z nich minerałów wtórnych zwanych minerałami ilastymi. Stają się wtedy matowe i zmieniają się w sypki materiał np. kaolinit.

Podkreślić należy, że plagioklasy łatwiej ulegają wietrzeniu niż skalenie potasowe, a proces ten przebiega tym łatwiej, im mniej dany plagioklaz zawiera krzemionki, to jest im bardziej jest zasadowym.

Skalenie mają rysę białą lub szarawą, twardość 6.

Ortoklaz - ma barwę białawą, mięsisto-czerwoną, brunatną, niekiedy jest bezbarwny; **mikroklin** - barwę białą, szarawą, żółtawą, różową, zieloną; **albit** - białą, szarą; **anortyt** - szarą, ciemnoszarą. Są to minerały kruche, gęstość właściwa ortoklazu i mikroklinu 2,5-2,6 g/cm³, plagioklasy w zależności od składu chemicznego wykazują gęstość właściwą 2,62-2,76 g/cm³. Wszystkie skalenie wykazują doskonałą łupliwość dwukierunkową (płaszczyzny łupliwości ortoklazu tworzą kąt 90°). Na podstawie cech zewnętrznych trudno odróżnić od siebie poszczególne skalenie. Łatwo je natomiast odróżnić od innych minerałów. Rozpoznajemy je w skałach magmowych (granicie, sjenicie, diorycie) oraz metamorficznych (gnejsach) i osadowych (zlepieńcach). Charakterystycznymi cechami rozpoznawczymi dla skałeni są: doskonała łupliwość, szklisty połysk, duża twardość i tworzenie bliźniaków.

b) **Łyszczyki (miki)**

Łyszczyki należą do minerałów bardzo rozpowszechnionych w przyrodzie. Często stanowią główne składniki wielu skał magmowych głębinowych i metamorficznych.

Łyszczyk jasny (mika biała) - muskowit to uwodniony glinokrzemian potasu; łyszczyk ciemny (mika czarna) - biotyt to uwodniony glinokrzemian potasu, magnezu i żelaza.

Muskowit - połysk perłowy, niekiedy migotliwy, barwa biała czasem szara, twardość 2-3, gęstość właściwa 2,8-2,9 g/cm³, wzór chemiczny $H_2KA_3Si_3O_{12}$ czyli $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$. Muskowit jest stosunkowo odporny na wietrzenie chemiczne i gromadzi się w skałach osadowych, szczególnie ilastych. Podczas intensywnego wietrzenia chemicznego przechodzi w hydromiki (bogatsze w wodę od muskowitu) a po wylugowaniu alkaliów - w kaolinit). Drobną, łuseczkowatą odmianą muskowitu jest serycyt, powstający podczas przeobrażenia skałeni oraz innych krzemianów.

Biotyt - $K_2O \cdot 6(Mg,Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$, barwa czarna, zielonawa lub brunatna odznacza się tak jak i muskowit doskonałą łupliwością, twardość 2-3, gęstość właściwa 2,8-3,2 g/cm³, rysa biała. Biotyt jest mniej odporny na wietrzenie. Podczas wietrzenia nabiera złocistego zabarwienia.

c) Pirokseny

Pirokseny stanowią ważną grupę minerałów skałotwórczych, głównie skał magmowych zasadowych. Grupa ta charakteryzuje się różnorodnością odmian mineralnych. Pod względem chemicznym są to kryształy mieszane metakrzemianów wapnia, magnezu i żelaza. Ogólny wzór chemiczny najważniejszych piroksenów można wyrazić więc jako $MeSiO_3$ gdzie $Me=Ca, Mg, Fe$ (są to sole kwasu metakrzemowego H_2SiO_3). Ze względu na swą budowę wewnętrzną dzielimy je na jednoskośne i rombowe. Do jednoskośnych zaliczamy augit metakrzemian wapnia i żelaza $(Ca, Fe) SiO_3$. Własności fizyczne: połysk piroksenów jest szklisty, często migotliwy, jedwabisty czasami półmetaliczny, barwa najczęściej szara, zielona o różnych odcieniach brunatna i czarna, twardość 5-6 (na tej podstawie łatwo pirokseny odróżnić od biotyту, który ma podobną barwę i połysk ale twardość 2-3), gęstość właściwą 2,8-3,7 g/cm³. Łupliwość piroksenów jest doskonała lub dobra według dwóch kierunków. Płaszczyzny łupliwości tworzą kąt 90°. Pirokseny wykazują skłonność do tworzenia krótkich, słupkowanych kryształów.

Pirokseny występują w skałach magmowych głębinowych (diorytach, gabrach, piroksenitach) i wylewnych (andezytach, bazaltach). Są bardziej odporne na wietrzenie niż skałenie, jednak w miarę czasu również ulegają przeobrażeniom. Najczęściej powstają z nich wtedy takie minerały, jak chloryty, serpentyn, węglany i kwarc.

d) Amfibole

Pod względem składu chemicznego oraz innych własności są bardzo zbliżone do piroksenów. Są to również kryształy mieszane metakrzemianu wapnia, magnezu i żelaza, jednak ich skład chemiczny jest bardziej urozmaicony od piroksenów. Przedstawicielem amfiboli, krystalizującym w układzie jednoskośnym jest **hornblenda**. Własności fizyczne: połysk szklisty, barwa najczęściej szara, zielona i czarna, rysa szara, zielona, czarna, twardość 5-6, przełam igielkowy, ziarnisty, zbity, gęstość właściwa 2,9-3,6 g/cm³. Kryształy amfiboli wykazują najczęściej pokrój słupków, pręcików, igieł. Amfibole można łatwo określić w skale. Ustalenie jednak z jakim amfibolem mamy do czynienia wymaga specjalnych badań. Amfibole mają doskonałą łupliwość dwukierunkową (kąt łupliwości dla amfiboli wynosi około 120°, natomiast dla piroksenów prawie 90°). Amfibole spotyka się głównie w skałach magmowych (andezyty, trachity, bazalty) oraz metamorficznych, gdzie są często głównymi składnikami (amfibolity, łupki amfibolowe). Podczas wietrzenia amfibole przeobrażają się w minerały ilaste.

e) Oliwin

Oliwin należy do ważnych minerałów zasadowych skał magmowych. Pod względem chemicznym są to kryształy mieszane ortokrzemianów magnezu, żelaza, manganu i innych pierwiastków. Oliwin ma wzór $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$, a więc jest to ortokrzemian magnezu i żelaza, o połysku szklistym, tłustawym, barwie zielonej - oliwkowozielonej do żółtozielonej, twardość 6,5-7, łupliwość wyraźnej, przełame muszlowym, ziarnistym i gęstości właściwej 2-4,3. Oliwin rzadko tworzy dobrze wykształcone kryształy, występuje w postaci ziarn lub nieregularnych skupień. Występuje w takich skałach magmowych zasadowych jak: gabro, diabaz, bazalt. Skały ultrazasadowe - perydotyty składają się niemal całkowicie z oliwinu.

f) Minerale ilaste

Minerały ilaste są składnikami wielu skał osadowych (iłów, glin, łupków ilastych, margli). Należą one do minerałów bardzo różnorodnych pod względem składu chemicznego, właściwości fizycznych i budowy wewnętrznej. Większość tych minerałów poznano stosunkowo niedawno, po zastosowaniu nowoczesnych metod badania jak analiza rentgenograficzna, termiczna analiza różnicowa, badania pod mikroskopem elektronowym. Rozpoznanie minerałów ilastych jest bardzo trudne, gdyż są one bardzo rozdrobnione, ich wymiary osiągają tysięczne, dziesięciotysięczne a nawet milionowe części milimetra. Inna trudność w badaniu minerałów ilastych wynika z tego, że pojedynczo w stanie czystym występują bardzo rzadko. Najczęściej spotykamy się z mieszaniną minerałów ilastych zanieczyszczonych często dodatkowo innymi minerałami, jak limonit, muskowi. Pod względem chemicznym minerały ilaste należą do uwodnionych krzemianów glinu, przy czym mogą zawierać takie pierwiastki jak żelazo, magnez, potas. W skład wszystkich minerałów ilastych wchodzi krzemionka SiO_2 , Al_2O_3 i H_2O . W przybliżeniu skład chemiczny minerałów ilastych można wyrazić wzorem $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Pośród minerałów ilastych wyróżnić możemy 4 zasadnicze grupy:

grupę alafanów - obejmującą dużą ilość minerałów ilastych. Zasadnicza różnica między alofanami a resztą minerałów ilastych polega na tym, że mają budowę bezpostaciową nieuporządkowaną, podczas gdy inne minerały ilaste wykazują mniej lub bardziej trwałą budowę sieciową. Są to koloidy amorficzne złożone z krzemionki i półtoratlenków. Spotyka się je w wielu glebach ale najczęściej występują w glebach wytworzonych z popiołów wulkanicznych. Alofany mają wysoką pojemność w stosunku do kationów i anionów i dlatego ich obecność wpływa dodatnio na właściwości sorpcyjne gleb.

grupa kaolinitu - przedstawicielem grupy kaolinitu jest kaolinit posiadający uproszczony wzór chemiczny $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Na każdy atom glinu przypada w kaolinitcie jeden atom krzemu. Kryształ kaolinitu zbudowany jest z pakietów dwuwarstwowych składających się na przemian z warstewki ośmiościanów z glinem pełniącym funkcję atomu centralnego oraz warstewki czworościanów z krzemem jako atomem centralnym. Tego rodzaju budowę dwuwarstwową określa się często symbolem 1:1. Kaolinit należy do minerałów ilastych typu 1:1. Kryształ kaolinitu składa się z ogromnej ilości tego rodzaju pakietów. Charakterystyczną cechą budowy kaolinitu jest to, że odległość pomiędzy jednym a drugim pakietem jest w kaolinitcie nieduża. Jest ona tak mała, że drobiny wody nie są w stanie wcisnąć się do przestrzeni międzypakietowych, co daje siatce krystalicznej kaolinitu budowę zwartą i nierozciągliwą. Kaolinit odznacza się słabą nasiąkliwością i nieznaczną zdolnością sor-

bowania kationów w drodze wymiennej. Wynosi ona zaledwie 3-15 milirównoważników (mol) na 100 g minerału.

Kaolinit jest głównym minerałem ilastym gleb tropikalnych (laterytów) silnie wypłukanych z zasad pod wpływem dużej ilości opadów charakterystycznych dla tego rodzaju klimatu. Zawartość jego w glebach naszego klimatu nie jest wielka.

Do grupy kaolinitu należy także haloizyt o pojemności wymiennej względem kationów równej 5-50 mol/100 g minerału.

Kaolinit jest pospolitym produktem wietrzenia skałeni. Optymalnym warunkiem tworzenia się minerałów ilastych grupy kaolinitu podczas wietrzenia glinokrzemianów jest umiarkowanie kwaśny odczyn środowiska.

Grupa montmorylonitu - przedstawicielem grupy montmorylonitu jest montmorylonit. Posiada on uproszczony wzór chemiczny $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, z czego wynika, że jest w nim dwukrotnie więcej atomów Si niż atomów Al. Na kryształ montmorylonitu składają się pakiety trójwarstwowe, z których każdy zbudowany jest z dwóch warstewek krzemowych czworościanów i wsuniętej między nie warstewki glinowej ośmiościennej.

Taką budowę trójwarstwową określa się symbolem 2:1. Montmorylonit jest więc minerałem ilastym typu 2:1. Różnica w układzie pomiędzy kaolinitem a montmorylonitem polega na tym, że u tego ostatniego odległość między pakietami jest większa. Odległość ta jest tak duża, że do przestrzeni międzypakietowych wchodzić mogą drobiny wody rozciągając pakiety i powodując powiększenie objętości kryształa. Montmorylonit odznacza się dużą nasiąkliwością i zdolnością powiększania swej objętości wodą. Z dużą łatwością pęcznienia wiążą się znaczne zdolności sorbowania kationów, mogących wchodzić wraz z wodą do przestrzeni międzypakietowych. Pojemność wymienna montmorylonitu względem kationów wynosi 80-150 mol/100 g minerału. Gлина zawierająca dużo montmorylonitu pęcznieje od wody a po wyschnięciu pęka, tworząc szpary nieraz dużych rozmiarów.

Montmorylonit jest typowym minerałem ilastym, tworzącym się w obecności zasad w strefie klimatu umiarkowanego. Do tej grupy minerałów ilastych należy jeszcze beidelit, nontronit i inne.

Grupa illitu czyli uwodnionych mik (hydromiki). Do tej grupy należy illit i wermikulit. Illit budową swą przypomina montmorylonit tzn. zbudowany jest także z pakietów trójwarstwowych. Posiada więc budowę minerału 2:1, ale różni się jednak od montmorylonitu tym, że przestrzenie międzypakietowe wypełnione są u niego częściowo jonami potasu. Należy więc do minerałów ilastych szczególnie w potas zasobnych. Pojemność wymienna illitu względem kationów wynosi 10-40 mol/100 g minerału. Jony potasu dostatecznie silnie wiążą sąsiadujące ze sobą pakiety, nie dopuszczając przez to drobin wody do wchodzenia i rozciągania siatki krystalicznej. Illit posiada więc siatkę nierozciągliwą. Gлина zawierająca dużo illitu słabo pęcznieje po nasyceniu wodą i mało kurczy się podczas wysychania. Jony potasu tkwiące w przestrzeniach międzypakietowych są silnie związane z siatką i w zasadzie niewymienne.

Wermikulit ma podobną do illitu budowę minerału 2:1, różni się tym, że ma luźniejszą siatkę krystaliczną. Zajmuje miejsce pośrednie między illitem a montmorylonitem. Jego pojemność wymienna wynosi 100-150 mol/100 g minerału. Niektórzy badacze uważają zarówno illit jak i wermikulit za produkty pośrednie tworzenia się

montmorylonitu z łyszczyków (muskowitu i biotytu). Duże ilości minerałów ilastych grupy uwodnionych mik zawierają utwory lessowe i gliny zwalowe (morenowe).

Kalcyt, magnezyt, dolomit - węglany wapnia i magnezu, należą do podklasy węglanów w klasie soli kwasów tlenowych. Z minerałów tych zbudowane są takie skały, jak wapienie, kreda, marmury, dolomity i inne. Wszystkie węglany charakteryzują się tym, że burzą się w większym lub mniejszym stopniu z kwasem solnym, przy czym wydzielają CO_2 .

Kalcyt CaCO_3

Kalcyt jest najważniejszym minerałem skałotwórczym węglanowych skał osadowych. Często występują izomorficzne domieszki węglanów Mg, Fe i Mn. Jako domieszki mechaniczne mogą występować minerały ilaste, kwarc, tlenki żelaza i in. W temperaturze 860° rozkłada się na CaO (wapno palone) i CO_2 . Pod wpływem kwasów wydzielają CO_2 . Jest to minerał o połysku szklistym, może być również matowy, bezbarwny, biały, żółtawy, brunatnawy, rysa biała, twardość 3, gęstość właściwa $2,6\text{--}2,8 \text{ g/cm}^3$, doskonała łupliwość trójkierunkowa. Tworzy piękne kryształy o bardzo urozmaiconym pokroju, również zrosty kryształów w postaci szczotek krystalicznych. Kalcyt jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych minerałów skał osadowych, takich jak wapienie, margle, kreda a także może występować w skałach metamorficznych (marmur). Kalcyt tworzy najtrwalszą formę występowania węglanu wapnia w skorupie ziemskiej. Kalcyt w postaci rozdrobnionej występuje w licznych skałach ilastych. Praktycznie można przyjąć, że występuje on w każdej skale, która burzy się pod wpływem rozcieńczonego kwasu solnego.

Magnezyt MgCO_3

Minerał o połysku szklistym, matowym, bezbarwny, biały, żółty, czarny, twardość 4-4,5, gęstość właściwa $3,0 \text{ g/cm}^3$. Rzadko tworzy kryształy. Odmiana krystaliczna wykazuje bardzo dobrą łupliwość, odmiana bezpostaciowa, przełam muszlowy, zbity. Magnezyt jest bez porównania mniej rozpowszechniony w przyrodzie od kalcytu. Powstaje podczas metasomatozy hydrotermalnej z dolomitów i wapieni dolomitycznych.

Dolomit $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

Sól podwójna węglanu magnezu i węglanu wapnia o połysku perłowym, szklistym, barwie białej, żółtej, brunatnej, rysie białej, twardość 3,5-4,0, gęstość właściwa $2,8\text{--}3,0 \text{ g/cm}^3$. Tworzy często spotykane kryształy, łupliwość ma bardzo dobrą. Dolomit należy do rozpowszechnionych minerałów skałotwórczych. Jest składnikiem skał osadowych - dolomitów. Geneza dolomitów nie jest dostatecznie wyjaśniona. Panuje pogląd, że dolomity powstają niemal wyłącznie przez dolomitację wapieni.

Gips, anhydryt, kainit należą do podklasy siarczanów.

Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Połysek szklisty, perłowy, jedwabisty, barwa: bezbarwny, biały, żółtawy, szary, rysa biała, twardość 2, gęstość właściwa $2,3\text{--}2,4$. Łupliwość doskonała, jednokierunkowa. Pospolicie tworzy pojedyncze kryształy i skupienia krystaliczne (druzy, szczotki). Kryształy gipsu mogą tworzyć charakterystyczne bliźniaki, tzw. jaskółcze ogony. Gips jest pospolitym składnikiem skał osadowych. Może on powstawać w złożach solnych przez krystalizację z wody morskiej lub słonych jezior, a także przez uwodnienie anhydrytu.

Anhydryt CaSO_4

Połysek szklisty, tłusty, perłowy; bezbarwny, szary, biały; rysa biała, twardość 3-4, kruchy, łupliwość dobra lub doskonała. Występuje najczęściej wraz z gipsem.

Kainit $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Polysk szklisty, barwa: biały, żółty, szary, białoczerwony, fioletowy, bezbarwny, rysa biała, szarawa, twardość 2,5, gęstość właściwa 2-2,2 g/cm³. Krystalizuje w postaci tabliczkowatych lub pryzmatycznych kryształów tworząc zbite ziarniste masy.

Sole potasowe oraz potasowo-magnezowe stosowane są przede wszystkim jako nawozy sztuczne, a więc mają duże znaczenie dla rolnictwa.

Apatyt, fosforyt, wiwianit należą do podklasy fosforanów. Apatyty i fosforyty są najważniejszymi surowcami do produkcji sztucznych nawozów fosforowych.

Apatyty - grupa minerałów o wzorze $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaX}_2$ gdzie X=F, Cl, OH. W związku z tym wyróżniamy trzy zasadnicze odmiany:

apatyt fluorowy - $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$,

apatyt chlorowy - $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$,

apatyt hydroksylowy - $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$.

Te trzy zasadnicze odmiany tworzą kryształy mieszane przez co ich skład chemiczny może być bardziej skomplikowany.

Właściwości fizyczne: polysk szklisty lub tłusty, mogą być bezbarwne lub różnie zabarwione w zależności od domieszek, rysa biała, szara, twardość 5, gęstość właściwa 3,1-3,2. Apatyty powstają przez krystalizację z magmy. Są to minerały endogeniczne. Stanowią one podrzędne ale bardzo rozpowszechnione składniki skał magmowych. Występowanie apatytu wiąże się głównie ze skałami magmowymi kwaśnymi i obojętnymi.

Fosforyty $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Fosforyty tworzą kuliste konkrety, naszkorupienia, skupienia ziemskie, zbite. Polysk matowy, barwa brązowa, szara, ciemna, rysa biała, szarawa.

Fosforyty są minerałami pochodzenia osadowego. Powstają one na dnie mórz z obumarłych organizmów zawierających w swoim składzie fosfor. Procesy nagromadzenia się fosforanu wapnia odbywały się zarówno w ubiegłych epokach jak i obecnie.

Wiwianit $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Polysk szklisty, perłowy; bezbarwny, w zetknięciu z tlenem przybiera barwę niebieską, rysa biała, indygowo niebieska. Występuje w złożach torfu.

Saletra sodowa i saletra potasowa należą do podklasy azotanów. Minerały z grupy azotanów są dobrze rozpuszczalne w wodzie i łatwo przyswajalne przez rośliny. Są one wykorzystywane jako nawozy sztuczne (azotanowe) oraz służą do produkcji materiałów wybuchowych.

Saletra sodowa (saletra chilijska NaNO_3). Wykazuje polysk szklisty; bezbarwna, biała, żółta, brązowa, czerwona, rysa biała lub szarawa, twardość 1,5-2, krucha, gęstość właściwa 2,2-2,3 g/cm³. Saletra sodowa tworzy kryształy o pokroju romboedrow. Przełam jest ziarnisty, muszlowy. Występuje w skupieniach zbitych nieforemnych. Saletra sodowa powstaje na obszarach suchych, gorących, pozbawionych roślinności, podczas rozkładu substancji organicznych zawierających azot (guana i inne wydaliny ptaków i ssaków), a także mikroskopijnych wodorostów, bakterii azotowych i in. Wskutek małych opadów na takich obszarach gromadzi się saletra w dużych ilościach i nie ulega wymyciu.

Saletra potasowa (saletra indyjska) KNO_3 . Wykazuje polysk szklisty; bezbarwna, biała, szara, rysa biała, szarawa, twardość 2, krucha, gęstość właściwa 2,1 g/cm³, łupliwość doskonała.

Tab. 3. Cechy i właściwości rozpoznawcze minerałów (wg B. Dobrzańskiego)

Barwa	Połysk	Rysa	Twardość i spójność	Układ krystalograficzny	Pokrój kryształów	Łupliwość	Postać skupienia minerałów	Główne cechy wyróżniające	Nazwa i skład chemiczny
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. MINERAŁY O POŁYSKU METALICZNYM									
1. Żółte									
spizowo-żółta, czasem złocista	metaliczny	czarna	6,0-6,5 kruchy	regularny	sześcian, 8-ścian 12-ścian pięciokątny	rzadko wyraźna	ziarniste, zbite	barwa, rysa, duża gęstość właściwa	piryt - FeS_2
2. Czarne									
czarna, zelazista	metaliczny	czarna, szarawa	5,5 kruchy	regularny	8-ścian, 12-ścian	niewyraźna	ziarniste, zbite nieforemne	barwa, rysa, magnetyczny, duża gęstość właściwa	magnetyt - $\text{FeO Fe}_2\text{O}_3$
II. MINERAŁY O POŁYSKU PÓLMETALICZNYM LUB BEZ POŁYSKU I O BARWNEJ RYSIE									
1. Rysa czarna lub ciemnoszara									
czarna, zelazista	metaliczny, półmetaliczny, bez połysku	czarna, szarawa	5,5 kruchy	regularny	8-ścian, 12-ścian	niewyraźna	ziarniste, zbite nieforemne	barwa, rysa, magnetyczny, duża gęstość właściwa	magnetyt - $\text{FeO Fe}_2\text{O}_3$
2. Rysa brunatna									
brunatna, czarna	bez połysku	brunatna	4,5-6,0 kruchy	-	-	-	zbite, masy porowate, ziemiste	rysa, postać	limonit (żelaziak brunatny) - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
brunatna, wiśniowa, czarna	bez połysku	brunatna	4,5-5,0 kruchy	-	-	-	masa porowata	rysa, postać	ruda darniowa (odmiana limonitu)
3. Rysa czerwona									
czarna, zelazista, czerwona	półmetaliczny, bez połysku	wiśniowa w różnych odcieniach	6,0-6,5 kruchy	trójkątny	romboedry	brak	ziarniste, zbite	rysa, duża gęstość właściwa	hematyt (żelaziak czerwony) Fe_2O_3
4. Rysa żółta									
brunatna, wiśniowa, czarna	bez połysku	żółta, brunatna	4,5-6,0 kruchy	-	-	-	zbite, masy porowate, ziemiste	rysa, postać	limonit (żelaziak brunatny) - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

cd. tab. 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Rysa zielona									
zielona w różnych odcieniach	perłowy, szklisty bez połysku	zielona	1,0-2,5 giętkie	jednoskośny/bardzo rzadko tworzy kryształy	łuski pseudo-sześciokątne, pseudorombowe	doskonała w jednym kierunku	zbite, łuskowate	barwa, łupliwość (blaszki), twardość, rysa	chloryty - glinokrzemiany Mg, Fe, Al
zielona w różnych odcieniach	bez połysku, tłusty	jasnozielona	2,0 kruchy	skrytokrystaliczny	-	-	luźne ziarna	barwa	glaukonit - uwodniony glinokrzemian Fe, K
ciemnozielona	szklisty, bez połysku	zielona	5,0-6,0 krucha	jednoskośne	słupy, igły	wyraźna w jednej płaszczyźnie (kąt 124°)	ziarniste, zbite	barwa, pokrój	homblenda zwyczajna - glinokrzemian Ca, Fe, Mg
ciemnozielona, niemal czarna	szklisty, bez połysku	szarozielona	6,0-6,5 kruchy	jednoskośny	słupy	wyraźna w jednej płaszczyźnie (kąt 87°)	ziarniste, zbite	barwa, pokrój	augit - krzemian Ca, Fe, Mg
6. Rysa niebieska									
biała na powietrzu niebieszczeje	szklisty, perłowy	bezbarwna, niebieska	1,5-2,5 giętki	jednoskośny	słupki, igły, tabliczki, łuski	wyraźna w jednym kierunku	ziemiste	barwa, twardość	wiwianit - $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
III. MINERAŁY O POŁYSKU NIEMETALICZNYM I O RYSIE BIAŁEJ LUB SZAREJ									
1 Bardzo miękkie (twardość 1,0-2,5, dają się zarysować paznokciem)									
biała, zielona, żółta, brązowa, różowa	perłowy, tłusty, bez połysku	-	1,0	jednoskośny	blaszki, łuski	doskonała w jednym kierunku	łuskowate, zbite, nieforemne	miękki w dotyku	talk - $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
biała, zielonkawa	tłusty, bez połysku	-	1,0-2,0	-	-	-	ziemiste, zbite	barwa, twardość, zapach, pęcznienie	minerały ilaste (kaolinit, montmorylonit, illit) glinokrzemiany Fe, Mg, K, Ca

cd. tab. 3

Barwa	Połysk	Twardość i spójność	Układ krystalograficzny	Pokrój kryształów	Łupliwość	Postać skupienia minerałów	Główne cechy wyróżniające	Nazwa i skład chemiczny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
zielona w różnych odcieniach, niebieskawa	perłowy, szklisty, bez połysku	1,0-2,5 giętkie	jednoskośny	łuski, pseudosześcienne, pseudorombowe	doskonała w jednym kierunku	zbite, łuskowate	barwa, twardość, pokrój	chloryty - glinokrzemiany Mg, Fe
bezbarny, biały, żółtawy, szary	szklisty, perłowy, jedwabisty	1,0 kruchy	jednoskośny	tabliczki, słupki, igły	doskonała w jednym kierunku	ziarniste, zbite	twardość, łupliwość	gips - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
2 Miękkie (twardość 2,5-4,0; dają się zarysować ostrzem stalowym bez trudu)								
bezbarny, biały	szklisty, perłowy	2,0-3,5	jednoskośny (bardzo rzadko tworzy kryształy)	małe płytki szesciokątne	doskonała w jednym kierunku	płytkowe, włókniste, nacieki	barwa, twardość, pokrój	hydrargilit (gibbsyt) $\text{Al}(\text{OH})_3$
biała, szara, żółtawa, brunatnawa	perłowy, czasem migotliwy	2,5 blaszki sprężyste	jednoskośny	płytki, łuski, blaszki pseudosześcienne	doskonała w jednym kierunku	blaszkowe	barwa, połysk, łupliwość doskonała	muskowit - glinokrzemian potasu
biała, szara, żółtawa, brunatnawa	jedwabisty, perłowy	2,5 blaszki sprężyste	jednoskośny	płytki, łuski, blaszki pseudosześcienne	doskonała w jednym kierunku	zbite	połysk, postać	serycyt (drobnokrystaliczna postać muskowitu)
brunatna, ciemnozielona, czarna	perłowy, czasem migotliwy	2,5-3,0 blaszki sprężyste	jednoskośny	płytki, łuski, blaszki pseudosześcienne	doskonała w jednym kierunku	ziarniste	barwa, łupliwość	biotyt - glinokrzemian K, Fe, Mg
ciemnozielona do czarnej	szklisty, tłusty	2,5-4,0	jednoskośny (bardzo rzadko tworzy kryształy)		brak	zbite	barwa, twardość, łupliwość	serpentyt (węzowiec) - $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
bezbarny, biały, żółtawy, brunatnawy	szklisty, bez połysku	3,0 kruchy	trójkątny	romboedry, słupki, skalenoedry	doskonała w trzech kierunkach (wg romboedru)	ziarniste, zbite, nacieki, nieforemne	burzy z HCl	kalcyt CaCO_3
bezbarny, biały, żółtawy, brunatny, czarny	szklisty, bez połysku	3,5-4,0	trójkątny	romboedry	doskonała w trzech kierunkach (wg romboedru)	ziarniste, zbite	burzy z gorącym HCl	dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
3 Twarde (twardość 4,0-6,0; z trudem dają się zarysować ostrzem stalowym)								
żółtawa, brunatna, szara	szklisty, perłowy	4,0-4,5 kruchy	trójkątny	romboedry, rzadko skalenoedry	doskonała w trzech kierunkach (wg romboedru)	ziarniste, zbite, nieforemne	burzy z gorącym HCl, twardość	syderyt - FeCO_3
bezbarny, różnie zabarwiony (najczęściej zielony)	szklisty, tłusty	5,0 kruchy	sześcienne	słupki, tabliczki, igły	niewyraźna	ziarniste, nieforemne	słupowy pokrój, twardość, barwa	apatyt - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$ (Cl, F)

cd. tab. 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ciemnozielona niemal czarna	szklisty, bez połysku	5,0-6,5 kruchy	jednoskośny	slupy	wyraźna w jednej płaszczyźnie (kąt 87°)	ziarniste, zbite	barwa, pokrój	augit - krzemian Ca, Fe, Mg
ciemnozielona	szklisty, bez połysku	5,0-6,0 krucha	jednoskośny	slupy, igły	wyraźna w jednej płaszczyźnie (kąt 124°)	ziarniste, zbite	barwa, pokrój	hornblenda zwyczajna - gliko-krzemian Ca, Fe, Mg
biała, szarawa	szklisty, tłusty	5,0-6,0 kruche	sześciokątny, regularny	tabliczki i slupy 24 ściany deltoidowe	niewyraźna	nieforemne, odosobnione ziarna	szara barwa, pokrój, (niekiedy podobne do granatu), twardość	skalenionce (nefelin - $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 2\text{SiO}_2$) leucyt $\text{K}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 4\text{SiO}_2$
bezbardwy, mleczno-biały, zabarwiony na różne odcienie, opalizuje	szklisty, bez połysku	5,5-6,0 kruchy	bezpostaciowy	-	-	zbite, nacieki, ziemiste	barwa, twardość	opal - $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
4) Bardzo twarde (twardość 6,0-10,0, nie rysuje się ostrzem stalowym)								
czerwona, biaława, bezbarwny	szklisty	6,0 kruchy	jednoskośny	slupy, tabliczki	wyraźna w dwóch kierunkach	ziarniste	barwa (najczęściej jasnoczerwona), twardość, łupliwość	ortoklaz - $\text{K}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 6\text{SiO}_2$
biała, szara, żółta, brunatna, czerwona	szklisty	6,0-6,5 kruche	trójskośny	slupki, tabliczki	wyraźna w dwóch kierunkach	ziarniste, zbite	barwa, twardość, łupliwość	plagioklasy (albit - $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 6\text{SiO}_2$, anortyt - $\text{CaO Al}_2\text{O}_3 2\text{SiO}_2$)
żółtawa, zielona, szara, brunatna, niekiedy czarna	szklisty, tłustawy	6,5-7,0 kruchy	rombowy	slupki, tabliczki	niewyraźna	ziarniste	barwa, połysk, pokrój	oliwin (peridot) - $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$
bezbardwy, lekko zabarwiony	perłowy, szklisty	6,5-7,0	rombowy (rzadko tworzy kryształy)	plytki	wyraźna w jednym kierunku	plytkowe, slupkowe	barwa, pokrój, twardość	diaspor $\alpha\text{-AlOOH}$
różna, najczęściej czerwona	szklisty, tłusty	6,5-7,6 kruche	regularny	12-ścian rombowy	niewyraźna	ziarniste, zbite	pokrój, barwa, twardość	granaty - glikokrzemiany Mg, Fe, Mn, Ca
bezbardwy, różnie zabarwiony	szklisty, tłusty na przełamie	7,0 kruchy	trójkątny, sześciokątny	romboedry, piramidy, skalenoedry, slupy, igły	brak, przełam muszlowy	ziarniste, zbite	twardość, pokrój, łupliwość	kwarc SiO_2
fioletowa							barwa	ametyst (odmiana kwarcu)
bezbardwy							barwa	kryształ górski (odmiana kwarcu)
czarny							barwa	monon (odmiana kwarcu)
różna	zwykle bez połysku	7,0 kruchy	skrytokrystaliczny	-	brak	zbite, nacieki	barwa, postać, twardość	chalcedon SiO_2
różnie zabarwiony							koncentryczne warstwy różnie zabarwione	agat (odmiana chalcedonu)
czarna, brunatna, szara, żółta							buli i warstewki	krzemień (odmiana chalcedonu)

Bursztyn należy do klasy związków organicznych (węglowców). Bursztyn jest kopalną żywicą dawnych drzew iglastych. Jest to ciało bezpostaciowe, znajdowane w postaci nieregularnych mniej więcej zaokrąglonych kawałków różnej wielkości. Największa znaleziona bryła ważyła 10 kg. Bursztyn ma barwę żółtawą o różnych odcieniach, bywa także mleczny, brązowy i czerwony. Przezroczysty, przeświecający lub nieprzezroczysty, co zależy od zawartości pęcherzyków powietrza. Twardość 2-2,5, gęstość właściwa 1,05-1,1 g/cm³. W wodzie słodkiej tonie a w wodzie morskiej unosi się na powierzchni. Przy pocieraniu ręką elektryzuje się ujemnie przyciągając skrawki papieru. Od greckiej nazwy bursztynu - elektron pochodzi nazwa elektryczności. W największych ilościach bursztyn występuje na wybrzeżu Morza Bałtyckiego.

C. Skąły

Skąłą nazywamy naturalne skupienie kilku lub więcej minerałów, rzadziej jednego, powstałe pod wpływem różnych procesów fizykochemicznych przebiegających wewnątrz skorupy ziemskiej lub na jej powierzchni.

Skąły złożone z jednego minerału noszą nazwę monomineralnych, a z kilku minerałów noszą nazwę polimineralnych.

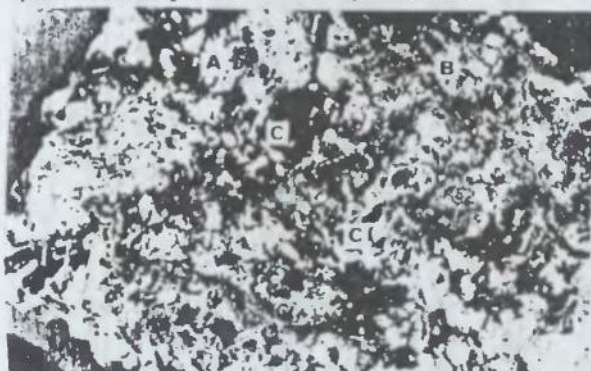
Używając nieraz w życiu codziennym powiedzenia „twardy jak skąła” należy pamiętać, że porównanie to nie zawsze jest trafne. W geologicznym bowiem znaczeniu skąłą jest nie tylko twardy i zwięzły granit czy sienit, lecz także piasek, pył, il lub glina. Skąły wchodzące w skład skorupy ziemskiej ze względu na genezę dzielimy na:

- 1) skąły magmowe,
- 2) skąły osadowe,
- 3) skąły metamorficzne czyli przeobrażone.

1. Skąły magmowe

Skąły magmowe powstają podczas zastygania magmy, tj. stopu „ognistopłynnego” występującego w głębszych częściach litosfery.

Proces ten może zachodzić w głębi skorupy ziemskiej, na jej powierzchni lub pod powierzchnią w warunkach pośrednich.



Ryc.2. Skąła magmowa głębinowa - granit grubokryształiczny

A - ziamiste skupienia kwarcu, B - ortoklaz,
C - blaszkowate skupienia mik (ciemny - biotyt;
jasny - muskowit).

W zależności od głębokości oraz ciśnienia i temperatury zastygania magmy lub lawy powstają:

- skąły magmowe głębinowe,
- skąły magmowe wylewne,
- skąły magmowe żyłowe (wylewne starsze).

Budowa wewnętrzna skął magmowych jest zależna od warunków w jakich krzepnie magma. Budowę wewnętrzną charakteryzujemy pojęciami struktury i tekstury.

Struktura jest to budowa skąły uwarunkowana stopniem krystalizacji, formą minerałów oraz ich wielkością absolutną i względną.

Przy podziale struktur stosujemy dwa kryteria:

- 1) rozmiar ziarn minerałów występujących w skale;
- 2) wzajemny stosunek wielkości ziarn minerałów wchodzących w skład skały.

Biorąc pod uwagę rozmiar ziarn występujących w skale wyróżniamy struktury:

- a) **jawnokrystaliczną** - poszczególne ziarna skały można rozpoznać bez trudu;
- b) **skrytokrystaliczną** - ziarna skał są tak drobne, że nie są widoczne gołym okiem;
- c) **szklistą** - skały składają się wyłącznie lub w przeważającej części ze szkliwa wulkanicznego.

Teksturą nazywamy sposób ułożenia minerałów w przestrzeni skalnej oraz stopień i charakter wypełnienia tej przestrzeni przez minerały skałotwórcze. Dlatego też możemy ją rozpatrywać ze względu na sposób ułożenia składników skalnych oraz z uwagi na sposób wypełnienia przez te składniki przestrzeni skalnej. Biorąc pod uwagę pierwsze kryterium wyróżniamy tekstury: bezładną, kierunkową, sferoidalną. Uwzględniając sposób wypełnienia przestrzeni objętej skałą wyróżniamy tekstury: zbitą, pęcherzykową i gąbczastą.

Skąły magmowe głębinowe

Skąły magmowe głębinowe krzepną przypuszczalnie na głębokości kilku kilometrów pod powierzchnią Ziemi w warunkach wysokiego ciśnienia i stopniowo obniżających się temperatur. Struktura ich jest dlatego ziarnista, niekiedy porfirowata, a tekstura zbita, bezładna. **Struktura porfirowata** - pośród drobnokrystalicznej masy występują znacznie większe kryształy minerałów, **tekstura zbita bezładna** - w skale brak większych przestworów a składniki skały ułożone są bez żadnej prawidłowości. Do ważniejszych skał magmowych głębinowych występujących w Polsce należą: granity, sjenity, dioryty, gabry.

Magma może być mniej lub bardziej kwaśna, tzn. może zawierać mniejszą lub większą ilość krzemionki SiO_2 . Z magmy kwaśnej powstają skały magmowe kwaśne np. granit, z magmy zasadowej skały zasadowe np. gabro.

Pojęcie kwasowości związane jest z zawartością krzemionki dlatego, że dwutlenek krzemu SiO_2 możemy uważać jako bezwodnik kwasu krzemowego H_2SiO_3 .

Skład chemiczny magmy może być różny. To różnicowanie się składu chemicznego magmy nazywamy dyferencjacją magmy. Różnicowanie magmy prowadzi do powsta-

nia skał o różnym składzie mineralogicznym. Występowanie kwarcu SiO_2 lub jego brak ma duży wpływ na barwę skały. Najbardziej pospolitymi magmami są: granitowa, sjenitowa, diorytowa, gabrowa, perydotytowa i piroksenitowa. Z tych rodzajów magm powstają w zależności od warunków krzepnięcia magmy, różne skały magmowe.

Granity powstają w wyniku różnych procesów genetycznych w głębi skorupy ziemskiej. Głównymi składnikami są kwarc i skalenie (skalenie

potasowe i plagioklasy). Kwarc występuje zwykle w ilości 20-30% czasem zawartość jego dochodzi do 40% lub nawet do 50%. Skaleń potasowy występuje jako ortoklaz lub mikroklin barwy białej do różowej. Ziarna skaleń są często zmatowiałe od produktów wietrzenia (np. kaolinit, serycyt).

Plagioklasy mają najczęściej makroskopowo barwę mleczno-białą, szarą, zielonkawą, rzadziej różową. Najpospolitszym minerałem ciemnym jest biotyt. Zawartość

Tab. 4. Podział skał magmowych ze względu na zawartość krzemionki

Rodzaj magmy i skał	Zawartość SiO_2 (%)
Ultra kwaśne	powyżej 75
Kwaśne	65 - 75
Obojętne	52 - 65
Zasadowe	40 - 52
Ultra zasadowe	poniżej 40

jego waha się od kilku do kilkunastu procent, rzadko przekracza 20%. Mineral ten tworzy blaszki błyszczące prawie czarne, brunatne rzadziej zielone. Barwa zielona jest często powodowana wietrzeniem. Natomiast występujący w granicie muskowit posiada barwę jasną.

W granitach rzadko występują amfibole, pirokseny, cyrkon, magnetyt, apatyt. Zawartość SiO_2 60-80%. Zawartość żelaza, wapnia i magnezu jest mała. Granity z przewagą skałeni sodowo-wapiennych (plagioklazów) nad potasowymi nazywane są granodiorytami.

Na podstawie występujących obok kwarcu i skałeni innych minerałów wyróżnia się kilka odmian granitów, z których najważniejsze to granit dwumikowy, biotytowy, muskowitowy, hornblendowy.

Zwietrzelnina granitowa ma zazwyczaj w częściach ziemistych skład mechaniczny piasków gliniastych lub glin. Cechą charakterystyczną zwietrzelniny granitowej jest duża zawartość kwarcu. Z granitów gruboziarnistych powstają zwietrzelniny łatwo przepuszczalne dla wody, z drobnoziarnistych trudniej przepuszczalne. Zwietrzelnina ma różną zasobność w składniki pokarmowe (mineralne), jest bogata w potas, uboga w inne pierwiastki, szczególnie w wapń. Stąd materiał skalny powstający ze zwietrzelniny granitów sprzyja powstawaniu gleb kwaśnych.

Sjenity - są pod względem barwy i zawartości minerałów ciemnych podobne do granitu. Zawartość w nich kwarcu nie jest większa niż 10%. Niska zawartość kwarcu jest cechą rozpoznawczą sjenitu. Skalenie potasowe występują w postaci ortoklazu lub mikroklinu. Wśród minerałów ciemnych występuje hornblenda zielona lub biotyt, niekiedy piroksen. Sjenity wietrzeją łatwiej od granitów i dają zwietrzelinę drobnoziarnistą.

Dioryty - składają się głównie z plagioklazów i hornblendy. W mniejszych ilościach występują pirokseny i biotyt, rzadko skałeni potasowy i kwarc. Zawartość krzemionki jest niewielka, dużo jest natomiast żelaza, magnezu i wapnia. Suma składników alkalicznych jest większa niż w skałach kwaśnych i sjenitach. Barwa diorytów jest szara, rzadko z odcieniem różowym. Odmiany bogate w minerały ciemne są ciemnoszare prawie czarne. Zwietrzelnina jest uboga w kwarc i charakteryzuje się w częściach ziemistych składem mechanicznym ilów lub glin ciężkich.

Gabra - składają się z plagioklazów zasadowych bogatych w krzemian wapnia, piroksenów, oliwinu i hornblendy. Mają zabarwienie ciemne, niekiedy prawie czarne do ciemnozielonego i dlatego przy braku wprawy łatwo pomylić je z diorytami i piroksenitami. Głównymi składnikami jest anortyt i piroksen. Jako minerały towarzyszące występują hornblenda i biotyt, a poboczne - magnetyt, apatyt, tytanit. Skała ta jest bogata w żelazo i magnez a uboższa w krzemionkę. Stąd też i zwietrzelnina jest drobnoziarnista i bogata w magnez.

Perydotyty i piroksenity. Są to ultra zasadowe skały magmowe głębinowe o strukturze grubo lub średnio krystalicznej tekstury masywnej. Zawartość minerałów ciemnych przekracza 55%. Wśród minerałów ciemnych dominują pirokseny i amfibole.

Skąły magmowe wylewne

Skąły magmowe wylewne powstają zwykle przez szybkie zastygnięcie magmy na powierzchni lub blisko powierzchni skorupy ziemskiej. W związku z warunkami krystalizacji skąły magmowe wylewne odznaczają się strukturą skrytokrystaliczną, szklistą lub porfirową. Do najczęściej spotykanych w Polsce skał magmowych wylewnych należą: liparyty, trachity, andezyty, bazalty i ryolity.

Tab. 5. Podział skał magmowych według ich głównych cech odróżniających (wg Z. Kiliana i T. Szczepanika 1969)

Pochodzenie skał	Budowa czyli struktura	Skały jasnozabarwione (jasnoszare, różowawe, czerwone, żółtawe), duża zawartość krzemionki (SiO ₂)		Skały ciemne (ciemnoszare, ciemnozielone, czarne), duża zawartość żelaza (Fe) i magnezu (Mg)		
		Zawartość SiO ₂ w procentach				
		ponad 65	65-52	65-52	52-40	poniżej 40
		Zawartość minerałów ciemnych w procentach				
		10-15	15-25	25-35	35-55	ponad 55
		Skały ze skaleniami				Skały bez skaleni
		Skład mineralny				
		ortoklaz, kwarc, minerały ciemne: biotyt, hornblenda	ortoklaz, plagioklaz, minerały ciemne: biotyt, hornblenda	plagioklaz, ortoklaz, minerały ciemne: hornblenda	plagioklaz (najczęściej labrador), augit	oliwin (peridot), augit (piroksen)
Szklawa wulkaniczne	szklista (nie można rozróżnić minerałów nawet pod mikroskopem)	obsydian, pumeks, smółwec				
Skały wylewne młodsze	porfirowa	liparyty	trachity	andezyty	bazały	pikryty
Skały wylewne starsze	porfirowa (większe ziarna minerałów rozróżnia się gołym okiem)	porfir kwarcowy	porfir bezkwarcowy (ortoklazowy)	porfiryty	diabazy	odmiany porfirów rzadko spotykane
Skały żyłowe	krystaliczno-ziarnista, porfirowa, szklista	porfir granitowy, amplit - lamprofir, pegmatyt, granit napisowy	porfir sjenitowy amplit - lamprofir	porfiryty diorytowe amplit-lamprofir	porfiryty gabrowe lamprofiry	
Skały głębinowe	krystaliczno-ziarnista, (wszystkie minerały rozróżnia się gołym okiem)	granity	sjenity	dioryty	gabra	dioryty i perydoty, pirokseny

Tab. 6. Klucz do oznaczania skał magmowych (wg B. Dobrzańskiego)

Struktura	Tekstura							Skład mineralny	Inne cechy rozpoznawcze	Nazwa skały
	ze względu na wielkość ziarn mineralów w skale	ze względu na stosunkową wielkość ziarn	masywna (zbita)	kierunkowa	sferoidalna	pęcherzykowa	gąbczasta			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Jawnokrystaliczne	równozziarnista	+						ziarna mineralów mniej więcej jednakowej wielkości, w przewodzie ortoklaz (ok. 40%); kwarc i plagioklaz w ilościach prawie jednakowych (do 25%); biotyty i innych mineralów mało (ok. 9%)	barwa biała, jasnoszara, żółtawa, czerwona do intensywnie czerwonej, ogólny odcień skały jasny, mineralów ciemnych ok. 7%	granit
		+	+					ziarna mineralów prawie jednakowej wielkości; znaczna przewaga ortoklazu (ok. 72%); z innych mineralów jasnych plagioklaz kwaśny (ok. 12%); hornblendy mało (ok. 7%); inne minerały przeważnie ciemne (ok. 9%)	barwa czerwona, różowa, jasnoszara, biała; mineralów ciemnych ok. 15%	sienit
		+	±					przewaga plagioklazu kwaśnego (ok. 64%); inne minerały w znacznej mniejszości: hornblenda ok. 12%, pirokseny ok. 11%, biotyt ok. 5%, pozostałe minerały przeważnie ciemne, występują w ilości ok. 8%	barwa szara, ciemnoszara, zielonkawoszara, mineralów ciemnych ok. 30%	dioryt
		+	±					przewaga plagioklazu kwaśnego (ok. 64%); inne minerały w znacznej mniejszości: hornblenda ok. 12%, pirokseny ok. 11%, biotyt ok. 5%, pozostałe minerały przeważnie ciemne, występują w ilości ok. 8%, ok. 20% kwarcu	barwa szara, ciemnoszara, zielonkawoszara, mineralów ciemnych ok. 30%	dioryt kwarcowy
Jawnokrystaliczne	równozziarnista	+						minerały niejednokrotnie trudne do makroskopowego wyróżnienia, w przewodzie plagioklaz zasadowy (ok. 64%); inne minerały występują w następujących ilościach: pirokseny - ok. 20%, amfibole, magnetyt - ok. 3%, oliwin - 7%, inne ok. 3%	barwa ciemnoszara, ciemnozielona, czarna; w niektórych kryształach tęcza gra barw; skała ciężka czasami o właściwościach magnetycznych, mineralów ciemnych ok. 35%	gabro
		+						skała składa się głównie z oliwinu (perydottyt) czasami występuje dużo piroksenów (piroksenit)	barwa czarna lub prawie czarna, skała o znacznej gęstości właściwej	perydottyt i piroksenit
	porfirowata	+						ziarna mineralów mniej więcej jednakowej wielkości, w przewodzie ortoklaz (ok. 40%); kwarc i plagioklaz w ilościach prawie jednakowych (do 25%); biotyty i innych mineralów (ok. 9%)	często dużymi kryształami są ziarna ortoklazu	granit
		+	+					ziarna mineralów prawie jednakowej wielkości; znaczna przewaga ortoklazu (ok. 72%); z innych mineralów jasnych występuje plagioklaz kwaśny (ok. 12%); hornblendy mało (ok. 7%); inne minerały przeważnie ciemne (ok. 9%)	często dużymi kryształami są ziarna ortoklazu	sienit

cd. tab. 6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mikrokryształiczna	porfirowa							jako prakryształy występują najczęściej: kwarc, ortoklaz; rzadko miki, amfibole, pirokseny	barwa czerwono-brunatna, fioleto-szara, zielonkawa	porfir kwarcowy
		±	+					prakryształy małe, słabo widoczne, najczęściej są nimi skalenie, minerały często zmienione	często skała porowata o barwie szarej w różnych odcieniach	porfir
			+					prakryształy - głównie plagioklasy, pirokseny lub pirokseny razem z hornblendą	barwa ciemnoszara, plagioklaz zwykle matowy nieprzezroczysty	porfiry
		+						prakryształy - plagioklasy zasadowe, augit, oliwin (rzadko występujące razem)	barwa ciemnozielona, ciemnosza; często na ciemnym tle białawe plamy	diabaz, bazalt
Szklista		+	+					prakryształy kwarcu i ortoklazu występują często w formie prawidłowych kryształów	barwa biała, szara, skała porowata	liparyt (ryolit)
			+					duże, przezroczyste i o szklistym połysku fenokryształy plagioklazu i ortoklazu, minerałów ciemnych mało	barwa jasna, jasnoszara, szorstki, skała porowata	trachit
		+	+					prakryształy - głównie plagioklasy, pirokseny lub pirokseny wraz z hornblendą; bardzo wyraźnie widoczne amfibole w postaci wydłużonych słupków	barwa jasna lub ciemnoszara; lśniąco prakryształy minerałów	andezyt
Szklista	porfirowa	+	+					prakryształy głównie plagioklazu, piroksenu lub piroksenu wraz z hornblendą; bardzo wyraźnie widoczne amfibole w postaci wydłużonych słupków, kwarcu niewielka ilość	barwa jasna lub ciemnoszara	dacyt
		+						fenokryształy plagioklazu zasadowego, augitu i oliwinu (poza oliwinem trudnowidoczne) w przypadku występowania oliwinu wyraźne zielonawe kryształy, często znaczne wtrącenia oliwinu (bomby oliwinowe)	barwa czarna w okazach poddanych działaniu promieniowania słonecznego często jaśniejsze plamki, skała ciężka	bazalt
		+		+				makroskopowo skład mineralny nie możliwy do określenia	barwa szara, brunatna, oliwkowo-brunatna do czarnej; skała zewnętrznie podobna do mętnego szkła o połysku tłustym lub szklistym; przy uderzeniu daje muszlowy przelam	szkliwo wulkaniczne
					+	+		makroskopowo skład mineralny nie możliwy do określenia	skała lekka o różnym zabarwieniu, zewnętrznie podobna do skał osadowych	pumeks

Uwaga dotycząca kolumny „tekstura”: + oznacza występowanie danej tekstury,
± oznacza możliwość występowania danej tekstury

Trachity - są skałami nasyconymi krzemionką z przewagą skalenia potasowego nad plagioklazami. Skład chemiczny trachitów jest podobny do sjenitów, zaznacza się jednak większa zawartość krzemionki. Barwa trachitów jest zazwyczaj jasnoszara, różowa, czerwona, lub brunatna. Struktura porfirowa. Wietrzeją bardzo wolno i dają zwietrzelinę ubogą w składniki pokarmowe, szczególnie w Ca i Mg.

Andezyty - mają skład mineralny podobny do diorytów. Główne składniki andezytu to plagioklasy oraz amfibole lub pirokseny. Barwa ciemnoszara, struktura porfirowa. Wietrzeją dość szybko. Zwietrzelina ma zazwyczaj drobne uziarnienie, jest trudno przepuszczalna i bogata w żelazo.

Bazalty - składają się z plagioklazów zasadowych bogatych w krzemian wapnia, piroksenów, oliwinu, hornblendy, biotyту i magnetytu. Występują też apatyt i niekiedy kwarc. Bazalty w stanie świeżym są prawie czarne, zwietrzałe są brunatne. Struktura skrytokrystaliczna, często porfirowa. Bazalt bogaty w oliwin (ponad 50%) nazywamy oliwinowym. Bazalty wietrzeją trudno i dają gleby płytkie, średnio głębokie, kamieniste, ale zasobne we wszystkie składniki pokarmowe roślin z wyjątkiem potasu.

W Polsce występuje kilka odmian bazaltów o różnym składzie chemicznym. Do skał magmowych wylewnych młodszych zalicza się również szkliwa wulkaniczne, obsydian oraz pumeks.

Skały magmowe żyłowe (Skały wylewne starsze)

Skały magmowe żyłowe powstają w warunkach pośrednich w wyniku przemieszczania magmy w pobliżu powierzchni Ziemi. W związku z wyraźną dwufazowością powstawania skały magmowe żyłowe mają różne struktury: porfirową, porfirowatą, ziarnistą; tekstury jednak zazwyczaj zbite i bezładne, nieraz uporządkowane. Wśród ważniejszych skał żyłowych należy wymienić: porfir granitowy (kwarcowy), pegmatyt, porfir sjenitowy (ortoklazowy), porfiry diorytowe, porfiry gabrowe, diabazy, aplity, lamprofiry.

Porfiry i porfiryty - w drobnokrystalicznej lub bardzo drobno krystalicznej masie skały (cieście skalnym) występują znacznie większe kryształy mineralów.

Pegmatyty - zawierają kwarc, skalenie alkaliczne, muskowit oraz minerały dodatkowe: turmalin, granaty, topaz i inne. W zależności od składu mineralnego wyróżnia się pegmatyty skaleniowe, łuszczkowe i inne. W składzie chemicznym przeważa SiO_2 (około 70%). Dużo jest alkaliów. Często występują pierwiastki śladowe: B, Be, Se, Sn i inne.

Diabazy - mają skład chemiczny podobny do gabra. W porównaniu do gabra są one nieco zmienione pod wpływem czynników dynamicznych i hydrotermalnych (silniej zmienione diabazy zaliczane są do skał metamorficznych zwanych zieleńcami).

Głównymi składnikami diabazów są plagioklasy i pirokseny. Barwa jest ciemna, niekiedy prawie czarna lub zielonkawa. Czasem widać prakryształy skalenia i minerałów ciemnych. Zwietrzeliny diabazów zawierają znacznie ilości minerałów ilastych i są korzystnym substratem gleb przeważnie brunatnych.

Analizując podatność skał magmowych na wietrzenie uważa się, że ze zwietrzeliny skał magmowych in situ (na miejscu powstania) tworzą się najczęściej gleby szkieletowe o małej miąższości, szczególnie w terenach wysokogórskich o większych nachyleniach stoków. W terenach płaskich powstają najczęściej gleby drobnoziarniste. Skały magmowe gruboziarniste wietrzeją łatwo i głęboko, gdy tymczasem skały magmowe drobnoziarniste są bardziej odporne na wietrzenie. Skały ubogie w krze-

mionkę (skały o ciemnym zabarwieniu - zasadowe) wietrzeją łatwiej od skał jasnych bogatych w ten składnik.

Zagadnienia i pytania sprawdzające

Podać definicję minerału. Podać definicję skały. Jak powstały i czym się charakteryzują pierwotne minerały skalotwórcze? Podać charakterystykę minerałów wtórnych. Scharakteryzować najważniejsze minerały ilaste. Z jakich pierwiastków zbudowana jest zewnętrzna część skorupy ziemskiej? Przedstawić charakterystykę poszczególnych klas minerałów. Jakie minerały wzbogacają glebę w fosfor, wapń, potas, magnez, żelazo? Wymienić minerały, które są podstawowymi składnikami nawozów: potasowych, fosforowych, azotowych, wapniowych, magnezowych. Jakie minerały zaliczamy do skalotwórczych? Scharakteryzować grupę glinokrzemianów. Jaka jest różnica między kalcytem i dolomitem? Co to jest wiwianit i gdzie występuje? Czy gipsem można odkwaszać glebę? Jak dzielą się skały magmowe? Czym różnią się skały magmowe zasadowe od kwaśnych? W jaki sposób powstały skały magmowe: a) głębinowe; b) żyłowe; c) wylewne? Co to jest struktura skały? Co to jest tekstura skały?

Zadanie

Na następny zjazd należy przywieźć kolekcję składającą się co najmniej z 3 minerałów skalotwórczych i 2 skał magmowych zebranych na polach lub usypiskach kamieni oraz wykonać ich opis uwzględniając cechy na podstawie których dokonano oznaczenia. Kolekcję tę należy systematycznie uzupełniać tak by z końcem semestru mieć w niej następujące okazy minerałów i skał: kwarc, krzemień, ortoklaz, plagioklasy, biotyt, muskowit, limonit, kalcyt, granit, gabbro lub dioryt, porfir, bazalt, piasek, pył, glinę, ił, piaskowiec, wapień, margiel, torf niski lub wysoki, skałę metamorficzną.

ZJAZD II I III

Temat: Skąły osadowe mechaniczne, chemiczne i biochemiczne; skąły metamorficzne

1. Zjazd II

Praktyczne rozpoznawanie skąły osadowych, okreřlanie wartořci glebotwórczej skąły macierzystych gleb

Zakres tematyki ćwiczćń

Rozpoznawanie skąły osadowych okrucowych luźnych organoleptycznie, tzn. przez rozcieranie w palcach w stanie suchym i na mokro. Zapamiętujemy cechy kaźdej rozpoznanej skąły: szorstkořć, mączyřć lub tłuřć w dotyku kojarząc to z wielkořcią řrednicy dominujących w skale ziarn; badamy zdolnořć wchłaniania wody przez materiał skalny i okreřlamy stopień uplastycznienia po nasyceniu wodą (klejenie się do palców, trwałořć utworzonej kuleczki o řrednicy 1,5 cm, zdolnořć wałeczowania i inne).

Okreřlamy skłád mineralogiczny skąły osadowej luźnej doszukując się pod lupą ziarn kwarcu, skaleni, minerałów ciemnych (biotyt, augit), kałcytu (reakcja z HCl), obecnořć minerałów ilastych (zwiększają stopień uplastycznienia).

Oceniamy wartořć glebotwórczą skąły przez okreřlenie zdolnořci utrzymywania wody, zasobnořci w skłádniki pokarmowe (na podstawie proporcji pomićdzy wyżej okreřłonymi minerałami), stopnia rozdrobnienia skąły (udział ziarn grubych 20-1 mm i 1-0,1 mm, řrednich 0,1-0,01 mm oraz drobnych < 0,01 mm).

Na podstawie dokonanego rozpoznania okreřlamy nazwę skąły.

Dla skąły piaszczystych okreřlamy pochodzenie geologiczne, w czym pomocne bćdzie okreřlenie stopnia wysortowania ziarn (równowymiarowe, różne itp.), ich obróbki mechanicznej (matowe, z połyskiem, zaokrąglone, itp.) - tab. 12.

Rozpoznajemy skąły osadowe okrucowe masywne i skąły organogeniczne, a także skąły przeobraźone pořługując się kluczem do oznaczania skąły (tab. 13 i 14).

2. Zjazd III

Rozpoznawanie minerałów i skąły

Zakres tematyki ćwiczćń

a) Rozpoznawanie minerałów i skąły

Celem ćwiczćnia jest ugruntowanie i uzupełnienie wiadomořć o minerałach i skąłach wystćpujących w glebach. Rozpoznawanie okazów minerałów i skąły bćdzie utrudnione bowiem znajdować się bćdą w jednym zbiorze.

- b) Korzystając z mapy geomorfologicznej Polski ustalić zasięgi zlodowaceń oraz wyrysować z niej (schematycznie) zasadnicze zasięgi różnych form akumulacji skał dla regionów Polski wskazanych przez prowadzącego zajęcia.

Uwaga: Przed przystąpieniem do oznaczania skał należy szczegółowo zapoznać się ze skałami osadowymi i przeobrażonymi znajdującymi się w tzw. ciągu dydaktycznym eksponowanym na korytarzu przy sali ćwiczeń Katedry Gleboznawstwa Akademii Rolniczej w Szczecinie.

Zwróć uwagę na utwory lodowcowe ostatniego zlodowacenia na terenie Pomorza (ryc. 15).

Tematy do opracowania

Ogólny schemat wietrzenia. Podział skał osadowych. Charakterystyka skał osadowych okruchowych luźnych i scementowanych. Skały osadowe chemiczne. Skały osadowe organogeniczne. Powstawanie i charakterystyka skał metamorficznych. Geomorfologia Pomorza Zachodniego. Formy akumulacji lodowcowej (morena czołowa, denna i boczna); inne formy utworów lodowcowych (ozy, kemy, drumliny, pola sandrowe, utwory fluwioglacjalne, utwory zastoiskowe). Utwory holocenijskie (torfy, osady jeziorne, utwory aluwialne i eoliczne).

Przeanalizuj poniższą rycinę.



Procesy wietrzenia chemicznego zachodzą pod wpływem wody, tlenu, dwutlenku węgla oraz kwasów organicznych. Spośród kwasów nieorganicznych przy wietrzeniu największe znaczenie ma kwas węglowy ($H_2O + CO_2$). W wyniku wietrzenia chemicznego, pierwotny minerał skałotwórczy (np.: ortoklaz) zmienia swój skład chemiczny i budowę wewnętrzną przechodząc w tzw. wtórny minerał ilasty, np.: kaolinit - $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. W procesie tym uwalniany jest również potas, składnik pokarmowy roślin uprzednio wchodzący w skład chemiczny ortoklazu, w postaci węglanu potasu (K_2CO_3) jest on dostępny dla roślin.

Ryc. 3. Wietrzenie chemiczne

A. Skały osadowe

Powstawanie skał osadowych wiąże się z procesami niszczenia różnych skał na powierzchni Ziemi pod wpływem czynników atmosferycznych, wody, lodu, zmian temperatury, itp. Materiał pochodzący z rozkruszenia innych skał, ulega zwykle przeniesieniu, przetransportowaniu przez wody deszczowe, rzeki, lodowce, a nawet wiatr, w morzach zaś przez prądy morskie, po czym odkłada się w miejscach najniższych, początkowo w postaci luźnych żwirów, piasków czy mułów (skały osadowe mechaniczne). Pod wpływem nacisku narastających stale nowych osadów podlegają one z czasem scementowaniu i zmieniają się w zlepieńce, piaskowce, łupki lub wapienie. Skały osadowe powstają także ze szczątków roślin i zwierząt (skały osadowe organiczne).

Skały osadowe tworzą się zatem wyłącznie na powierzchni Ziemi i mają wiele cech swoistych. Jedną z najbardziej istotnych jest częste występowanie w nich skamieniałych czy zwęglonych szczątków roślin i zwierząt pochodzących z okresu tworzenia

się osadów (osady organiczne). Drugą niemniej ważną właściwość stanowi ich uwarstwienie. Żadnej z tych cech nie mają skały magmowe.

Skały osadowe stanowią wprawdzie tylko 5% skał skorupy ziemskiej, pokrywają jednak jej powierzchnię w 75% i stąd należą do najważniejszych skał macierzystych gleb.

Podział skał osadowych

Ze względu na pochodzenie, czyli genezę skał osadowych, dzielimy je na trzy grupy:

- skały pochodzenia mechanicznego, czyli okruchowe zwane także klastycznymi;
- skały pochodzenia chemicznego, czyli chemiczne;
- skały pochodzenia organicznego, czyli skały organogeniczne.

Do skał okruchowych należą zarówno skały luźne, jak i zwięzłe powstałe dzięki scementowaniu luźnych składników w procesie diagenety. Dokładniejszy podział skał osadowych okruchowych zawarty jest w tabeli 7.

1. Skały okruchowe luźne*

Wśród nich wyróżnia się między innymi: kamienie (gruzy, naszory kamieniste i żwirowe), żwiry, piaski, iły i utwory pyłowe różnej genezy, lessy.

Tab. 7. Podział skał osadowych okruchowych (mechanicznych)

Średnica ziaren (mm)	Skały osadowe okruchowe (mechaniczne)		
	luźne		masywne
Ponad 20	kamienie	- zwałowe - aluwialne - wietrzeniowe	druzgoty, brekcje
20-1	żwiry	- zwałowe - aluwialne - wietrzeniowe	zlepieńce, konglomeraty
1-0,1	piaski	- wietrzeniowe - zwałowe - fluwiogłacjalne - aluwialne - eoliczne	piaskowce, arkozy, szarogłazy
0,1-0,01	pyły	- wietrzeniowe - fluwiogłacjalne - aluwialne - eoliczne	pyłowce
Poniżej 0,01	iły	- wietrzeniowe - aluwialne - fluwiogłacjalne	łupki ilaste, ilowce
Różna	gliny	- zwałowe - wietrzeniowe - aluwialne	glinowce

*Charakterystykę skał osadowych podano według prac Komisji V Genezy, Klasyfikacji i Kartografii Gleb Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego.

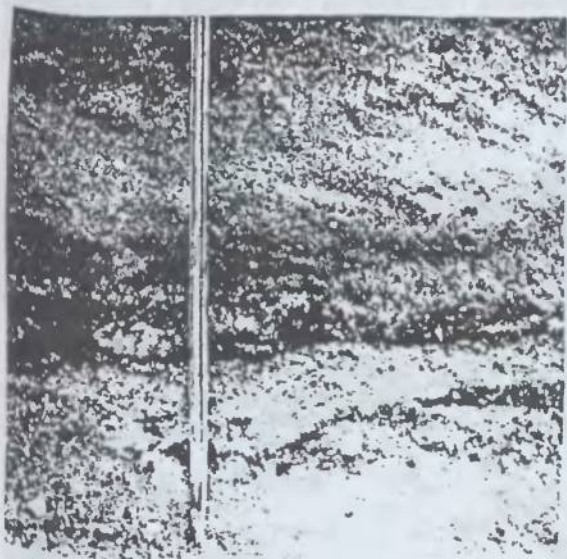
Gruzy - są skałami złożonymi z ostrokrawędzistych nie obtoczonych okruchów skalnych i odłamków minerałów o średnicy większej od 20 mm nie transportowanych lub transportowanych na niewielkie odległości, bardzo odpornych na obtaczanie. Przykładem gruzu są piargi, gruzowiska lub rumosze skalne.

Naszory kamieniste i żwirowe - są to różnoziarniste osady wód płynących, przeważnie rzecznych występujące we współczesnych zalewowych tarasach rzecznych, głównie w terenach górskich i podgórskich. Dominują w nich gruboziarniste odłamki skalne różnego pochodzenia geologicznego, w różnym stopniu otoczone. Powstają z nich gleby kamieniste przeważnie słabo rozwinięte.

Żwiry - są skałami złożonymi w przewadze z odłamków skał i minerałów o średnicy 1-20 mm, o krawędziach obtoczonych wskutek transportu materiału skalnego w

środowisku wodnym i lądowym. Występują najczęściej w osadach czwartorzędowych, w utworach starszych są na ogół scementowane. W zależności od genezy wyróżnia się żwiry zwałowe i wodnego pochodzenia. Z utworów żwirowych ze względu na ich dużą przepuszczalność i bardzo małą podsiąkliwość najczęściej powstają gleby suche, zwane często **przepalczyskami**.

Piaski - składają się z okruchów minerałów i skał o średnicy przeważnie od 1,0 do 0,1 mm. Mogą one powstawać w środowisku wodnym i lądowym w wyniku wietrzenia i transportu. Ich skład mineralny, kształt i wielkość ziarn oraz stopień obtoczenia, wygładzenia i zmatowienia powierzchni zależy od długości drogi transportu oraz od szybkości sedymentacji. W składzie mineralnym piasków dominuje kwarc. Jako domieszki występują



Ryc. 4. Żwir - skała osadowa luźna, gruboziarnisty materiał osadzony przez wody lodowcowe, eksploatowany dla celów budowlanych; Gmina Będzino k. Koszalina

okruchy skał drobnoziarnistych, minerały ciężkie odporne na wietrzenie i transport, glaukonit, skalenie, minerały ilaste i inne. Barwa piasków zależy głównie od zawartości skałeni. Piaski ubogie w te składniki są białawe lub żółtawe, a bogate - żółte, brunatne, ceglastoczerwone. W zależności od genezy można wyróżnić piaski zwałowe, wodnolodowcowe, aluwialne starych tarasów akumulacyjnych, aluwialne, wydmore, morskie.

Piaski zwałowe - są to różnoziarniste i na ogół niewarstwowe utwory powstałe przez bezpośrednie osadzenie przez lodowce. Powstać też mogły z glin zwałowych przez wypłukiwanie z nich w mniejszym lub większym stopniu części spławialnych. Piaski zwałowe występujące w miejscach swego pierwotnego powstawania nie były wtórnie transportowane przez wody powierzchniowe.

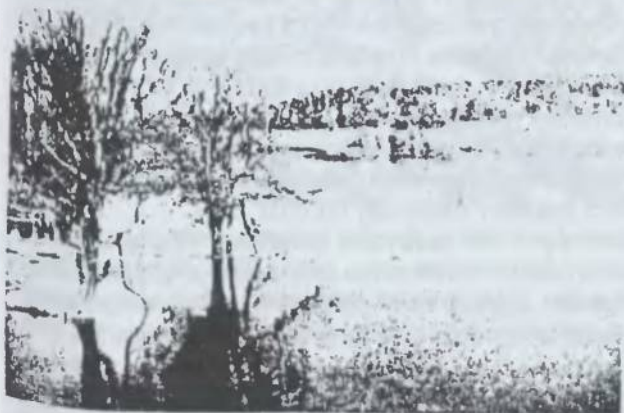
W odróżnieniu od piasków wodnego pochodzenia zawierają większą domieszkę części szkieletowych i są zasobniejsze w glinokrzemiany, z których w trakcie wietrzenia uwalniają się składniki pokarmowe dla roślin. Wśród piasków zwałowych spotyka się stosunkowo rzadko piaski luźne.

Piaski wodnolodowcowe (fluwioglacjalne) - są to słabo obtoczone piaski osadzone przez wody lodowcowe na przedpolach moren czołowych (piaski sandrowe). Pokłady piasków wodono-lodowcowych o złej selekcji odznaczają się krzyżowym uwarstwieniem oraz dobrym przesortowaniem materiału w poszczególnych warstwach. Pod względem składu mechanicznego piaski te należą najczęściej do piasków luźnych lub słabogliniastych, a rzadziej do piasków gliniastych. Suche piaski luźne ulegają zwydmieniu. Piaski sandrowe są na ogół bogate w minerały łatwo wietrzejące. Skład mineralny oraz stopień wysortowania i obtoczenia ziarn zależą od długości transportu. Piaski w strefie bliższej moren czołowych są bogatsze pod względem składu mineralnego niż piaski w strefie sandru zewnętrznego.



Ryc. 5. Piasek - skała osadowa luźna pochodzenia wodno-lodowcowego, częściowo widoczne warstwowanie złożeń; piaskowania w pobliżu miejscowości Strzelce Krajeńskie

Piaski aluwialne starych tarasów akumulacyjnych są to piaski osadzone w epoce plejstocenijskiej przez wody w pradolinach rzecznych, odznaczające się charakterystycznym warstwowaniem. Pod względem składu mechanicznego piaski te najczęściej należą do piasków luźnych lub piasków słabogliniastych. Suche piaski luźne ulegają zwydmieniu. W piaskach starych tarasów akumulacyjnych dominuje kwarc, są one więc stosunkowo ubogie w składniki pokarmowe.



Ryc. 6. Wiosenny wylew w dolinie rzeki Iny; woj. szczecińskie

Piaski aluwialne współczesnych tarasów rzecznych są to zwykle zróżnicowane, warstwowane piaski o ziarnie obtoczonym i błyszczącym, osadzone przez wody rzeczne we współczesnych dolinach. Są to najczęściej piaski luźne. Łatwo ulegają zwydmieniu.

Piaski wydmy (eoliczne) są to równoziarniste suche piaski luźne, przesortowane przez wiatr i łatwo przenoszone z miejsca na miejsce. Ziarna piasków eolicznych są dobrze obtoczone i mają powierzchnię matową wskutek wzajemnego ocierania się w czasie transportu. Skład mineralny tych piasków zależy od podłoża wydmy.

Gleby utworzone z piasków wydmy (eolicznych) lotnych zalicza się do typu gleb początkowego stadium rozwojowego o niewykształtowanym profilu. Utrwalone i zalesione piaski wydmy znajdujące się pod długotrwałymi wpływami roślinności leśnej (lasów iglastych) mogą wykazywać

Ryc. 7. Piasek morski z widocznymi kamieniami o kształtach zaokrąglonych; plaża morska w okolicy Łeby

cechy zbielnicowania. Zwydmieniu ulegają suche i luźne zarazem piaski różnego pochodzenia geologicznego, a przede wszystkim piaski rzeczne starych tarasów akumulacyjnych.

Gliny są mieszanymi skałami okruchowymi lub wietrzeniowymi zbudowanymi ze źle przesegregowanego materiału mineralnego zawierającego ponad 20% części spławialnych. Na obszarze Polski występują głównie gliny zwałowe.

Gliny zwałowe - stanowią utwory akumulacji lodowcowej składające się z różnoziarnistego materiału nie warstwowanego. Materiały składowe glin zwałowych są łącznym produktem wietrzenia skał sąsiadujących z lodowcem i abrazji lodowcowej. Stąd

też ich skład mineralny może być lokalnie różny. Charakterystyczną cechą glin zwałowych są tkwiące w nich otoczaki (otoczone odłamki skalne) różnej wielkości, zazwyczaj słabo obtoczone i często ze śladami rys lodowcowych. Z glin zwałowych pod wpływem procesu glebotwórczego mogą powstawać gleby różne pod względem typologicznym.

W zależności od składu mechanicznego glin zwałowych wytwarzają się z nich gleby różniące się między sobą stopniem zwięzłości. Wierzchnie warstwy tych glin uległy zwykle w mniejszym lub większym stopniu spiaszczeniu w wyniku wietrzenia mrozowego w środowisku peryglacialnym tzn. w okresie po ustąpieniu lodowca oraz w trakcie późniejszego rozwoju procesu glebotwórczego.

Iły - są to osady pochodzenia wodnego lub wietrzeniowego plastyczne w stanie wilgotnym i zwięzłe w stanie suchym, składające się przeważnie z minerałów drobnoziarnistych (ponad 50% części o średnicy mniejszej od 0,02 mm).

Domieszka materiałów gruboziarnistych jest zazwyczaj niewielka. W składzie iłów przeważają minerały ilaste będące produktami wietrzenia chemicznego glinokrzemianów. Dalszymi składnikami są minerały z grupy mik i chlorytów, amfibole i minerały ciężkie powstałe w fizycznym procesie wietrzenia skał. Charakterystyczną cechą skał

iłowych jest ich struktura orzechowata, pryzmatyczna lub słupowa. Z iłów różnej genezy powstają gleby zaliczane do różnych typów, o niekorzystnych właściwościach fizycznych, słabej przewodności i przepuszczalności, lecz dużej pojemności wodnej. Gleby te są ciężkie w uprawie. Do najczęściej spotykanych odmian iłów należą: iły zastoiskowe (warstwowe), rzeczne i inne.

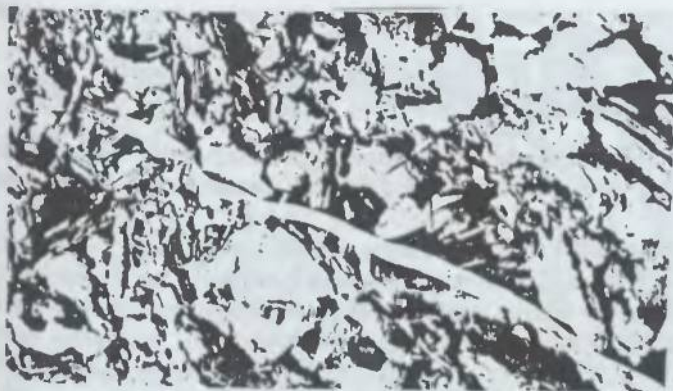
Iły zastoiskowe (warstwowe, lodowcowe) - są to skały powstałe przez osadzanie się materiałów pyłowo-ilastych naprzemianległymi warstwami w przylodowcowych jeziorach zastoiskowych. Warstwa osadzona latem posiada odcień jasny, wykazuje większą miąższość i składa się z materiału grubszego niekiedy nawet piaszczystego. Warstwy ciemne osadzone zimą są cieńsze, składają się z materiałów drobnoziarnistych, a ich barwa pochodzi od nierozłożonych szczątków



Ryc. 8. Ił warwowy - zastoiskowy - skała osadowa luźna powstała przez osadzanie się materiału pyłowo-ilastego naprzemianległymi warstwami; Złocieniec woj. koszalińskie

organicznych i tlenków żelaza. Grubość poszczególnych warstewek jest na ogół nie duża i waha się najczęściej w granicach od 0,5 do 1,0 cm.

Iły rzeczne - powstają w dolnych biegach rzek, w wodach powoli płynących, deltach rzek lub na terenach zalewowych. W warunkach klimatu umiarkowanego skały te mają barwę ciemną na powierzchni, jaśniejszą w głębszych warstwach.



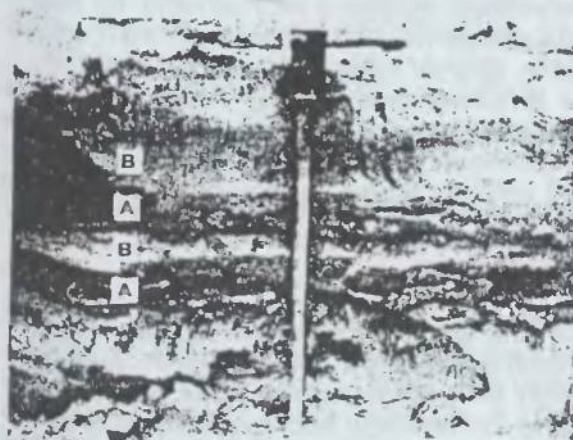
Ryc. 9. Wyszuszony il warwowy wykazuje teksturę łupkowatą; Złocieniec, woj. koszalińskie

Utwory pyłowe różnej genezy - zawierają powyżej 40% części pyłowych (0,1-0,02 mm) i do 50% części splawialnych. Materiał ten najprawdopodobniej powstał w wyniku przesortowania utworów zwałowych, jak również innych utworów przez wody lodowcowe i polodowcowe i osadzenia go w dolinach rzecznych, nieckach jeziornych

i morskich. W tej warstwowanej skale występują minerały i struktura podobna do lessów. Przeważa w nich jednak pył kwarcowo-skaleńniowy, któremu mogą towarzyszyć płytki mik, autogenicznego pirytu, minerały ilaste, wodorotlenki żelaza i szczątki organiczne. Z utworów pyłowych różnej genezy mogą tworzyć się gleby różne pod względem typologicznym.

Zależnie od genezy wyróżnia się: pyły eoliczne, pyły wodnego pochodzenia.

Lessy - są to utwory pochodzenia eolicznego o barwie żółtej odznaczającej się dużą porowatością i zdolnością pionowego pęknięcia. Zawierają przeciętnie 60-80% kwarcu, 10-20% glinokrzemianów oraz pewne ilości węglanu wapnia (średnio 12%) i limonitu. Lessy osadzone w zbiornikach wodnych odznaczają się charakterystycznym warstwowaniem. Pod względem składu mechanicznego lessy są utworami pyłowymi zwykłymi lub ilastymi, zawierającymi przeważnie 60-70% części pyłowych z przewagą frakcji pyłu drobnego (0,05-0,02 mm). Odznaczają się doskonałymi właściwościami fizycznymi a przede wszystkim podsiąkliwością. Zwartość lessów spowodowana jest koloidami mineralnymi, zlepiającymi ziarna kwarcu. W lessach występują często konkracje wapienne (lalki lessowe) oraz pionowe kanały będące śladami łodyg roślin zasypywanych przez osady mineralne.



Ryc. 10. Utwór pyłowy wodnego pochodzenia - warstwowana skała osadowa luźna, widoczne naprzemianległe warstwy
A - warstwa bogatsza w części ilaste,
B - warstwa piaszczysto-pyłowa; Gmina Będzino k. Koszalina

Lessy odwapnione są bogate w brunatny il koloidalny i stanowią substrat dla najlepszych gleb.

2. Skąły okrucuowe scementowane

Wśród skał osadowych okrucuowych scementowanych (zlepionych lepiszczem) wyróżnia się: brekcje i zlepieńce (kamieniste i żwirowe), piaskowce, łowce, łupki ilaste i inne.

Brekcje i zlepieńce (kamieniste i żwirowe). Luźne składniki gruzu dają po scementowaniu brekcje, czyli druzgoty, a scementowane żwiry nazywane są zlepieńcami, czyli konglomeratami. Zlepieńce różnią się od brekcji stopniem obtoczenia ziarn. Druzgoty przedstawiają spojony lepiszczem gruz ostrokrawędzisty, zlepieńce natomiast składają się ze spojonych lepiszczem mniej lub więcej zaokrąglonych odłamków skalnych. Skały te podlegając zwińtrzeniu oraz procesowi glebotwórczemu dają gleby kamieniste i żwirowe.

Piaskowce - są to piaski spojne (zlepione) różnym spoiwem (krzemionkowym, żelazistym, wapiennym, ilastym i innym). Oprócz minerałów allogenicznycu (wytworzonych poza miejscem sedymentacji) charakterystycznych dla piasków, występują w piaskowcach minerały autogeniczne (wytworzone w miejscu sedymentacji), do których należą: kwarc w postaci obwódek autogenicznycu lub samodzielnych ziarn, chalcedon, opal, węglany, glaukonit, skalenie, chloryty, częściowo minerały ilaste.

łowce i łupki ilaste. łowce są to scementowane osady okrucuowe (iły) nie wykazujące kierunkowości w teksturze. łupki ilaste są scementowaną skałą powstałą z iłu wykazującą warstwowanie. Przy wietrzeniu powstają z obu skał zwińtrzeliny ilaste (iły rezydualne), z których pod wpływem procesu glebotwórczego tworzą się gleby łłowe różnych typów

3. Skały osadowe chemiczne

Skały osadowe chemiczne powstają przez wytrącenie niektórych substancji z roztworów wodnych w odpowiednich warunkach geologicznych. Najważniejszymi przedstawicielami tej grupy skał są gipsy i anhydryty, sól kamienna, sole potasowe, ruda darniowa.

Gipsy i anhydryty. Skały te powstały z roztworów wodnych przez odparowanie wody w suchym klimacie z jezior lub częściowo odciętych zatok morskich. Głównymi składnikami są siarczany wapnia - gips i anhydryt. Jako domieszki występują: kwarc, kalcyt, dolomit, minerały ilaste, wodorotlenki żelaza. Skały te są miękkie i łatwo wietrzeją.

4. Skały osadowe organogeniczne

Skały osadowe organogeniczne powstają wskutek nagromadzenia się szczątków organicznych mogących dodatkowo ulec pewnym zmianom chemicznym. Związki znajdujące się w roztworze pobierane są przez organizmy żywe. Po obumarciu tych organizmów i ich sedymentacji związki te stają się materiałem skalotwórczym. Dlatego wśród skał chemicznych wyróżnia się grupę skał biochemicznych (organogenicznych). Najważniejszymi przedstawicielami tej grupy skał mających znaczenie glebotwórcze są skały węglanowe (wapienie, dolomity, margle), torfy i inne. Zakwalifikowanie wielu z nich jako czysto organogeniczne jest bardzo trudne bowiem wiele zawiera substancje pochodzenia organicznego i minerały strącone na drodze chemicznej.



Ryc. 11. Złoże gipsowe oraz rędzina siarczanowa wytworzona z zwietrzeliny gipsu; dolina rzeki Nidy

Wapienie, dolomity i margle różnych formacji geologicznych. W skałach tych zależnie od ogólnej zawartości węglanów oraz części niewęglanowych wyróżnia się:

wapienie - zawierają 90-100% węglanów oraz 0-10% części niewęglanowych;

wapienie margliste - zawierają 67 - 90% minerałów węglanowych oraz 10-33% części niewęglanowych (piasku, frakcji ilowych); **dolomity** - zawierają 90-100% węglanów (wapnia i magnezu) oraz 0-10% części niewęglanowych. W ogólnej ilości węglanów, dolomit stanowi 50-100%, a udziału kalcytu (węglan wapnia) może wahać się w granicach 0-50%;

margle dolomitowe lub **wapienne** - zawierają 33-67% węglanów (magnezu lub wapnia) oraz 67-33% części nie węglanowych (piasku lub frakcji ilowych).

Wapienie i wapienie margliste powstają wskutek nagromadzenia się szczątków organicznych w zbiornikach morskich i śródlądowych, jak również węglanu wapnia w drodze chemicznej lub biochemicznej. W skład ich wchodzi minerały przeważnie kalcytu, aragonitu oraz dolomitu. Sporadycznie występują minerały: illit, piryty, glaukonit, a także buły krzemienne, chalcedon, tlenki glinu i żelaza, kwarc, skalenie.

W zależności od miejsca powstawania i genezy wyróżnia się: muszlowce, wapienie rafowe, kredę, wapienie jeziorne, wapienie oolityczne.

Odmiany skał wapiennych pochodzenia morskiego, zasobne w minerały ilaste, są zaliczane do margli, a bogate w krzemionkę do opok. Zawartość całkowita węglanów decyduje o wartości margli. Czystość margli może być zróżnicowana nawet w tym samym złożu. Najczęściej spotykanymi zanieczyszczeniami jest il, piasek lub pył oraz substancja organiczna. Wapienie i margle dewońskie, jurajskie i trzeciorzędowe, jak również wapienie i margle innych formacji geologicznych charakteryzują się na te-



Ryc. 12. Złoże kredy pojeziornej (wapna łąkowego) miąższość około 150 cm, poniżej widoczne podłoże zbudowane z osadów lodowcowych - zwałowych, przy łopacie widoczny otoczek; jezioro Miedwie, woj. szczecińskie

renie kraju, w porównaniu ze skałami formacji kredowej, większą na ogół twardością. Gleby wytworzone z tych skał są na ogół płytkie, silnie szkieletowe i mniej produktywne. Podobne właściwości wykazują na ogół gleby wytworzone z dolomitów - głównie rędziny początkowego stadium rozwojowego o niewykształconym profilu.

Związki wapnia, które były rozpuszczone w wodzie i przeniesione zostały z nią do jakiegoś jeziora lub innego zbiornika gdzie wytrąciły się z roztworu, nazywane są **kredą pojeziorną** lub **wapnem łąkowym**. Wytrącanie się węgla wapnia może być czysto chemiczną reakcją w wyniku utraty dwutlenku węgla z kwaśnych węglanów względnie może nastąpić w wyniku działalności pewnych roślin lub zwierząt tworzących muszle. Najczęściej związki te akumulują się na dnie zbiorników jako miękkie papkowaty materiał. W terenie podściela on mursze i torfy w pobliżu brzegów i w łóżyku jezior.

Warstwa murszu lub torfu przykrywająca kredę pojeziorną może mieć miąższość od kilku cm do kilku metrów. W województwie szczecińskim największe złoże kredy pojeziornej znajdują się nad jeziorem Miedwie.

Torfy i węgle brunatne. Torfy są skałami organogenicznymi zbudowanymi z nałożonych na siebie warstw obumarłych resztek roślin w warunkach beztlenowych, storfiałych i wzbogaconych w węgiel organiczny. Wszystkie torfy odznaczają się różnym stopniem rozłożenia i humifikacji, z czym wiążą się specyficzne właściwości. Odznaczają się one dużą pojemnością sorpcyjną i niewielką przepuszczalnością wodną, słabym przewodnictwem ciepła. Ich ciężar właściwy i objętościowy (gęstość właściwa, gęstość objętościowa) jest zazwyczaj niewielki. Wśród torfów wyróżnia się: torfy torfowisk niskich, torfy torfowisk wysokich, torfy torfowisk przejściowych.



Ryc. 13. Eksploatacja złoża kredy pojeziornej (wapna łkowego) dla celów rolniczych nad jeziorem Miedwie, woj. szczecińskie

Torfy torfowisk niskich. Torfowiska niskie powstają w przepływowych dolinach rzecznych i jeziorach w warunkach nadmiernej wilgotności, przy udziale ruchomych wód powierzchniowych bogatych w mineralne roztwory i zawiesiny. Odczyn tych torfów jest słabo kwaśny lub obojętny. Odznaczają się one stosunkowo wysoką popielnością dochodzącą do 25% suchej masy. Głównymi składnikami popiołu są związki fosforu (często w postaci minerału wiwianitu), wapnia i potasu. Glebotwórcza jakość torfów niskich zależy między innymi, od zespołów roślinnych biorących udział w ich tworzeniu i dlatego wśród torfów niskich wyróżnia się torfy trzcinowe powstające ze szczątków trzcin, torfy turzycowe zwykle drobnowłókniste i szaro-brunatne, torfy olszynowe i torfy brzożowe, które zalicza się do tzw. torfów niskich leśnych. Torfy olszynowe są zazwyczaj lepiej rozłożone od torfów brzożowych. Wszystkie są najczęściej zasobne w składniki pokarmowe roślin.

Wśród torfów torfowisk niskich wyróżnia się także torfy darniowe (dolinowe) o dużym stopniu zamulenia i odznaczające się stosunkowo znaczną ilością składników odżywczych.

Torfy torfowisk wysokich tworzą się w bezodpływowych zagłębieniach, w których nagromadzają się i pozostają bez ruchu wody opadowe ubogie w sole mineralne. Charakterystycznymi cechami morfologicznymi torfowisk wysokich są między innymi: mniej lub więcej kopulasty kształt torfowiska oraz kępkowo dolinkowe ukształtowanie powierzchni. Torf wysoki jest słabo wysycony zasadami i odznacza się niską popielnością 5-7%. W skład zespołów roślinnych tworzących torf torfowisk wysokich wchodzi poza mchami sfagnowymi, między innymi welnianka pochwowa, bagno, pijanica. Stopień rozkładu warstw górnych torfu torfowisk wysokich nie przekracza zazwyczaj 20%, a w warstwach głębszych waha się w granicach 40-60%. Torfy torfowisk wysokich przedstawiają praktycznie niewielką wartość uprawową i są sporadycznie użytkowane pod uprawy specjalne (np. pod plantacje żurawiny). Najczęściej eksploatuje się je w celach opałowych, do produkcji ściółki torfowej, nawożenia organicznego itp. Ich znaczenie przyrodnicze polega na dużej zdolności retencyjnej.

Tab. 8. Skala do oznaczania stopnia rozkładu torfu

Wyciskana woda, jej ilość i zabarwienie	Wygląd torfu pozostałego w dłoni	Obecność i wyciskanie się humusu	Skala stopnia rozkładu torfu	Rozkład w %
Woda wyciska się strumyczkiem, jest bezbarwna, czysta lub prawie czysta	torf wołokowaty, włóknisty, gąbczasty, wyraźnie widoczne szczątki roślin silnie ze sobą powiązane	humusu nie widać, torf przypomina zleżale zbite szczątki roślin, bez żadnych dodatków	H ₁	5
Wody wyciska się dużo, jest ona nieco mętna lub żółtawa	torf wołokowaty, gąbczasty lub włóknisty, resztki roślin wyraźnie widoczne, powiązania ze sobą szczątków silne	szczątki roślin torfotwórczych jakby przybrudzone ciemną słabo widoczną substancją	H ₂	15
Woda wyciska się w dużej ilości, jest wyraźnie mętna lub brunatna, w kropli wody widać liczne ciemne punkciki humusu	torf gąbczasty, włóknisty, z łatwo rozpoznawalnymi szczątkami roślin; powiązanie szczątków słabsze	w torfie widać ciemną masę nasycającą resztki roślin, masa wydziela się razem z wodą, powodując jej zmętnienie	H ₃	30
Woda wyciska się w postaci oddzielnych kropeł, krople są silnie mętne, z dużą ilością ciemnych kropeczek humusu, które nasycają prawie całą kroplę	torf po wyciśnięciu mało elastyczny, rozcierany w palcach częściowo przemienia się w bezpostaciową masę czarną lub brunatną, szczątki roślin przeważnie drobne	humus wyraźnie widoczny, wydziela się z wodą w postaci drobniutkiej zawiesiny, tworzy ciemne tło torfu, między palcami się nie wyciska	H ₄	40
Wyciska się kilka ciemnych i gęstych kropeł wody z dużą ilością humusu	szczątki roślin zamazane, ale rozpoznawalne, rozdrobnione na małe kawałki (włókienka), niektóre szczątki w większych kawałkach	humusu jest dużo, wypełnia on wyciśniętą ciecz oraz wyciska się w małej ilości w postaci błotka ukazującego się najczęściej między wierzchołkami palców zaciśniętej dłoni	H ₅	50
Wody wyciska się bardzo mało najczęściej w postaci ciemnej, gęstej i mazistej cieczy, która nie kapie, lecz spływa po krawędzi dłoni	szczątki roślin przeważnie bardzo drobne, wyraźniejsze po wyciśnięciu, w palcach rozcierają się i przekształcają się w nierozpoznawalną masę	humus oraz drobniutkie szczątki silnie rozłożonego torfu wyciskają się między palcami w postaci ciemnej pasty, ilość wyciśniętej masy wynosi 1/3 próbki	H ₆	60
Zamiast wody wyciska się mazista masa	niektóre szczątki roślin niekiedy jeszcze rozpoznawalne (drewno, trzcina i inne), rozróżnić je można przy staranym przegłądaniu próbki	rozłożona masa torfowa wyciska się między palcami w ilości 1/2 próbki	H ₇	powyżej 60
Wody nie wyciska się	torf przypomina ciemną jednolitą masę, w której spotykamy czasem kawałki drewna, włókna itp.	rozłożona masa torfowa wyciska się w ilości 2/3 próbki	H ₈	powyżej 60
Wody nie wyciska się	torf w postaci jednolitej ciemnej masy, bez rozpoznawalnych szczątków roślinnych	wyciska się prawie cała masa torfowa	H ₉	powyżej 80
Wody nie wyciska się	torf przypomina ciemną jednolitą masę	cała ilość wziętej do ręki masy torfowej wyciska się między palcami	H ₁₀	powyżej 80

Tab. 9. Podział utworów organicznych według stanu zhumifikowania i związanej z nim struktury (wg Okruszki 1974)

Stopień rozkładu	Struktura	Nazwa utworu według genezy
Utory słabo rozłożone, rozkład do 30%	gąbczasta	torfy mszarne mszysto-darniowe (torfy z mszakami)
	włóknista	torfy turzycowiskowe szuwarowe (torfy zielone, bez mszaków)
Utory średnio rozłożone, rozkład 30-60%	amorficzno-gąbczasta	torfy mszysto-darniowe
	amorficzno-włóknista	torfy turzycowiskowe szuwarowe, torfomuty szuwarowe
	kawałkowa	torfy olesowe brzezinowe
Utory silnie rozłożone, rozkład powyżej 60%	kawałkowo-amorficzna	torfy olesowe (różne torfy z drewnem), torfomuty olesowe
	amorficzna	torfy różne, muly

Tab. 10. Dane dotyczące zatorfienia Polski (wg M. Jasnowskiego 1975)

Polska	Zatorfienie %	Rozprzestrzenienie torfowisk		Powierzchnia torfowisk			Zasoby torfu		
		ilość	%	ha	%	wielkość średnia ha	tys. m ³	%	średnia miąższość m
Północna	7,7	36498	74,2	826773	64,9	22,7	12939339	71,8	1,56
Środkowa	3,2	11873	24,3	424664	33,0	35,6	4790810	26,7	1,11
Południowa	0,4	774	1,5	26757	2,1	34,5	276042	1,5	1,02
Razem	4,1	49145	100,0	1279194	100,0	26,0	18006191	100,0	1,41



Ryc. 14. Torfowisko wysokie w Reptowie k. Stargardu Szczecińskiego; wydobyty na powierzchnię torf

Torfy torfowisk przejściowych odznaczają się właściwościami pośrednimi między torfami torfowisk wysokich i torfami torfowisk niskich. W podłożu torfowisk przejściowych leży przeważnie torf niski.

Wśród torfowisk przejściowych wyróżnia się między innymi torfy turzycowe, jak również torfy leśne (sosnowo-brzozowe). Stopień rozkładu torfu przejściowego jest zazwyczaj mały.

Tab. 11. Klucz do oznaczania skał osadowych okruchowych (wg B. Dobrzańskiego)

Forma	Struktury			Tekstura	Główne minerały	Inne cechy	Nazwa skały
	wielkość ziarn	kształt ziarn	stosunek wielkości ziarn				
Luzna	zwirowa, kamienista	ostrokrawędziste	różnoziarnista	bezlądna	okruchy skał magmowych, metamorficznych, wapieni, dolomitów	w terenie tworzy z reguły usypiska u podnóży stoków górskich	gruz skalny
	piaszczysta	obtoczone			kwarc, czasem skalenie, łuszczyki	tworzy zwirowiska, zalega dna potoków górskich i wybrzeża mórz	żwir, otoczaki
		pylasta	makroskopowo niewidoczne		najczęściej równoziarnista	kwarc, miki	osady transportowane i osadzone w wodzie, łatwo dają się rozcierać w palcach; nie wcierają się w pory skóry; brak plastyczności w stanie wilgotnym
	ilasta	kwarc, kalcyt, miki				skała pochodzenia eolicznego; w terenie tworzy urwiste, pionowo spękane ściany; obecność nacieków wapiennych i konkrecji - łaleczek lessowych; burzy z HCl	less
		minerały ilaste, kwarc				w stanie suchym bardzo twardy, zbity; w stanie wilgotnym lepki i plastyczny, a po podciągnięciu paznokciem daje lśniąca powierzchnię rysy	il
		minerały ilaste, piaski, żwiry, glazy				występują charakterystyczne glazy pochodzenia północnego (skały magmowe i metamorficzne), różnej wielkości, najczęściej dobrze obtoczone, nieraz z charakterystycznymi rysami lodowcowymi	głina zwalowa
	utwór różnoziarnisty	ziarna obtoczone	różnoziarnista		jak w skale wietrzejącej	większe ziarna, żwir i glazy ostrokrawędziste	głina wietrzeniowa
		ziarna ostrokrawędziste			minerały ilaste, piaski, żwiry, glazy	ziarna różnej wielkości dobrze obtoczone	głina wodnego pochodzenia
		ziarna obtoczone			okruchy skał magmowych, metamorficznych, wapieni, dolomitów	ostrokrawędziste okruchy scementowane spowem ogładzone ziarna zlepione spoiwem	druzgół (brekcja) zlepieniec (konglomerat)
Zwięzła	zwirowa, kamienista	ostrokrawędziste	równoziarnista	warstwowa	kwarc, czasem skalenie, łuszczyki	zwięzłość i zabarwienie skały zależy od rodzaju spoiwa; w zależności od spoiwa wyróżnia się piaskowiec: krzemionkowy, żelazisty, ilasty, wapienisty i inne	piaskowiec
	piaszczysta	obtoczone			kwarc, skalenie, kalcyt	scementowane utwory pyłowe i lessy	pyłowiec
	pylasta				minerały ilaste, kwarc	wyraźne warstwowanie i zdolność do rozdziałania się na cienkie płytki, nieznaczna twardość	iłowiec, łupek ilasty
Zbita	ilasta						

*podział piasków ze względu na ich genezę podano w tab. 12

Tab. 12. Klucz do oznaczania piasków różnego pochodzenia

Cechy wyróżniające	Piaski				
	wodne		lodowcowe (glacjalne), wodnolodowcowe (fluwio-glacjalne)	eoliczne	wietrzeniowe
	morskie	rzeczne			
Minerały	kwarc $\pm$ glaukonit, w czwartorzędowych (Bałtyk) $\pm$ skalenie	kwarc $\pm$ skalenie	kwarc, skalenie i minerały ciemne powyżej 10%	kwarc, $\pm$ skalenie	duża ilość minerałów barwnych
Obróbka mechaniczna i połysk ziarn	przewaga ziarn słabo obrobionych; ziarna błyszczące	ziarna o różnym stopniu obróbki mechanicznej; w Polsce Wschodniej obtoczone, matowe, w Południowej podobne do morskich	ziarna o słabej obróbce mechanicznej, wśród ziarn obtoczonych spotykane są o powierzchni matowej	ziarna obtoczone, matowe	okruchy bez obróbki mechanicznej
Wielkość ziarn	gruboziarniste do drobnoziarnistych	średnioziarniste	gruboziarniste	średnioziarniste	gruboziarniste
Wysortowanie	dobre	dobre	słabe	dobre	-

B. Skąły przeobrażone

Skąły przeobrażone, zwane metamorficznymi, powstają z przeobrażenia skał magmowych lub osadowych pod wpływem zmian ciśnienia i temperatury, zachodzących w głębszych częściach skorupy ziemskiej.

Stopień przeobrażenia skały zależy od głębokości zanurzenia skały w głąb skorupy ziemskiej, charakteru i właściwości skały oraz czasu w ciągu którego przebiegało jej przeobrażenie.

Wyróżnia się trzy strefy metamorfizmu:

Strefę **kata** - najgłębszą, gdzie skały poddawane są działaniu najwyższych temperatur i ciśnieniu hydrostatycznemu ulegając tam największym przeobrażeniom. Z granitów i piaskowców powstają gnejsy. Ze skał magmowych zasadowych - amfibolity, z wapieni - marmury.

Strefa **mezo** - środkowa. W warunkach niższego ciśnienia i temperatury powstają różnego rodzaju łupki zbudowane z minerałów krystalicznych, łuseczkowatych lub pręcikowatych, równoległe do siebie ułożonych.

Strefa **epi** - powierzchniowa. Charakteryzuje tę strefę niska temperatura i ciśnienie jednokierunkowe. Powstają w niej skały drobno łupkowe zwane filitami.

Struktura skał przeobrażonych

Struktury skał przeobrażonych określa się jako krystaliczne - krystaloblastyczne. Wyróżnia się następujące rodzaje struktur: ziarnistą, blaszkowatą, słupkowatą i pręcikowatą. Skały przeobrażone o dużej ilości kwarcu i skaleni mają strukturę ziarnistą, o przewadze mik charakteryzują się strukturą blaszkowatą, a zbudowane z amfiboli i piroksenów mają strukturę pręcikowatą lub słupkowatą.

Tekstury skał metamorficznych

Tekstury skał metamorficznych są teksturami kierunkowymi. Najbardziej rozpoznawalną jest tekstura łupkowa. większość skał metamorficznych nazywamy łupkami. Teksturą pasową charakteryzują się niektóre gnejsy. W skale o takiej teksturze obserwujemy warstewki o różnym składzie mineralnym. Tekstura oczkowa charakteryzuje się występowaniem ziarn lub zespołów mineralnych owalnego kształtu i jasnej barwy na ciemniejszym tle. Teksturę bezładną posiadają marmury i kwarcyty.

Do najpospolitszych skał metamorficznych mających w Polsce znaczenie glebotwórcze należą: gnejsy, amfibolity, łupki krystaliczne, marmury, kwarcyty i inne.

Tab. 13. Klucz do określania skał osadowych chemicznych i biochemicznych (wg B. Dobrzańskiego)

Reakcja z HCl	Struktura	Tekstura	Barwa	Cechy wyróżniające	Nazwa skały
Wyraźne burzenie z HCl na zimno	biomorficzna	bezludna	różna	skupienie muszli różnych mięczaków	wapień muszlowy
			biała, żółta, różowa, szara	skupienie okrągłych muszelek, przypominających monety	wapień numulitowy
			biała, szara, żółta, różowa	skała w przeważającej masie zbudowana z resztek koralali	wapień koralowy
			różna	widoczne resztki wodorostów morskich, często w postaci dużych skupień kulistych; rzadkie okazy szkielecików zwierzęcych	wapień litotamniowy
	biomorficzno-detyfowa	czasami warstwowa	ciemna, brunatna do czarnej	obok resztek roślinnych roślin „kwaśnych” (turzyce, sitowie, skrzypy, olcha) węglanowe namuły mineralne oraz resztki zwierząt; znaczny stopień zwęglenia	torf torfowiska niskiego
		porowata	różna	po reakcji z HCl pozostaje substancja ilasta (30-60% początkowej ilości skały)	margiel
			biała	łatwo rozciera się w palcach na biały proszek	kreda pisząca
			ciemna	charakterystyczny zapach węglowodorów, szczególnie po podgrzaniu	wapień bitumiczny
			biała, szara, siwa	po reakcji z HCl skała nie rozpada się; rozkruszona i roztarta wykazuje skład piasku; w powiększeniu widać liczne ślady resztek gąbek	opoka
Z HCl nie burzy	biomorficzno-detyfowa	zbita	biała, szara, żółta, różowawa	twarda, zbita skała, o większej gęstości właściwej w porównaniu z innymi wapieniami, często widać wyraźne kryształy	wapień krystaliczny
			jasnobrązowa, szara	z HCl burzy po sproszkowaniu	dołomit
			szarobrunatna, brązowa, czarna	występuje w postaci bul i kongrekcji o twardości ok. 5	fosforyt
			różna	tworzy buły o nieregularnych kształtach; rozłupany daje okruchy o ostrych krawędziach; uderzony metalem iskrzy; przy znacznym powiększeniu można rozpoznać budowę skrytokrystaliczną, twardy	krzemień
			najczęściej brunatna	układ warstwowy; inne cechy jak u krzemienia	rogowiec
	biomorficzna	porowata	jasnoszara, żółta, rdzawa	skała bardzo lekka, czasem pływa po wodzie; rozkruszona i roztarta daje materiał gliniasto-piaszczysty	geza bezwapienna
			jasnobrązowa, żółtawa	wyraźnie widoczne mchy, głównie sfagnowe; brak namulców; rozkład (zwęglenie) słabe	torf torfowisk wysokich
			ciemna, brunatna do czarnej	obok resztek roślinnych roślin „kwaśnych” (turzyce, sitowie, skrzypy, olcha) namuły mineralne oraz resztki zwierzęce, znaczny procent zwęglenia	torf torfowisk niskich
	rozno-ziarnista	zbita	żółtobrązowa, brązowa	występuje w postaci kulistych skupień (buły) o średnicy od kilku do kilkudziesięciu cm; równie często tworzy pokłady	ruda żelaza (darniowa, łukowa)
	ziarnista		bezbarwna, żółta, szara	obok charakterystycznych wydłużonych kryształów gipsu (często bliźniaki) występuje substancja ilasta, marglista, sól kamienna	gips

Tab. 14. Klucz do oznaczania skał przeobrażonych (wg B. Dobrzańskiego)

Tekstura	Struktura	Barwa	Skład mineralny	Inne cechy	Nazwa skały
Kierunkowa (łupkowa, pasowa, oczkowa)	ziarnista; minerały dobrze widoczne gołym okiem	ciemnoszara, czerwona o różnych odcieniach zależnych od wzajemnego stosunku poszczególnych minerałów	kwarc, ortoklaz lub plagioklaz, miki, amfibol rzadziej chloryt, talk, piroksen, granat	pod względem składu mineralnego podobny do granitu, rzadziej do sienitu i diorytu czasem widoczne soczewkowate „oczka” skaleni obwiedzione minerałami ciemnymi; układ minerałów jest jednokierunkowy, budowa najczęściej pasowa	gnejs
	drobne warstewki; minerały widoczne gołym okiem	czarna, szara	muskowit, biotyt, kwarc, granat	wyraźnie zaznaczona łupkowatość; uwarstwienie drobniejsze niż u gnejsów, trudno widoczne gołym okiem; możliwość oddzielenia nożem poszczególnych blaszek miki; powierzchnie łupkowatości błyszczące	łupek mikowy (muskowitowy, biotytowy, dwumikowy)
	drobne warstewki; minerały niewidoczne gołym okiem	różna: szara, czarna, zielonawa, czerwona, fioletowa	kwarc, serycyt, chloryt	wyglądem przypomina łupek ilasty, różni się od niego dużą twardością i jedwabistym połyskiem na przełamie	filit
	drobne warstewki; minerały niewidoczne gołym okiem	zielona w różnych odcieniach	talk, chloryt, serycyt	skała miękka, tłusta w dotyku	łupek talkowy
	drobne warstewki; minerały widoczne gołym okiem	zielonawa	chloryt, plagioklaz kwaśny, amfibole	skała miękka	łupek chlorytowy
Bezkie-runkowa masywna	slupkowata, pręcikowata; minerały widoczne gołym okiem	ciemnozielona do czarnej	amfibol, plagioklaz, granat	wyraźne, mające wpływ na budowę całej skały igły amfibolu	amfibolit
	ziarnista; kryształy dobrze widoczne gołym okiem	różna	kalcyt, dolomit	burzy z HCl; łatwo daje się zarysować nożem	marmur
	ziarnista; ziarna niewidoczne gołym okiem	różna, najczęściej jasna	kwarc, miki jasne	duża twardość (7) przy uderzeniu wydaje dźwięk, często na powierzchni odłamków skalnych występują szczotki kwarcowe	kwarcyt
	ziarnista, czasem włóknista; minerały trudno widoczne	ciemnozielona, czasem brunatna lub czerwona	serpentyń		serpentyń

Gnejsy mają skład mineralny zbliżony do granitów, jednak różnią się nieco od nich. Obok wyraźnej przewagi kwarcu, skaleni i mik występują również hornblenda, granat, turmalin i inne. Skąły te są zazwyczaj drobno lub średnio ziarniste rzadziej gruboziarniste lub porfirowate. Przez przeobrażenie kwaśnych skał magmowych powstają **ortognejsy**. Metamorfiza skał osadowych powoduje powstanie **paragnejsów**. W zależności o składu mineralnego wyróżnia się gnejsy muskowitowe, biotytowe, dwumikowe, hornbledowe i augitowe. Gnejsy wietrzeją łatwiej od odpowiednich skał nie zmetamorfizowanych. W zależności o uziarnienia powstaje zwietrzelina bardziej lub mniej gruboziarnista. Zwietrzelina ortognejsów jest bogatsza w składniki pokarmowe od zwietrzliny granitu.

Amfibolity składają się głównie z hornblendy i minerałów towarzyszących: plagioklastu, kwarcu, biotyty, granatu. Skład chemiczny jest podobny do gabra. Są to skały litowe, zazwyczaj średnio i drobnoziarniste, rzadziej gruboziarniste, barwy ciemnej, szaro-zielonej do czarnej.

Marmury są to skały krystaliczne powstałe wskutek metamorfizmu termicznego skał węglanowych. Składają się głównie z kalcytu, inne minerały występują w niewielkich ilościach. Kryształy są zazwyczaj średnio lub drobnoziarniste, barwy białej, szarej, różowej lub są zabarwione wstęgowo. Z marmurów powstaje zwietrzelina drobnoziarnista, zawierająca również większe odłamki. Gleby powstałe z marmurów mają na ogół niewielką miąższość.

Łupki krystaliczne są to skały metamorficzne o strukturze krystalicznej i silnie zaakcentowanej teksturze łupkowej. W ich składzie mineralogicznym przeważają minerały blaszkowate, jak miki, choryt, talk itp. Powstają ze skał ilasto piaszczystych w wyniku ich zmetamorfizowania, głównie po wpływie ciśnienia. Zwietrzelina ich jest zazwyczaj bogata we frakcje ilu koloidalnego i frakcje pyłowe. W górnej części zwietrzliny brak prawie zupełnie odłamków skalnych, gdy w dolnej występują w dużych ilościach i wywołują zbitość zwietrzliny oraz procesy glejowe.

Kwarcyty powstają pod działaniem wysokiej temperatury z piaskowców o spoiwie krzemionkowym. Kwarcyty są bardzo odporne na wierzanie.

C. Nowożytnie dzieje skorupy ziemskiej

Nowożytnie dzieje skorupy ziemskiej, czyli **erę kenozoiczną**, rozpoczyna **trzeciorzęd** - okres starszy tej ery.

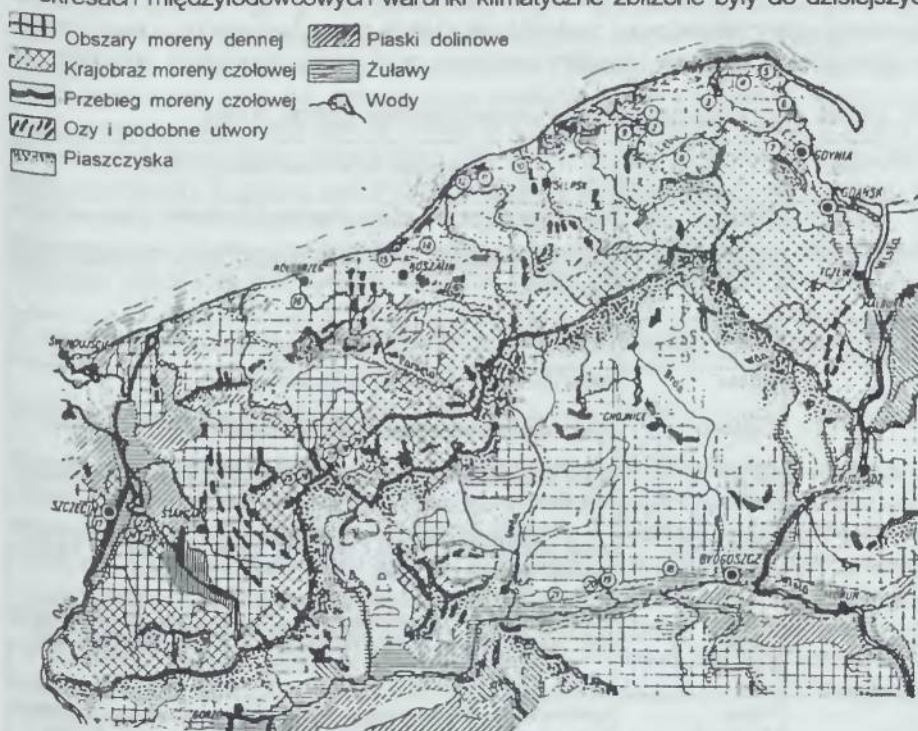
Czwartorzęd jest młodszym okresem ery kenozoicznej i najmłodszym w historii Ziemi. Obejmuje dwa podokresy: starszy zwany **plejstoceni** lub dyluwialnym i młodszy zwany **holoceni**, czyli aluwialnym.

Rozkład lądów i mórz w czwartorzędzie ulegał bardzo nieznacznym zmianom w porównaniu z okresami starszymi. Nie było także większych zmian w składzie flory i fauny. Okres ten trwa zaledwie około 2,5 miliona lat.

Za początek czwartorzędu przyjmuje się pierwsze wśród kilku silnych ochłodzeń, które bardzo wyraźnie zaznaczyło się w Europie, północnej Azji, Ameryce Północnej. Po tym pierwszym ochłodzeniu nastąpiły kilkakrotnie dalsze, rytmicznie powtarzające się zmiany klimatu. W okresach zimnych rozwinęły się wielkie pokrywy lodowe (lądolody) obejmujące środkową i północną część Europy, a w tym prawie cały obszar Polski. Pokryta została lodem również część północnej Azji, część Ameryki Północnej i Południowej. Obszar Nowej Zelandii oraz Australia i niewątpliwie do po dziś dzień pokryta lodem Antarktyda.

Stwierdzono, że nie tylko w Polsce ale i w Europie oraz Ameryce Północnej były co najmniej 3 lub nawet 4 epoki lodowe przedzielone 2 - 3 okresami międzylodowcowymi. W

czasie epok lodowych klimat był zbliżony do panującego dzisiaj pod biegunami, natomiast w okresach międzylodowcowych warunki klimatyczne zbliżone były do dzisiejszych.



Ryc. 15. Utwory lodowcowe ostatniego zlodowacenia na terenie Pomorza

Zlodowacenie najstarsze, które objęło nieznaczne obszary północnej i środkowej Europy, zdaje się nie nawiedziło w ogóle Polski, bądź ślady jego obecności zostały zniszczone i przykryte przez następne zlodowacenia.

Podczas zlodowacenia drugiego, zwanego południowo-polskim lub krakowskim, lądolód, który przybył ze Skandynawii pokrył niemal całą Polskę, gdyż czoło o grubości ok. 1000 m przekroczyło nawet brzeg Karpat docierając prawie do 450 m n.p.m.

Podczas zlodowacenia trzeciego zwanego środkowo-polskim, lądolód skandynawski osiągnął Polskę środkową docierając mniej więcej do linii Śląsk - Częstochowa - Góry Świętokrzyskie - Włodawa. Najmniejszy zasięg miało najlepiej znane zlodowacenie bałtyckie, gdyż doszło tylko do linii Głogów - Poznań - Płock - Augustów. Pod wpływem natarcia lodów z północy zarówno zwierzęta jak i rośliny wycofały się na południe bądź też w obszary górskie nie objęte zlodowaceniem i tam przeżywały epokę lodową, potem po stopieniu lodów wędrowały z powrotem na swe dawne obszary. Zwierzęta obdarzone większą swobodą ruchu ucierpiały niewiele, natomiast niektóre gatunki zwierząt i roślin w razie napotykania na swej drodze przeszkody, np. wielkiego pasma górskiego, musiało się przystosować do zimna lub zginąć. Mniej więcej 12000 lat temu lodowce opuszczają Polskę wycofując się stadiami ku północnej części Półwyspu Skandynawskiego. Zaczyna się po dziś dzień trwający podokres zwany holocenem (czyli aluwium).

Pozostawione przez lodowce i wody powstałe z ich wytapiania się osady czwartorzędowe odznaczają się dużą zmiennością a ich rozmieszczenie poziome wielką nieregulo-

larnością. Pod względem genezy osady czwartorzędowe można podzielić na trzy grupy, a mianowicie osady akumulacji lodowcowej obejmujące utwory dennolodowcowe, czołowo-lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe. Osady akumulacji wodnej; utwory rzeczne, rzeczno-jeziorne, morskie i bagienno-jeziorne oraz osady akumulacji eolicznej.

Tab. 15. Tablica chronologiczna Ziemi z uwzględnieniem litologii Polski

Era	Okres	Epoka	Wytworzyły się w Polsce między innymi:
Kenozoiczna	Czwartorzęd	Holocen	torfy, kreda pojeziorna, utwory aluwialne i deluwialne, piaski wydymowe
		Plejstocen 0,02*	piaski i gliny zwałowe, utwory fluwiogłacjalne, lessy i inne utwory polodowcowe
	Trzeciorzęd	Pliocen 1	ity poznańskie, bazalty góry św. Anny
		Miocen 12	piaski i ity brunatnowęglowe, ity krakowieckie
		Oligocen 28	piaski szczecińskie, ity septariowe, ity toruńskie
		Eocen 40	osady zatokowe k. Szczecina, flisz podhalański, zlepieńce pienińskie z numulitami
		Paleocen 60*	
Mezozoiczna	Kreda	Górna Kreda	piaski glaukonitowe, margle i opoki pld. Polski, piaskowce k. Kłodzka, niektóre wapienie pld. Polski
		Dolna Kreda 130	
	Jura	Malm	wapienie Tatr, łupki czarne w Karpatach, niektóre dolomity, anhydryty na Niziu Polskim, ity i łupki ilaste (rudonośne) w Górach Świętokrzyskich
	Trias	Dogger	
		Lias 155	niektóre wapienie i dolomity pld. Polski, piaskowce i zlepieńce z rudami żelaza, łupki czerwone i zielone z gipsem, ity pstry na Niziu Polskim
Paleozoiczna	Perm	Kajper	niektóre wapienie i dolomity pld. Polski, piaskowce i zlepieńce z rudami żelaza, łupki czerwone i zielone z gipsem, ity pstry na Niziu Polskim
		Wapień muszlowy	
		Piaskowiec pstry 185	
	Karbon	Górny Perm	gipsy k. Buska Zdroju, wapienie z ołowiem i cynkiem, sól kamienna, zlepieńce świętokrzyskie, piaskowce z węglem, porfiry i melaury dolnośląskie
		Dolny Perm 210	
	Dewon	Górny Karbon	granit Tatr, węgiel kamienny, wylewy porfirów, metaforów i diabazów, wapienie z fauną ryb, szarogłazy na Dolnym Śląsku, wapienie bitumiczne
		Dolny Karbon 265	
Archeozoiczna - Proteozoiczna	Sylur	Górny Devon	wapienie i dolomity okolic Kielc, kwarcyty dolnośląskie, wapienie okolic Krakowa, niektóre piaskowce, perydodyty i gabro w Sudetach
		Środkowy Devon	
	Kambry	Dolny Devon 320	
		Gotland	wapienie ilaste i bitumiczne, łupki ilaste z graptolitami na Niziu Polskim, ilowce wapienne z fauną morską
		Ordowik 440	
Archeozoiczna - Proteozoiczna	Prekambry	Górny Kambry	szarogłazy i kwarcyty Gór Świętokrzyskich, niektóre diabazy Dolnego Śląska, wapienie ilaste z koralami, wapienie k. Wojcieszowa, łupki chłorystowe w Sudetach
		Dolny Kambry 520	
Archeozoiczna - Proteozoiczna	Prekambry		gnejsy i kwarcyty Karkonoszy, utwory piaszczyste łupkowe Gór Świętokrzyskich, skały krystaliczne Beskidów
			Sowie Góry i masyw Śnieżka, gnejsy oczkowe, amfibolity i łupki mikowe w Sudetach

*czas trwania epok i okresów w milionach lat wg J. Putnam Marble, 1950.

Holocen

Holocen stanowi górny oddział czwartorzędu. Z punktu widzenia klimatycznego rozwoju świata organicznego jak również różnych zjawisk przyrodniczych panują w holocenie te same warunki co w plejstocenie i dlatego pojęcie granicy między tymi podokresami jest umowne. Istnieje duża analogia między okresami międzylodowcowymi a holocenem. Cały obszar Polski w czasie holocenu podlega z jednej strony procesom denudacyjnym niszczącym powierzchnię, wśród których erozja jest głównym czynnikiem, z drugiej zaś strony procesom akumulacyjnym dążącym do wyrównania powierzchni. Materiał wietrzeniowy znajdujący się na wzniesieniach, zostaje przeniesiony głównie transportem wodnym w obręb zagłębień i dolin rzecznych. Powstają osady rzeczne, rzeczno-jeziorne, osady morskie, utwory jeziorno-bagienne.

D. Ważniejsze czynniki formujące pokrywę powierzchni Ziemi na Pomorzu

1. Osady zwałowe i pokrewne

Lodowiec posuwał się naprzód dostosowując się do rzeźby okupowanego terenu. Wznosił się on na wzgórza, często i na góry z zadziwiającą łatwością. Posuwając się spychał nie tylko istniejącą zwietrzelinę łącznie z pokrywą glebową, lecz również niwelował wzgórza, zasypywał doliny i w niektórych przypadkach rozcierał, kruszył i rozsypywał podłoże skalne. Dzięki temu lodowiec zabierał z sobą szczątki (odłamki skalne), które osadzał również na swej powierzchni i pchał ich masę przed sobą. W końcu kiedy lodowiec stopniał i teren uwolnił się z okrywy lodowej, materiały nanie-sione przez lodowiec pozostały na miejscu, dając nową zwietrzelinę i świeży materiał macierzysty do formowania gleb.

Materiały osadzone bezpośrednio przez lodowce są nazywane pospolicie zwałowymi, lodowcowymi. Stanowią one mieszaninę silnie zróżnicowaną, szczególnie pod względem uziarnienia. Gлина zwałowa występująca pospolicie na terenach polodowcowych jest typowym przykładem takich heterogenicznych utworów.

Utwory zwałowe tworzą najczęściej nieregularne osady zwane morenami różnego typu.

Moreny czołowe - zwane również końcowymi, zbudowane są z materiałów zakumulowanych na przedpolu jeziorów lodowca w miejscu jego postoju. Moreny czołowe znaczą najdalszy południowy zasięg poszczególnych jeziorów lodowca.

Morena denna - Najbardziej charakterystycznymi osadami czwartorzędowymi i najczęściej wśród nich spotykanymi są osady denno-lodowcowe zwane również moreną denną. Morena denna charakteryzuje się bardziej płaskim ukształtowaniem terenu będącego skutkiem pozostawiania materiałów znajdujących się pod i na lodzie w trakcie szybkiego cofania się lodowca. Są to przeważnie margliste gliny zwałowe, nieregularnie przemieszane z piaskami, niewarstwowane, nieprzesortowane, stanowiące beładną mieszaninę ilu, piasku, pyłu, glazów i żwiru.

Obszary zbudowane z glin zwałowych tworzą często powierzchnię urozmaiconą nieregularnymi pagórkami i zagłębieniami. Osadom zwałowym morenowym towarzyszą w określonych miejscach takie specjalne utwory jak ozy, drumliny i kemy.



Ryc. 16. Krajobraz moreny czołowej; Ińsko, woj. szczecińskie

Ozy - to formy akumulacji fuwioglacjalnej. Powstały w wyniku akumulacji materiału niesionego przez wody płynące pod lodem w strefie czołowej lodowca. Materiał ten został osadzony w postaci długich krętych wałów o falistej linii grzbietowej i stromych zboczach. Waly te zbudowane są z warstwowanych piasków i żwirów. Długość ozów waha się w zakresie od kilkuset metrów do kilkudziesięciu kilometrów, a wysokość od kilku do kilkudziesięciu metrów.

Drumliny - są to garby o kształcie owalnym, długości do 1000 m i wysokości do 60 m (oś dłuższa w kierunku ruchu lodowca), zbudowane z gliny zwałowej, niekiedy ze skalnym jądrem. Drumliny występują zwykle w większej liczbie i ułożone są równolegle względem siebie.

Kemy - to kopulaste pagórki, wzgórza lub nieregularne waly (o wysokości od kilku do kilkudziesięciu metrów) zbudowane z przewarstwionych mułków, piasków i żwirów, osadzonych przez wody roztopowe w jamach, szczelinach lub większych rozpadlinach zamierającego lodowca. W miarę topnienia lodu następowało obsuwanie się osadów w tych utworach (widoczne jest to w zaburzeniu warstw, poprzednio przeważnie zalegających płasko).

2. Utwory wodno-lodowcowe (fluwioglacjalne, rzeczno-lodowcowe)

W okresie wielkiego zlodowacenia plejstoceniowego zwłaszcza latem i podczas cofania się lodowca powstały ogromne rzeki, których wody niosły duże ilości materiałów skalnych pozostawiając je na miejscu na przedpolu lodowca bądź przenosząc dalej od czoła lodowca.

Dopóki wody te miały ujście i odpowiednią prędkość, dopóty wynosiły materiał spod lodowców i osadzały go na przedpolu moren czołowych w postaci **sandrów**. Osady te, to przeważnie piaski o różnej grubości ziarna z domieszką żwirów. Najgrubszy materiał z glazikami występuje przeważnie w pobliżu moren czołowych, gdzie wody wypływające spod lodowca miały największą siłę transportującą. W miarę oddalania się od moren osady stają się drobniejsze, ułożone są w bardziej regularne warstwy, z pochyleniem ku południowi. Osady te o różnorodnym składzie mechanicznym są zazwyczaj przesortowane. Tego rodzaju osady są charakterystyczne dla dolin i równin o rozległej powierzchni, z których wody lodowcowe miały swobodny odpływ.

3. Utwory zastoiskowe

W wielu przypadkach jeżeli czoło lodowca stacjonowało w terenach uniemożliwiających odpływ wód, podczas topnienia, powstawały zbiorniki wodne pochodzenia lodowcowego. Powstawały w ten sposób duże jeziora zastoiskowe, które istniały przez długi okres czasu. W miarę topnienia lodowców jeziora takie były zasilane przez potoki niosące materiał pochodzący nie tylko z lodowców, ale i z innych terenów pokrytych luźną, niescementowaną zwietrzeliną. W pobliżu brzegów tych jezior osadzony został materiał gruboziarnisty, natomiast w spokojniejszych i głębszych wodach materiał drobnoziarnisty pyłowy i ilasty. Z najdrobniejszych zawieszin uniesionych do pobliskich płytkich zbiorników powstały warstwowe iły wstęgowe zwane też warwami. Tego rodzaju osady można spotkać w Kotlinie Pyrzyckiej w dawnym plejstoceńskim zastoisku wodnym, a także w okolicach Złocieńca oraz po stronie zachodniej Sławna.

4. Utwory eoliczno-lodowcowe

W czasie zlodowacenia najdrobniejszy materiał osadzany na terenach zalewowych rzek lodowcowych, w okresach suszy był porywany i przenoszony przez silne wiatry na znaczne odległości. Tak powstałe osady nazywamy eolicznymi.



Ryc. 17. Wydmy Łebskie - widoczne pnie drzew lasu sosnowego zasypanego piaskiem a następnie odsłonięte przez wiatr; Łeba

Wśród osadów eolicznych (osadzonych przez wiatr) najpoważniejszą rolę odgrywają lessy, które pokrywają znaczne obszary wyżyn środkowej Polski. Natomiast na Pomorzu lessy nie występują.

U schyłku plejstocenu, przeważnie na obszarach pradolin obfitujących w piaski rzeczne, zaczęły się rozwijać procesy związane z suchymi obszarami i działalnością wiatru. Działanie wiatru powodowało uruchamianie ziarn piasku, jego transport, a następnie tworzenie wydym.

Powstawanie wydym obserwujemy także w holocenie w strefie nadmorskiej.

Zagadnienia i pytania sprawdzające

- Jak przedstawia się odporność minerałów na wietrzenie?
- Przedstawić role procesów wietrzenia w procesie tworzenia się gleby.
- Przedstawić proces kaolinizacji. Jakie minerały wtórne powstają w następstwie procesu kaolinizacji?
- Scharakteryzować skały osadowe jako skały macierzyste gleb.
- Jakie skały osadowe przedstawiają najwyższą wartość glebotwórczą? Wyjaśnij proces diagenety.
- Czym różni się piasek od piaskowca?
- Podać wymiary ziarn kamieni, żwiru, piasku, pyłu, łu.
- Jaka jest wartość wapieni i dolomitów jako skał macierzystych gleb?
- W jakich warunkach powstają torfy: niskie, przejściowe, wysokie?
- Jakie są podstawowe różnice w ich właściwościach?
- Gdzie w Polsce występują skały gipsowe?
- Jaka jest różnica między wapieniem, marglem i marmurem?
- Przedstawić wpływ czynników transportujących (lodowiec, woda, wiatr) na różnicowanie się właściwości tworzonych przez nich skał.
- Jak powstała i jakie ma uziarnienie glina zwałowa?
- W jaki sposób zostały osadzone utwory sandrowe?
- Przedstawić właściwości i pochodzenie oraz występowanie lessów w Polsce.
- Wskazać na mapie Pomorza zasięgi występowania piasków sandrowych. Wskazać na mapie przebieg zlodowacenia bałtyckiego.
- Z jakich skał osadowych jest zbudowana morena czołowa i denna.

Zadania

1. Na następnym zjeździe dydaktycznym przedstawić zebrane próbki niektórych skał osadowych np.: piasku zwałowego, aluwialnego lub wydmowego, pyłu, gliny zwałowej, łu, torfu, margla, wapienia, piaskowca oraz opis cech na podstawie których skały te rozpoznano z podaniem miejsca ich znalezienia.
2. Przeprowadzić rozeznanie (w Urzędzie Gminnym, w Okręgowych Stacjach Chemiczno-Rolniczych) na temat występowania i sposobu wykorzystywania złóż kredy pojeziornej oraz torfu w najbliższej okolicy miejsca zamieszkania.

ZAJAZD IV

Temat: Powstawanie gleb; skład mechaniczny gleb

Zakres tematyki ćwiczeń

- a) opanować podział materiału glebowego na frakcje mechaniczne oraz grupy mechaniczne według Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego
- b) rozcierając w palcach na sucho i mokro przygotowane próbki glebowe oznaczyć ich skład mechaniczny, posługując się cechami rozpoznawczymi zestawionymi w tabeli.
- c) wykonać oznaczenia składu mechanicznego w przygotowanych próbkach glebowych metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego.

Tematy do opracowania

1. Wpływ frakcji mechanicznych na właściwości gleby.
2. Analiza mechaniczna gleby.
3. Metody oznaczania składu mechanicznego.
4. Orientacyjne określenie składu mechanicznego.
5. Wpływ składu mechanicznego na właściwości gleb.
6. Wpływ zróżnicowania składu mechanicznego w profilu glebowym na właściwości gleb.
7. Zależność żyzności gleb od składu mechanicznego.

A. Powstawanie gleb

Powstawanie gleby jest zjawiskiem bardzo złożonym. O tworzeniu i kształtowaniu się gleb decydują następujące czynniki: organizmy żywe (świat roślinny i zwierzęcy), klimat, woda (hydrosfera), rzeźba terenu (relief), skała macierzysta, działalność człowieka oraz czas działania tych czynników. Wymienione czynniki nazywamy glebotwórczymi, oddziałują one na tworzenie się gleby w sposób kompleksowy i we wzajemnym powiązaniu.

Tworzenie się gleby jest procesem głównie biochemicznym. Obejmuje on warstwę powierzchniową skały macierzystej, znajdującą się w zasięgu wpływu działalności żywych organizmów oraz czynników prowadzących do wietrzenia chemicznego. W miarę oddziaływania tych procesów zmieniają się nawet poszczególne minerały, przekształcające się w inne, które - w odróżnieniu od pochodzących ze skał wyjściowych minerałów pierwotnych - noszą nazwę minerałów wtórnych.

Procesy glebotwórcze prowadzą do kształtowania się wyraźnego układu poziomów, specyficznego dla każdej gleby. Zróżnicowanie profilu glebowego na poszczególne poziomy genetyczne jest nieodłącznie związane z nagromadzeniem substancji organicznej oraz procesami wymywania i wmywania (patrz zjazd V „Budowa profilu glebowego”).

Gleba z reguły powstaje w wyniku przekształcenia mineralnego materiału skały macierzystej. Wyjątek stanowią gleby organiczne, dla których skałą macierzystą stanowi rozkładająca się masa obumarłych roślin - torf.

Powstawanie różnych typów gleb szerzej ilustrują ryc. 41-51 wraz z objaśnieniami.

Najważniejszymi cechami mineralnej skały macierzystej są: skład mechaniczny i skład mineralny. Zagadnienia składu mineralnego są nieco szerzej potraktowane w rozdziale „Chemiczny skład gleby” - zjazd VII, natomiast ze składem mechanicznym zapoznamy się dokładniej już na zjeździe IV.

Obie te cechy mają również istotne znaczenie dla charakterystyki wytworzonej z danej skały gleby, chociaż w toku procesu glebotwórczego ulegają one pewnym bardzo powolnym zmianom.

B. Skład mechaniczny gleb

Pod pojęciem składu mechanicznego rozumie się procentowy udział mineralnych cząstek gleby należących do następujących podstawowych frakcji mechanicznych: piasku, pyłu, ilu oraz szkieletu.

Skład mechaniczny gleby pozwala na opisanie wielkości cząstek mineralnych obecnych w glebie. Od składu mechanicznego z znacznej mierze zależy możliwość przenikania przez glebę wody, powietrza oraz korzeni roślin. Ze składem mechanicznym związana jest również zdolność gleby do magazynowania wody.

1. Podział materiału glebowego na frakcje mechaniczne

Cząstki glebowe o różnych wymiarach można podzielić, na tzw. frakcje mechaniczne o określonych wymiarach granicznych.

Frakcja mechaniczna - to zbiór cząstek glebowych o średnicy zawartej w pewnych granicach (w mm), wykazująca często zbliżone właściwości fizykochemiczne.

Pierwotne elementy mechaniczne gleby w stanie naturalnym rzadko występują w formie luźnej, najczęściej są one pozlepiane w tzw. **agregaty**. Dlatego też wyróżniamy dwa rodzaje składu mechanicznego:

- a) mikroagregatowy, który jest dość zmienny w czasie i uzależniony od warunków w jakich znajduje się gleba;
- b) elementarny, który jest stosunkowo stały dla danej gleby w związku z czym jest on najczęściej oznaczany, aby otrzymane wyniki były porównywalne.

W Polsce obowiązuje podział cząstek glebowych na frakcje mechaniczne ustalony przez Komisję Klasyfikacji i Nomenklatury Gleb Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (PTGleb.), według którego wyróżniamy w glebie:

Części szkieletowe	Średnica cząstek w mm
1) frakcja kamieni	>20
2) frakcja żwiru	20-1
Części ziemiste	
1) frakcje piasku	1-0,1
a) piasek gruby	1-0,5
b) piasek średni	0,5-0,25
c) piasek drobny	0,25-0,1
2) frakcje pyłu	0,1-0,02
a) pył gruby	0,1-0,05
b) pył drobny	0,05-0,02

3) frakcje części splawialnych	<0,02
a) il pyłowy gruby	0,02-0,006
b) il pyłowy drobny	0,006-0,002
c) il koloidalny	<0,002

Poszczególne frakcje mechaniczne różnią się między sobą składem mineralogicznym oraz właściwościami fizycznymi i chemicznymi, przez co wpływają na właściwości całej gleby.

2. Skład i właściwości frakcji mechanicznych

Części szkieletowe

Do części szkieletowych należą frakcje kamieni i żwiru. Frakcje te stanowią mało czynną część gleby. Z materiału tworzącego te frakcje pod wpływem procesów wietrzenia powstają frakcje o mniejszych średnicach. Gdy odłamki skał tworzące kamienie i żwir zostały przetransportowane przez lodowiec lub wody topniejącego lodowca mają wtedy mniej lub bardziej wygładzoną powierzchnię. Gdy frakcje te pochodzą z wietrzenia skał w terenach górzystych są najczęściej ostrokrawędziste. Odłamki skał tworzących szkielet glebowy cechuje zróżnicowanie składu mineralogicznego. Najpospolitszym minerałem występującym w tych frakcjach jest kwarc. Ponadto w skład szkieletu wchodzi skalenie, miki, amfibole i pirokseny.

Duża zawartość szkieletu w warstwie ornej gleby jest zjawiskiem niepożądanym, utrudnia bowiem w znacznym stopniu uprawę mechaniczną gleby, sprzęt zbóż i okopowych. W glebach lekkich wpływa ujemnie na ich właściwości fizyczne, powodując zbytnią przewodność i przepuszczalność. Podłoże żwirowo-kamieniste w utworach piaszczystych jest także niekorzystne i jego występowanie zaznacza się słabszym rozwojem roślin najczęściej występują wtedy tzw. „przepalczyska”. Jednakże w glebach ciężkich domieszka części szkieletowych wzmacnia przewodność gleby, jej zdolność do ogrzewania się oraz przepuszczalność.

Części ziemiste

Frakcja piasku (1-0,1 mm)

Frakcja piasku zawiera prawie wyłącznie odłamki minerałów skalotwórczych. W jej skład wchodzi kwarc i minerały z grupy glinokrzemianów i krzemianów. Zawartość tych ostatnich maleje wraz ze zmniejszaniem się średnicy frakcji. W zależności od pochodzenia, ziarna piasku mogą być zaokrąglone bądź ostre. Piaski pochodzenia wodnego składają się głównie z kwarcu i mają ziarna o krawędziach zaokrąglonych. Piaski zwalowe są ostrokrawędziste i oprócz kwarcu zawierają również skalenie. Piasek gruby (1-0,5 mm) i średni (0,5-0,25 mm) wpływa rozluźniająco na spistość gleby, zwiększa jej przepuszczalność i przewodność. Piasek drobny polepsza właściwości wodne gleb piaszczystych.

Frakcja pyłu (0,1-0,02 mm)

Frakcja pyłu składa się prawie wyłącznie (do 90%) z drobnych ziarenek kwarcu i amorficznej krzemionki. Zarówno pył gruby (0,1-0,05 mm) jak i pył drobny (0,05-0,02 mm) zawierają bardzo małe ilości krzemianów i glinokrzemianów. Frakcja pyłu wpływa na polepszenie właściwości gleb piaszczystych, przede wszystkim poprawiając

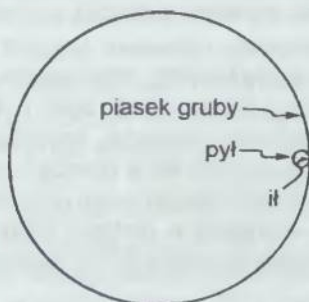
ich właściwości fizyczne, ma bowiem znaczną zdolność kapilarnego podnoszenia wody (szczególnie frakcje pyłu drobnego). Zawartość pyłu drobnego wpływa korzystnie na tworzenie się agregatów glebowych powstających z takich ziaren w wyniku klejącego oddziaływania minerałów ilastych i koloidów próchnicznych.

Frakcje części spławialnych (poniżej 0,02 mm)

Frakcje spławialne gleby, dzieli na il pyłowy gruby (0,02-0,005 mm), il pyłowy drobny (0,005-0,002 mm) i il koloidalny (<0,002 mm). Il pyłowy gruby składa się głównie z amorficznej krzemionki. Wpływa on korzystnie na właściwości fizyczne gleb piaszczystych. Występując jednak w dużych ilościach wywołuje słabe zgrużenie gleby oraz nieodpowiednie jej właściwości wodne i powietrzne. Frakcja ilu pyłowego drobnego składa się głównie z krzemionki bezpostaciowej oraz z pewnej ilości minerałów ilastych. Il pyłowy drobny ma dużą zdolność kapilarnego podnoszenia wody. Il koloidalny składa się z minerałów ilastych - produktów wietrzenia krzemianów i glinokrzemianów oraz substancji organiczno-mineralnych. Występują tu też silnie zdyspergowane związki wapnia, żelaza, glinu, manganu, tytanu i fosforu.

Z produktów wietrzenia bardzo ważnymi składnikami są minerały ilaste z grupy kaolinitowej (kaolinit), montmorylonitowej (montmorylonit, bejdelit) oraz z grupy illitu (illit, vermiculit). Il koloidalny w umiarkowanych ilościach polepsza właściwości fizyczne gleby,

Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 18. Proporcje jakie zachodzą pomiędzy wymiarami trzech podstawowych frakcji glebowych

działa strukturotwórczo i zwiększa zdolność magazynowania składników pokarmowych dla roślin. Zawartość tej frakcji w glebie jest bardzo pożądana o ile nie przekroczy pewnej granicy, gdyż wtedy gleby są wprowadzie bogate w składniki pokarmowe, ale są nieprzewiewne i nieprzepuszczalne.

3. Podział materiału glebowego na grupy mechaniczne

Grupa mechaniczna to grupa gleb (lub skał) zbliżonych do siebie składem mechanicznym, o określonych umownie granicach zawartości poszczególnych frakcji. W systematyce gleb odpowiada jej (w Polsce) pojęcie gatunku. Gleba stanowi mieszaninę co najmniej kilku frakcji, które występują w niej w różnych proporcjach. Na podstawie procentowej zawartości części spławialnych w glebie oraz na podstawie dominowania określonej frakcji mechanicznej wyróżniono następujące grupy mechaniczne:

Utwory kamieniste - zawierają znaczne ilości kamieni.

Żwiry - utwory, w których występuje przewaga frakcji żwiru (50% i więcej), a ilość części spławialnych w przeliczeniu na całą masę glebową wynosi do 20%. W zależności od zawartości części spławialnych dzieli się na:

- żwiry piaszczyste - w których ilość cząsteczek spławialnych nie przekracza 10%,

- żwiry gliniaste - w których ilość cząsteczek spławialnych wynosi 10-20% (w przeliczeniu na całość masy glebowej), a części ziemiste mają skład mechaniczny gliny.

Piaski - utwory, w których przeważa frakcja piasku, a zawartość części spławialnych wynosi 0-20% w stosunku do całości części ziemistych. Wśród piasków wyróżniamy:

piaski luźne - zawierające 0-5% części spławialnych

piaski słabogliniaste - 5-10%

piaski gliniaste lekkie - 10-15%

piaski gliniaste mocne - 15-20%

Piaski zawierające 25-40% frakcji pyłu nazywamy pylastymi np. piasek gliniasty lekki pylasty.

Piaski zawierające znaczne ilości żwiru nazywamy żwirowymi.

Gliny - utwory różnoziarniste, zawierające ponad 20% części spławialnych. W zależności od zawartości części spławialnych wyróżniamy następujące gatunki glin:

- gliny lekkie - zawierające 20-35% części spławialnych, które dzielą się na: gliny lekkie

silnie spiaszczone - zawierające 20-25% części spławialnych i gliny lekkie słabo spiaszczone - zawierające 25-35% części spławialnych;

- gliny średnie - zawierające 35-50% części spławialnych'

- gliny ciężkie - zawierające ponad 50% części spławialnych. Gliny zawierające 25-40% frakcji pyłu nazywamy glinami pylastymi.

Utwory pylowe - są to utwory zawierające ponad 40% frakcji pyłowych i do 50% części spławialnych. Zależnie od zawartości części spławialnych wśród utworów pyłowych wyróżniamy;

- utwory pylowe zwykłe - zawierające ponad 40% frakcji pyłu i 0-35% części spławialnych;

- utwory pylowe ilaste - zawierające ponad 40% frakcji pyłu i 35-50% części spławialnych;

- glinki - są to utwory pylowe zawierające ponad 50% frakcji pyłu i do 15% frakcji piasku (np. less).

Iły - utwory równoziarniste zawierające ponad 50% części spławialnych, frakcje pylowe i nieznaczną ilość piasku;

- iły pylaste - to iły zawierające od 25-40% frakcji pyłu.

W systematyce gleb Polski na podstawie składu mechanicznego wydziela się gatunki gleb.

4. Analiza mechaniczna gleb

Organoleptyczne określanie grup mechanicznych

W badaniach terenowych zachodzi konieczność zaliczenia badanej gleby do odpowiedniej grupy mechanicznej. Ustalenie grupy mechanicznej przeprowadza się na próbkach suchych lub wilgotnych. Badając próbkę w stanie suchym rozciera się ją w palcach i obserwuje jakie cząstki przeważają, grubsze-piaszczyste, czy drobniejsze-pylowe i spławialne.

Bardzo pomocne jest tu wyczucie szorstkości w dotyku. Gleba zawierająca piasek drażni palce, natomiast gleba pylowa daje wrażenie suchej maki. Badanie danej gleby w stanie wilgotnym polega na ocenie jej plastyczności. Gleby ilaste, gliny średnie i ciężkie, a także wiele gleb pyłowych daje się w stanie wilgotnym wałkować w cienkie waleczki. Natomiast gleby lekkie, a zwłaszcza piaszkowe kruszą się i są nieplastyczne.

Przy ustalaniu grup mechanicznych gleb w terenie wykorzystuje się ich cechy zewnętrzne (tab. 16).

Tab. 16. Niektóre cechy rozpoznawcze składu mechanicznego gleb w terenie (wg Barańskiego)

Grupa mechaniczna	Określenie na podstawie obserwacji	Zachowanie się gleby w stanie:	
		suchym	mokrym
Żwir piaszczysty	przewaga części żwirowych; części spławialnych brak lub bardzo mało	utwór sypki	utwór nieplastyczny
Żwir gliniasty	przewaga części żwirowych, znaczna domieszka części spławialnych	tworzy bryły scementowane częściami spławialnymi; trzeba wysiłku, aby je złamać	części żwirowe zlepione spławialnymi, części ziemiste wykazują plastyczność
Piasek luźny	widoczne tylko części piasku	utwór sypki, przy rozcieraniu szorstki, w porach skóry nie pozostają cząstki	drobne agregaty, rozpadające się przy bardzo lekkim nacisku przy wysychaniu nie brudzi rąk
Piasek słabogliniasty	widoczne części piaszczyste z niewielką ilością części drobniejszych	sypki, przy rozcieraniu szorstki, w porach pozostaje niewielka ilość części spławialnych	nieplastyczny, agregaty ostrokrawędziste, rozpadające się przy bardzo lekkim nacisku, lekko brudzi palce
Piasek gliniasty lekki	widoczne dobrze części piaszczyste i spławialne	przy rozcieraniu wyczuwalna przewaga piasku; agregaty, które przy niewielkim nacisku rozpadają się, w porach skóry zostają części spławialne	nieplastyczny, agregaty ostrokrawędziste, przy bardzo małym nacisku rozpadające się (nacisk większy niż przy piasku słabogliniastym), brudzi wyraźnie palce
Piasek gliniasty mocny	widoczna przewaga części piaszczystych, lecz dość dużo części drobniejszych	przy rozcieraniu wyczuwa się części spławialne i przewagę piasku; w porach skóry pozostają części spławialne, tworzy drobne agregaty, które rozpadają się przy lekkim nacisku	agregaty ostrokrawędziste rozpadające się przy słabym nacisku; przy rozcieraniu szorstkie, brudzi palce i zlepia się, lecz nie można formować waleczka
Gлина lekka	wyraźnie widoczne ziarenka piasku na tle drobnego proszku	przy rozcieraniu wyczuwa się cząstki piasku; agregaty pod małym naciskiem rozpadają się na drobniejsze, ostrokrawędziste	tworzy agregaty, w dotyku wyraźnie szorstkie, brudzi palce; plastyczność i lepkość niewielka, przez walcowanie otrzymuje się krótkie waleczki
Gлина srednia	widoczne ziarna piasku na tle drobnego proszku	twarde agregaty ostrokrawędziste, rozpadające się przy dość silnym nacisku, przy rozcieraniu szorstkie, brudzi palce	miękkie agregaty, rozpadające się przy nacisku; plastyczność i lepkość wyraźna; przy walcowaniu otrzymuje się długie waleczki, brudzi palce, można wygładzić do słabego połysku
Gлина ciężka	na tle gliniastej masy widoczne nieliczne ziarenka piasku	tworzy agregaty twarde i zbite ostrokrawędziste, silny nacisk kruszy je na odłamki, brudzi palce	twarde agregaty, uformowana kulka przy nacisku pęka; przy walcowaniu waleczki są długie i cienkie, brudzi silnie palce
II	jednolita drobnoziarnista masa	bardzo twardy i zbity, rozpada się pod bardzo silnym naciskiem na agregaty ostrokrawędziste; przy rozcieraniu śliski, nie wyczuwa się piasku, brudzi palce	agregaty ostrokrawędziste, bardzo plastyczny i lepki; przy rozcieraniu nie wyczuwa się piasku; przy walcowaniu waleczek jest długi i cienki, paznokciem wygładza się do połysku, silnie brudzi palce
Utwór pyłowy zwykły	jednolita drobnoziarnista masa; ziarenka piasku prawie niewidoczne, powierzchnia łupliwości matowa	sypki lub w postaci agregatów, które łatwo się kruszą przy nacisku; przy rozcieraniu słabo wyczuwalne ziarenka piasku, wrażenie suchej mąki	drobne agregaty rozsypują się przy lekkim nacisku, miękkie w dotyku, przy rozcieraniu matowy, słabo szorstki
Utwór pyłowy ilasty	jednolita drobnoziarnista masa, powierzchnia przełamowa	agregaty, które przy niewielkim nacisku rozsypują się przy rozcieraniu nie wyczuwa się piasku; wrażenie suchej nieco śliskiej mąki	plastyczny lecz nie można uformować długiego i cienkiego waleczka, gdyż kruszy się

Metody oznaczania składu mechanicznego gleb

Określenie składu mechanicznego gleb wykonuje się w laboratorium stosując odpowiednie metody. Najczęściej stosuje się metody szlamowania w połączeniu z sitowymi.

Metoda sitowa

Najprostszą metodą analizy mechanicznej jest metoda sitowa. Polega ona na przesianiu gleby przez zestaw sit o średnicach oczek wyznaczających wielkość żądanych frakcji. Metodę tę najczęściej stosuje się tylko przy rozdzielaniu frakcji szkieletowych od części ziemistych oraz do oznaczania frakcji grubszych tzn. kamieni, żwiru, piaski-grubego, średniego i drobnego.

Metody szlamowania

Ta grupa metod opiera się na pomiarze zawartości opadających w wodzie stojącej lub płynącej frakcji glebowych, wykorzystując prawo opadania cząstek wyrażone wzorem Stokesa.

$$V = \frac{2}{9} \cdot \frac{D_1 - D_2}{k} \cdot gr^2$$

Wzór ten ujmuje zależność między wymiarami cząstki (r), szybkością opadania (V), lepkością ośrodka dyspersyjnego (k) oraz gęstością właściwą opadającej cząstki (D_1) i płynu ośrodka dyspersyjnego (D_2).

Metody szlamowania dzielą się na przepływowe i sedymentacyjne.

Do najbardziej znanych metod sedymentacyjnych należą:

- metoda Atterberga,
- metoda areometryczna.

Metoda areometryczna Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego

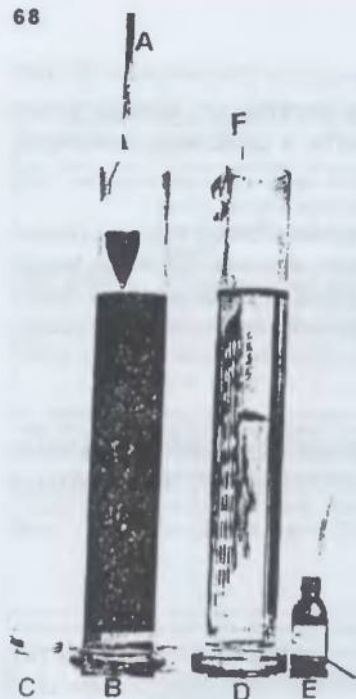
Preparowanie próbki

Powietrznie suchą próbkę rozciera się w moździerzu tłuczkiem drewnianym i przesiewa przez sito o oczkach 1 mm w celu oddzielenia części szkieletowych od ziemistych. Z części ziemistych odważamy 40 g próbkę*, do której dodajemy 1,5 g Na_2CO_3 (bezwodnego węgla sodu) oraz 500-700 ml wody destylowanej i gotujemy przez 30 min w garnku emaliowanym. Po ostudzeniu przenosimy do cylindra miarowego o pojemności 1 l, uzupełniając do kreski wodą destylowaną. Należy używać szklane cylindry o pojemności 1 l, których średnica wewnętrzna wynosi 6 cm. Kreska litrowa w takim cylindrze znajduje się na wysokości około 335 mm. W ten sposób mamy przygotowaną zawiesinę do wykonania pomiarów areometrem. Preparowanie próbki ma na celu rozklejenie agregatów i utrzymanie cząstek w stanie elementarnego rozproszenia.

Przygotowanie roztworu poprawkowego

Roztwór poprawkowy przygotowuje się w ten sposób, że do cylindra litrowego dodaje się wszystko to co do cylindra z zawiesiną, tylko bez gleby. Dodajemy więc 1,5 g bezwodnego węgla sodu, zalewamy wodą destylowaną do kreski, (dodajemy też kilka kropel alkoholu amylogowego o ile dodawaliśmy go do zawiesiny glebowej w czasie wykonywanych pomiarów). Roztwór ten służy do oznaczania poprawek.

*Każdy areometr ma podany ciężar (masę) naważki np. 39,4 g. Przed rozpoczęciem pracy należy sprawdzić tę wielkość i zapisać numer areometru.



Ryc. 19. Zestaw do oznaczania składu mechanicznego metodą areometryczną

A - areometr,
B - cylinder z spreparowaną próbką glebową, C - stoper,
D - cylinder z roztworem poprawkowym,
E - alkohol amylový,
F - termometr.

Zasady analizy

Metoda areometryczna jest często stosowana ze względu na łatwość i szybkość wykonania analizy. Metoda ta oparta jest na pomiarze gęstości zawiesiny glebowej specjalnym areometrem. Następnie posługując się wzorem Stokesa obliczyć można procentową zawartość tych frakcji. Omawiana metoda analizy mechanicznej w modyfikacji Prószyńskiego polega na tym, że przy pomocy specjalnie wyskalowanego areometru dokonuje się pomiaru gęstości zawiesiny gleby w wodzie destylowanej. Areometr został przez Prószyńskiego wyskalowany tak, że różnica odczytów w zawieszynie glebowej w roztworze poprawkowym daje procentową zawartość cząsteczek o określonej średnicy. Dla uproszczenia pracy Prószyński przygotował specjalne tablice, w których podał wyliczone ze wzoru Stokesa czasy opadania różnych frakcji glebowych w danej temperaturze roztworu dla najczęściej spotykanych utworów glebowych.

Metoda ta jest przydatna do analiz masowych, ale często trudno jest oznaczyć dokładnie zawartość frakcji pyłu grubego ze względu na zbyt krótki czas sedymentacji tej frakcji, wskutek czego zawartość pyłu grubego może być nieco zawyżona lub zaniżona. Natomiast po oznaczeniu procentowej zawartości frakcji poniżej 0,1 mm za pomocą areometru, możemy bardzo dokładnie oznaczyć zawartość cząstek glebowych powyżej 0,1 mm przelewając badaną zawiesinę glebową przez sito o średnicy oczek 0,1 mm i oznaczając % udział poszczególnych frakcji piasku metodą sitową.

Przebieg analizy

Temperatura w cylindrze z zawiesiną oraz w cylindrze z roztworem poprawkowym powinna być jednakowa. Należy uważać, aby różnica temperatur w obu cylindrach nie była większa niż 0,5°C.

a) Wyznaczanie właściwego czasu odczytów

Cylinder z zawiesiną glebową zamykamy korkiem lub wyprostowaną dłonią i mieszamy zawiesinę (30 przewróceń dnem do góry), od momentu oderwania się osadu od dna cylindra.

Po zakończeniu mieszania ustawiamy cylinder i od tej chwili mierzymy czas. Po upływie 10-12 minut wykonujemy pomiar areometrem Prószyńskiego w zawieszynie badanej oraz w roztworze poprawkowym. Różnica z tych dwóch odczytów da w przybliżeniu zawartość cząstek o średnicy mniejszej od 0,02 mm w badanej glebie.

Wartość ta pozwoli wyszukać właściwą tablicę do określenia czasów odczytów. Jeżeli np. odczyt w zawieszynie glebowej wynosi 54, odczyt w roztworze poprawkowym 33, to

mając różnicę 21 szukamy w tabelach Prószyńskiego takiej tabeli, w której podana ilość części spławialnych (cyfra nad tablicą) jest najbardziej zbliżona do otrzymanego przez nas wyniku. Po znalezieniu odpowiedniej tablicy mierzymy temperaturę płynów w obu cylindrach. Na tej podstawie wyszukujemy w tabeli odpowiedni wiersz, w którym podane są czasy odczytów dla danej temperatury.

b) Wykonanie pomiarów

Przygotowujemy stoper, areometr i kroplomierz z alkoholem amyłowym. Wstrząsamy cylinder jak poprzednio uważając przy tym, by osad z dna splukać przy pierwszych poruszeniach. Po zakończeniu mieszania cylinder ustawiamy na stole i w tym momencie włączamy stoper. Jeżeli widzimy, że tworzy się piana, wkraplamy kilka kropel alkoholu amyłowego. Przy wkładaniu areometru zarówno do cylindra z roztworem poprawkowym jak i z zawiesiną należy czynić to powoli i cały czas kontrolować w palcach opuszczanie areometru. Areometr puszczone swobodnie z góry może uderzyć o dno cylindra i stłuc się. Areometr zbyt szybko wkładany do zawiesiny kołysze się zbyt silnie i zakłóca swobodne opadanie cząstek glebowych.

W odpowiednich (ustalonych na podstawie tablicy Prószyńskiego) czasach dokonujemy odczytów na aerometrze, a następnie odczyt w roztworze poprawkowym.

Przykład obliczania

W momencie ustawienia cylindra po wymieszaniu wszystkie cząstki zawieszone są w roztworze (100%). Po upływie ok. 25 s (I odczyt) opadają na dno cząstki piaszczyste, reszta cząstek mniejszych od 0,1 mm pozostaje zawieszona i powoduje pewną gęstość zawiesiny, którą możemy zmierzyć areometrem (np. 68). Odejmujemy od tej liczby wartość odczytu poprawkowego (np. 34) i otrzymujemy ilość cząsteczek zawieszonych mniejszych od 0,1 mm w % ($68 - 34 = 34$). Z kolei od 100% odejmujemy liczbę 34 i otrzymujemy zawartość frakcji piasku 1-0,1 mm (66%). Tak obliczona zawartość frakcji piasku jest obarczona pewnym błędem, który należy poprawić stosując dodatkowe oddzielenie frakcji piasku na sicie o średnicy oczek 0,1 mm i określenie jego procentowego udziału. Sposób takich obliczeń przytoczono poniżej.

Drugi odczyt wykonujemy po około 1 min 45 s. Po tym czasie opadnie na dno frakcja pyłu grubego, a w zawiesinie pozostaną cząsteczki mniejsze od 0,05 mm. Jeżeli odczyt ten wynosić będzie np. 56, to po odjęciu poprawki otrzymamy 22% cząstek mniejszych od 0,05 mm. Odejmując od 34 otrzymaną wartość 22% otrzymamy frakcję pyłu grubego 0,1-0,05 mm = 12%. Ta wielkość również jest obarczona pewnym błędem, który należy poprawić po dokładnym obliczeniu procentowej zawartości piasku.

Po około 11 min opadnie frakcja pyłu drobnego, a w zawiesinie pozostaną frakcje mniejsze od 0,02 mm, czyli części spławialne. Zawartość części spławialnych obliczymy odejmując od wartości trzeciego odczytu (np. 49) odczyt w roztworze poprawkowym (34). W ten sposób ustalimy, że zawartość części spławialnych wynosi 15%. Odejmując od 22 zawartość części spławialnych zawieszonych w roztworze (15%) uzyskamy zawartość pyłu drobnego 0,05-0,02 mm = 7%.

Przy dokładnym oznaczaniu zawartości piasku, zawiesinę z nad osadu zlewamy do naczynia, a osad pozostały na dnie cylindra przemywamy wodą na sicie o średnicy oczek 0,1 mm i następnie suszymy. Po wysuszeniu osad przesiewamy przez odpowiednie sита, a po rozdzieleniu poszczególne frakcje piasku ważymy. Następnie obliczamy ich procentowy udział w próbce glebowej. Na przykład: waga frakcji 1-0,5 mm 3,80 g, waga frakcji 0,5-0,25 mm = 9,40 g, a waga frakcji 0,25-0,1 mm = 11,75 g. Do analizy mecha-

nicznej odważono 40,0 g części ziemistych gleby, stąd procentowy udział frakcji piaskowych będzie następujący:

$$\begin{aligned} \text{frakcja 1-0,5 mm} & \frac{3,80 \cdot 100}{40} = 9,5\% \\ \text{frakcja 0,5-0,25 mm} & \frac{9,40 \cdot 100}{40} = 9,5\% \\ \text{frakcja 0,25-0,1 mm} & \frac{11,75 \cdot 100}{40} = 9,5\% \end{aligned}$$

Ogółem piasek stanowi $9,5+23,5+29,4 = 62,4\%$ co zaokrąglamy do 62%. Uzyskana w ten sposób różnica w procentowej zawartości piasku ($66-62=4\%$) powinna być dodana do uprzednio wyliczonej zawartości frakcji pyłu grubego ($12+4=16\%$). Ostatecznie skład mechaniczny analizowanej próbki gleby będzie następujący: 1-0,1 mm = 62%, 0,1-0,05 mm = 16%, 0,05-0,02 mm = 7% i poniżej 0,02 mm = 15%.

Tab. 17. Skład mechaniczny niektórych gleb uprawnych województw szczecińskiego i koszalińskiego

Numer i nazwa profilu glebowego	Głębokość (cm)	Zawartość części szkieletowych (%)	Procentowa zawartość frakcji glebowych w częściach ziemistych gleby (mm)							Nazwa grupy mechanicznej
			1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	<0,002	<0,02	
1 Jarzysław	0-26	6,0	57	16	11	5	3	8	16	
	26-37	6,4	54	8	16	6	6	10	22	
	37-45	7,2	42	13	8	7	10	20	37	
	45-90	1,6	32	12	9	9	17	21	47	
	90-150	1,1	75	17	2	1	1	4	6	
2 Żabów	0-32	0,3	62	13	8	7	7	3	17	
	32-37	0,0	62	15	8	3	4	8	15	
	37-65	0,2	53	9	5	9	14	10	33	
	65-72	2,0	82	8	2	1	2	5	8	
	86-150	0,1	16	4	5	9	33	33	75	
3 Lipki	0-25	4,5	58	17	14	5	2	6	13	
	25-45	8,9	57	20	12	4	2	5	11	
	45-74	5,7	67	16	7	4	3	3	10	
	74-150	5,0	57	15	7	6	6	9	21	
4 Goleniów	0-28	0,0	88	1	5	3	3	0	6	
	28-40	0,0	87	4	2	4	3	0	7	
	40-48	0,3	88	5	2	3	2	0	5	
	48-150	0,2	93	4	2	1	0	0	1	
5 Obryta	0-25	0,2	11	17	34	14	11	13	38	
	25-39	0,0	6	24	37	12	10	11	33	
	39-50	0,0	11	21	33	14	8	13	35	
	50-90	0,0	18	18	22	10	21	11	42	
	90-120	0,0	1	2	9	41	28	19	88	
6 Skoki	0-30	4,8	43	19	13	10	6	9	25	
	30-50	4,3	43	20	10	10	5	12	27	
	50-100	1,8	35	19	8	10	8	20	38	
	100-150	2,7	36	19	9	9	7	20	36	
7 Miastko	0-30	5,9	62	16	7	5	2	8	15	
	30-45	6,1	65	16	6	5	1	7	13	
	45-70	4,3	62	17	6	5	2	8	15	
	70-80	5,0	60	17	6	5	2	10	17	
	80-120	3,5	61	18	5	5	2	9	16	

5. Wpływ składu mechanicznego na własności gleby i jej żyzność

Skład mechaniczny w głównej mierze decyduje o właściwościach fizycznych, chemicznych i sorpcyjnych gleby. W znacznym stopniu zależą więc od niego: porowatość, pojemność powietrza, woda, przepuszczalność i podsiąkalność, zwięzłość, lepkość i plastyczność gleby. Od procentowej zawartości poszczególnych frakcji glebowych zależy trudność uprawy roli, rodzaj i terminowość zabiegów agrotechnicznych, dobór roślin uprawnych, regulacja stosunków powietrzno-wodnych gleby (sposoby melioracji, rozstawu drenów - po uwzględnieniu dodatkowo zawartości żelaza i węgla wapnia). W rezultacie skład mechaniczny gleb jest jednym z głównych czynników decydujących o żyzności gleby i o jej wartości rolniczej.

Gleby o wysokiej zawartości piasku a niskiej zawartości iltu są słabo zasobne i nie posiadają zdolności magazynowania wody. Piasek reprezentuje frakcję złożoną z najbardziej odpornych na wietrzenie minerałów, które dalej wietrzeją bardzo powoli i nie zaspokajają potrzeb pokarmowych roślin. Gleby wytworzone z piasku są glebami przewiewnymi i łatwo wchłaniają wodę ale mają na ogół słabą zdolność utrzymywania jej. Aby gleby takie były produktywne powinny być nawadnianie i nawożone. Przy zastosowaniu jednak wysokiego jednorazowego nawożenia na piaskach spowodować możemy poważne straty składników pokarmowych w następstwie wymywania.

Wraz ze zmniejszeniem się wymiarów cząsteczek zwiększa się ich powierzchnia zewnętrzna wystawiona na działanie roztworu glebowego i wzrasta intensywność procesów wietrzenia, w trakcie których uwalniane są składniki pokarmowe roślin. Powstają również wtórne minerały ilaste. W porównaniu z glebami piaszczystymi ilości wymywanych składników z takich gleb są bardzo małe. Frakcje ilaste mają bowiem większą zdolność zatrzymywania wody. Ilość wody, która powoduje wymywanie składników z gleby piaszczystej w glebach ilastych może nawet nie spowodować dostatecznego ich uwilgotnienia. Za dużą ilość części ilastych powoduje, że gleba ma zbyt dużą zdolność zatrzymywania wody, a wykazuje niedostateczne przewietrzanie. Właściwości gleb o wysokiej zawartości części ilastych zależą głównie od ich struktury. O ile są one dobrze zgrużone, mogą być wtedy produktywne, gdy natomiast posiadają tylko drobne przestwory, niedostateczna ilość tlenu będzie powodowała ich niską produktywność.

Różnicowanie składu mechanicznego w profilu glebowym może być wynikiem procesów geologicznych względnie procesów glebotwórczych. Na Pomorzu gleby najczęściej wykształciły się z osadów polodowcowych jak gliny, piaski, utwory pyłowe, iltu. Osady te mogą tworzyć w profilu warstwy, np. warstwa piasku na glinie, pyłu na glinie. Jeżeli do głębokości 150 cm występuje tylko jedna warstwa, **glebę** określamy jako **całkowitą**, jeżeli natomiast kilka warstw - jako **niecałkowitą**. Jeżeli np. od wierzchu zalega warstwa piasku o grubości mniejszej niż 150 cm na ile - będzie to gleba niecałkowita. Jeżeli natomiast zmiana utworu geologicznego z piasku na ilt nastąpiła poniżej 150 cm - będzie to gleba całkowita. Charakter warstw, pochodzenie geologiczne i ich kolejność występowania odgrywać może doniosłe znaczenie w kształtowaniu się właściwości gleby, szczególnie w kształtowaniu jej właściwości wodno-powietrznych. Korzystnie układają się właściwości wodno-powietrze gdy warstwa bardziej gruboziarnista, a więc bardziej przewiewna i przepuszczalna zalega na warstwie cięższej, a więc drobnoziarnistej, np. piasek na glinie. Gorzej przedstawiają się właściwości gleby, gdy pod warstwą cięższą zalega lżejsza. W takich glebach właściwości wodne będą uzależnione od warunków klimatycznych. W latach wilgotnych gleby takie będą wykazywać sprzyjające warunki wodne, ale w latach suchych nadmiernie przesuszają, gdyż brak w nich zapasów wodnych pochodzących z dolnych części profilu glebowego.

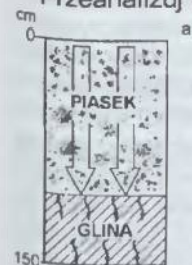
Tab. 18. Skład chemiczny gleb i ich frakcji granulometrycznych (wg L. Królikowskiego i in. 1968)

Gleba	Średnica frakcji (mm)	Składniki w procentach												
		woda higroskopowa	straty podczas wyżarzania	SiO ₂	R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Ogółem
I Piasek		0,21	0,22	93,07	3,67	2,78	0,72	0,13	0,14	0,38	0,71	0,28	0,04	98,47
II Piaski gliniaste		0,19	0,64	87,81	6,80	3,48	2,91	0,34	0,44	0,59	0,74	0,31	0,07	97,33
III Głina lekka silnie spieczona		1,02	1,37	81,32	10,18	7,00	2,66	0,40	0,39	0,96	1,02	0,32	0,12	95,56
IV Głina lekka		1,36	1,48	76,00	12,56	8,71	3,32	0,40	0,99	2,17	1,19	0,39	0,13	94,78
V Głina ciężka		1,85	3,42	74,18	15,35	10,46	4,23	0,43	3,12	1,61	0,92	0,31	0,23	98,91
VI II		5,26	4,23	62,19	24,08	16,93	6,20	0,73	0,41	1,63	1,19	0,26	0,12	94,03
VII Less		0,82	1,38	81,52	9,97	5,87	3,41	0,56	0,53	0,55	0,95	0,44	0,13	95,34
Gleby piaszczyste	1,000-0,500	0,02	0,18	93,48	4,32	3,90	0,38	0,02	0,30	0,13	0,67	0,39	0,02	99,45
	0,500-0,250	0,02	0,05	95,18	3,99	3,66	0,28	0,02	0,17	1,43	0,44	0,19	0,03	101,44
	0,250-0,100	0,03	0,09	91,84	4,20	3,57	1,37	0,23	0,37	1,67	0,65	0,27	0,03	99,06
	0,100-0,050	0,05	0,27	90,70	5,64	4,49	0,76	0,36	0,50	0,39	1,20	0,55	0,03	99,22
	0,050-0,020	0,10	0,56	85,78	7,77	6,27	1,04	0,43	0,85	0,59	1,56	0,81	0,03	97,91
	0,020-0,005	2,00	1,80	77,52	14,84	11,47	2,59	0,74	0,64	0,53	2,15	0,76	0,05	98,19
	0,005-0,002	1,63	2,97	70,50	18,48	14,37	3,55	1,04	0,48	1,00	2,37	0,68	0,03	96,42
	<0,002	6,86	27,92	56,36	12,03	8,73	2,79	0,43	0,24	0,83	1,38	0,82	0,08	99,53
Gleby gliniaste	1,000-0,500	0,05	0,35	89,14	6,81	6,44	0,85	0,07	0,75	0,12	0,93	0,69	0,12	98,79
	0,500-0,250	0,04	0,15	88,96	6,38	5,54	0,64	0,06	1,06	2,44	0,61	0,35	0,14	99,94
	0,250-0,100	0,06	0,18	91,36	4,37	3,27	0,92	0,10	0,70	1,24	0,78	0,31	0,08	98,94
	0,100-0,050	0,12	0,30	84,56	7,20	5,27	1,65	0,33	1,37	2,87	0,87	0,52	0,08	98,02
	0,050-0,020	0,34	0,80	82,40	10,33	7,69	2,03	0,51	0,75*	0,57	2,17	0,99	0,10	98,01
	0,020-0,005	0,41	1,64	72,24	14,77	11,35	2,64	0,70	4,12	1,88	2,75	1,02	0,11	98,42
	0,005-0,002	1,01	2,55	64,80	21,22	15,90	4,01	1,15	4,36	2,09	3,21	1,12	0,15	98,57
	<0,002	6,01	13,45	49,86	34,70	15,98	7,98	0,56	1,21	2,75	2,90	0,84	0,18	95,72
II	1,000-0,500	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
	0,500-0,250	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
	0,250-0,100	0,08	0,14	98,78	1,87	0,74	0,80	0,32	0,12	0,08	0,23	0,34	0,01	101,56
	0,100-0,050	0,41	0,34	94,22	3,62	2,15	0,96	0,49	0,24	0,04	0,20	0,10	0,02	98,76
	0,050-0,020	0,32	0,30	97,76	2,07	0,17	1,12	0,76	0,12	0,02	0,48	0,18	0,02	100,93
	0,020-0,005	0,63	0,70	93,16	4,74	1,97	1,45	1,30	0,14	0,07	0,98	0,23	0,02	100,02
	0,005-0,002	2,44	1,17	78,19	14,75	11,04	2,23	1,46	0,37	0,47	1,20	0,27	0,02	96,42
	<0,002	6,46	17,63	49,58	23,17	16,39	6,16	0,52	1,15	1,63	1,13	0,29	0,10	94,58
Less	1,000-0,500	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
	0,500-0,250	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
	0,250-0,100	0,02	0,18	91,16	6,29	4,85	0,68	0,73	0,45	0,07	0,65	0,38	0,03	99,18
	0,100-0,050	0,06	0,10	88,62	7,15	2,82	3,76	0,52	1,18	n.o.	0,75	0,42	0,05	-
	0,050-0,020	0,08	0,39	84,99	9,31	7,84	0,96	0,45	1,51	0,00	0,98	0,58	0,06	97,76
	0,020-0,005	0,60	1,39	80,83	10,82	8,19	1,84	0,77	0,60	0,60	1,36	0,73	0,05	96,27
	0,005-0,002	3,60	3,61	68,47	20,37	4,39	4,72	1,17	0,59	1,23	1,60	0,72	0,09	96,59
	<0,002	8,06	15,50	50,44	23,30	7,02	5,56	0,61	0,21	1,44	1,51	0,86	0,11	93,26

n.o. - nie oznacza się (nie oznaczano)

Dla frakcji glebowych wydzielonych z gleb piaszczystych (I, II) i gliniastych (III, IV, V) podano wartości średnie

Przeanalizuj poniższą rycinę.



a - glina w podłożu zwiększa zapasy wilgoci w nadległej warstwie piaszczystej. Im płytsze jest zaleganie gliny w podłożu tym stosunkowo większe jest nasycenie wodą opadową poziomu orno-próchnicznego gleby.



b - piasek w podłożu zwiększa podatność warstwy nadległej (gliniastej) na przesychanie. Zróżnicowanie głębokości zalegania piasku w podłożu różnicuje stopień przesychania gleby; im płytsze jest jego zaleganie tym większa wrażliwość gleby na suszę.



c - poziom wmycia gleb pławych (Bts) lub bielcowych B zmniejszają przepuszczalność wody opadowej w profilu glebowym. Ponad tymi poziomami w okresach silniejszego uwilgotnienia stagnują wody opadowe lub roztopowe i powodują ujawnienie się procesu odgórnego oglejenia. Gleba staje się okresowo nadmiernie uwilgotniona.



d - warstwa piaszczysta w profilu glebowym po jej pełnym nasyceniu wodą, zwiększa poziomy odpływ wody z gleby. Stanowi ona naturalny drenaż gleby co w przypadku gleb silniej uwilgotnionych np.: ma, wpływa korzystnie na ich stosunki wodno-powietrzne.



e - przewarstwienie piaszczyste w glebie występującej na zboczu o znacznym spadku zmniejsza aktualne zapasy wody, gleba staje się w takim przypadku okresowo za sucha.

Ryc. 20. Wpływ pionowego zróżnicowania składu mechanicznego w profilu glebowym na stosunki wodno-powietrzne gleby

W glebach spotykamy różne rodzaje warstwowań, np.: nieprzepuszczalne warstwy ilaste i pyłowe. Znaczenie wpływu warstwowania na ruch wody w glebie jest oczywiste. Wpływa ono wyraźnie na ilość wody, którą górne warstwy zatrzymują przy pełnym polowym nasyceniu. Warstwa o odmiennym składzie mechanicznym działa jako bariera dopóty, dopóki nagromadzi się w niej dostateczna ilość wody. Dzięki temu wierzchnia warstwa występująca nad warstwą zamykającą przenikanie wody wykazuje wyższą pojemność polową, niż ta sama gleba w warunkach nie zakłóconej przepuszczalności. Uwarstwienie gleb wyraźnie oddziałuje na ilość wody przyswajalnej oraz na ruchy jej w glebie. Na przykład warstwy zbite, scementowane i nieprzepuszczalne hamują przenikanie wody w głąb profilu oraz wpływają ujemnie na możliwości penetracji korzeni roślin. Warstwy te utrudniają wzrost korzeni i ograniczają pobieranie wody z głębszych poziomów glebowych. Również warstwy piasku działają jako bariera nieprzepuszczająca wody z wyżej leżących warstw o przewadze części drobniejszych. Przenikanie wody przez warstwy piasku jest bardzo powolne przy średniej i dużej sile ssącej w warstwach nadległych. Siła ssąca w warstwach zalegających nad warstwą piasku musi być niższa niż pół atmosfery, aby mogło nastąpić przenikanie w nich wody do warstw niżej leżących. Warstewki ilu 25 cm lub soczewki w głębokich piaskach powodują, że gleby takie nadają się do uprawy dzięki występowaniu cienkich stref, w których następuje akumulacja wody i składników pokarmowych. Jeśli na terenach niżej położonych wśród warstw lżejszych występuje blisko powierzchni warstwa słabo przepuszczalna, gromadzi się na niej woda opadowa, wywołując tzw. oglejenie opadowe (pseudoglej), co najczęściej wpływa ujemnie na rozwój roślin. Jakość i kolejność warstw geologicznych może więc w sposób konkretny wpływać na charakter właściwości fizycznych i chemicznych gleby, co oczywiście decyduje o ich właściwościach rolniczych.

Tab. 19. Grupa granulometryczna (wg PTG):
piasek luźny (przy obliczaniu tabeli
przyjęto, że wśród części ziemistych,
cząstki o średnicy <0,02 mm stano-
wią 2,3%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniej- sza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	23,5	97	608	113	1018
27	24,0	99	620	115	1039
26	24,5	101	633	117	1060
25	25,0	103	646	120	1082
24	25,5	105	660	122	1105
23	26,0	107	675	125	1128
22	26,5	109	689	127	1153
21	27,0	112	704	130	1179
20	28,0	114	720	133	1205
19	28,5	117	736	136	1232
18	29,5	119	753	139	1261
17	30,0	122	771	143	1291
16	31,0	125	790	146	1322
15	32,0	128	809	150	1354
14	32,5	132	829	154	1388
13	33,0	135	850	158	1423
12	34,0	138	872	162	1460

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 20. Grupa granulometryczna (wg PTG):
piasek słabogliniasty (przy oblicza-
niu tabeli przyjęto, że wśród części
ziemistych, cząstki o średnicy <0,02
mm stanowią 5,6%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniej- sza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	23,0	95	603	112	1014
27	23,5	97	615	114	1034
26	24,0	99	627	116	1056
25	24,5	101	640	119	1078
24	25,0	103	653	121	1101
23	25,5	105	668	124	1124
22	26,0	107	682	126	1149
21	26,5	110	697	129	1174
20	27,0	112	713	132	1201
19	27,5	115	729	135	1229
18	28,0	117	746	138	1258
17	29,0	120	764	142	1287
16	29,5	123	783	145	1318
15	30,5	126	802	149	1350
14	31,0	129	822	153	1383
13	32,0	132	843	157	1418
12	32,5	136	864	161	1454

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 21. Grupa granulometryczna (wg PTG):
piasek gliniasty lekki (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród części ziemistych, cząstki o średnicy <0,02 mm stanowią 10,9%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniejsza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	22,0	92	593	111	1009
27	22,5	94	605	113	1029
26	23,0	96	618	115	1050
25	23,5	98	631	118	1072
24	24,0	100	644	120	1095
23	24,5	102	658	123	1118
22	25,0	104	672	125	1142
21	25,5	107	686	128	1167
20	26,0	109	702	131	1194
19	26,5	112	718	134	1221
18	27,5	114	735	137	1249
17	28,0	117	752	140	1279
16	28,5	120	770	143	1310
15	29,5	123	789	147	1342
14	30,0	126	809	151	1376
13	30,5	129	830	155	1411
12	31,5	132	851	159	1447

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 22. Grupa granulometryczna (wg PTG):
piasek gliniasty mocny (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród części ziemistych, cząstki o średnicy <0,02 mm stanowią 17,5%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniejsza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	21,0	89	582	110	1002
27	21,5	91	593	112	1022
26	22,0	93	605	114	1043
25	22,5	95	618	117	1065
24	23,0	97	631	119	1087
23	23,5	99	645	122	1110
22	24,0	101	659	124	1134
21	24,5	103	673	127	1159
20	25,0	105	688	130	1186
19	25,5	108	704	133	1213
18	26,0	110	720	136	1241
17	27,0	113	737	140	1270
16	27,5	116	755	143	1301
15	28,0	118	773	147	1333
14	29,0	121	792	150	1366
13	29,5	124	812	154	1401
12	30,0	128	834	158	1437

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 23. Grupa granulometryczna (wg PTG):
głina silnie piaszczysta (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród części ziemistych, cząstki o średnicy <0,02 mm stanowią 25,0%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniejsza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	20,5	87	569	108	991
27	21,0	89	580	111	1011
26	21,5	91	592	113	1032
25	22,0	93	604	115	1053
24	22,5	95	617	118	1075
23	23,0	97	630	120	1098
22	23,5	99	644	123	1122
21	24,0	101	658	125	1147
20	24,5	103	673	128	1173
19	25,0	106	688	131	1200
18	25,5	108	704	134	1228
17	26,0	111	721	137	1256
16	27,0	113	738	141	1286
15	27,5	116	756	144	1318
14	28,5	119	775	148	1351
13	29,0	122	795	151	1385
12	29,5	125	815	155	1420

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 24. Grupa granulometryczna (wg PTG):
głina lekka, na granicy średniej (różnoziarnista) (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród części ziemistych, cząstki o średnicy <0,02 mm stanowią 35%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniejsza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	19,5	83	552	106	978
27	20,0	85	563	108	998
26	20,5	87	574	110	1018
25	21,0	89	586	113	1039
24	21,5	90	598	115	1061
23	22,0	92	611	117	1083
22	22,5	94	624	120	1107
21	23,0	96	638	123	1132
20	23,5	98	652	126	1157
19	24,0	101	667	129	1183
18	24,5	103	682	132	1210
17	25,0	105	698	135	1239
16	25,5	108	715	138	1269
15	26,0	110	732	141	1300
14	26,5	113	750	144	1332
13	27,5	116	769	148	1365
12	28,0	119	789	152	1400

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 25. Grupa granulometryczna (wg PTG):
głina średnia (różnoziarnista) (przy
obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród
części ziemistych, cząstki o średnicy
<0,02 mm stanowią 43%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniej- sza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	19,5	81	538	105	964
27	20,0	83	549	107	983
26	20,0	84	560	109	1003
25	20,5	86	571	111	1024
24	21,0	88	582	113	1045
23	21,5	90	595	116	1067
22	22,0	92	607	118	1091
21	22,5	94	621	120	1175
20	23,0	96	635	123	1140
19	23,5	98	649	126	1166
18	24,0	100	664	129	1193
17	24,5	103	680	133	1221
16	25,0	105	697	136	1250
15	26,0	107	714	139	1280
14	26,5	110	732	143	1312
13	27,0	113	750	146	1345
12	28,0	116	769	150	1380

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 26. Grupa granulometryczna (wg PTG):
głina ciężka (przy obliczaniu tabeli
przyjęto, że wśród części ziemistych,
cząstki o średnicy <0,02 mm stano-
wią 58,7%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniej- sza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	19,0	79	511	100	976
27	19,5	81	521	102	996
26	19,5	83	531	104	1016
25	20,0	84	542	106	1037
24	20,5	86	553	109	1059
23	21,0	88	565	111	1081
22	21,5	90	577	113	1105
21	22,0	92	590	116	1130
20	22,5	94	603	118	1155
19	23,0	96	617	121	1181
18	23,5	98	631	123	1208
17	24,0	100	645	126	1237
16	24,5	103	660	129	1266
15	25,0	105	676	133	1297
14	25,5	108	693	136	1329
13	26,0	110	711	139	1363
12	27,0	113	729	142	1398

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 27. Grupa granulometryczna (wg PTG):
ił (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że
wśród części ziemistych, cząstki o
średnicy <0,02 mm stanowią 87%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniej- sza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	17,0	73	466	92	880
27	18,0	74	475	94	890
26	18,5	76	485	96	908
25	19,0	77	495	98	938
24	19,5	79	505	100	958
23	20,0	81	515	102	978
22	20,5	83	526	104	999
21	20,5	85	537	107	1021
20	21,0	87	549	109	1043
19	21,5	89	561	112	1067
18	22,0	91	573	115	1091
17	22,5	93	586	117	1116
16	23,0	95	601	120	1143
15	23,5	98	616	123	1171
14	24,5	100	631	126	1200
13	25,0	102	647	129	1230
12	25,5	105	663	132	1260

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 28. Grupa granulometryczna (wg PTG):
less (utwór pyłowy ilasty) (przy
obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród
części ziemistych, cząstki o średnicy
<0,02 mm stanowią 42,5%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniej- sza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	17,5	76	539	107	979
27	18,0	78	550	109	999
26	18,0	79	561	111	1019
25	18,5	81	572	113	1040
24	19,0	82	584	115	1062
23	19,5	84	596	118	1084
22	20,0	86	608	121	1108
21	20,5	88	622	124	1133
20	20,5	90	636	127	1158
19	21,0	92	650	130	1184
18	21,5	94	665	133	1211
17	22,0	96	681	136	1240
16	22,5	98	698	139	1270
15	23,0	101	715	142	1301
14	23,5	103	733	146	1333
13	24,0	106	751	149	1367
12	25,0	108	770	153	1402

Czas opadania ziarn do poziomu bańki areometru

Tab. 29. Grupa granulometryczna (wg PTG):
utwór pyłowy zwykły (w glebach aluwialnych mada pyłowa lekka) (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród części ziemistych, cząstki o średnicy <0,02 mm stanowią 12,5%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniejsza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	18,5	86	591	111	1009
27	19,0	88	603	113	1029
26	19,5	90	615	115	1050
25	20,0	92	628	118	1072
24	20,0	94	641	120	1095
23	20,5	96	654	123	1118
22	21,0	98	668	125	1142
21	21,5	100	683	128	1167
20	22,0	102	699	131	1194
19	22,5	105	715	134	1221
18	23,0	107	732	137	1249
17	23,5	110	749	140	1279
16	24,0	112	767	143	1310
15	24,5	115	785	147	1342
14	25,0	118	804	151	1376
13	26,0	121	825	155	1411
12	26,5	124	847	159	1447

Czas opadania ziarn do poziomu banki areometru

Tab. 30. Grupa granulometryczna (wg PTG):
utwór pyłowy zwykły (w glebach aluwialnych mada pyłowa lekka) (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród części ziemistych, cząstki o średnicy <0,02 mm stanowią 17,5%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniejsza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	19,5	85	582	110	1002
27	20,0	87	593	112	1022
26	20,5	89	605	114	1043
25	20,5	91	618	117	1065
24	21,0	93	631	119	1087
23	21,5	95	645	122	1110
22	22,0	97	659	124	1134
21	22,5	99	673	127	1159
20	23,0	101	688	130	1186
19	23,5	103	704	133	1213
18	24,0	105	720	136	1241
17	24,5	108	737	140	1270
16	25,0	111	755	143	1301
15	25,5	113	773	147	1333
14	26,0	116	792	150	1366
13	27,0	119	812	154	1401
12	27,5	122	834	158	1437

Czas opadania ziarn do poziomu banki areometru

Tab. 31. Grupa granulometryczna (wg PTG):
utwór pyłowy zwykły (w glebach aluwialnych mada pyłowa średnia) (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród części ziemistych, cząstki o średnicy <0,02 mm stanowią 25%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniejsza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	19,0	81	569	109	999
27	19,0	83	580	111	1019
26	19,5	84	592	114	1040
25	20,0	86	604	116	1062
24	20,5	88	617	119	1084
23	21,0	90	630	121	1107
22	21,5	92	644	124	1131
21	22,0	94	658	126	1156
20	22,5	96	673	129	1183
19	23,0	98	688	132	1210
18	23,5	100	704	135	1238
17	24,0	102	721	138	1267
16	24,5	105	738	142	1298
15	25,0	107	756	145	1330
14	25,5	110	775	149	1397
13	27,0	116	810	157	1433

Czas opadania ziarn do poziomu banki areometru

Tab. 32. Grupa granulometryczna (wg PTG):
utwór pyłowy zwykły na granicy ilastego (w glebach aluwialnych mada pyłowa średnia na granicy ciężkiej) (przy obliczaniu tabeli przyjęto, że wśród części ziemistych, cząstki o średnicy <0,02 mm stanowią 35%)

Temperatura zawiesiny w °C	Średnica zastępcza ziarn zawieszonych mniejsza od:				
	0,1 mm	0,05 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm
	czas opadania cząstek (s)			czas opadania cząstek (min)	
28	19,0	79	552	107	983
27	19,0	81	563	109	1003
26	19,5	83	574	111	1023
25	20,0	84	586	114	1044
24	20,5	86	598	116	1066
23	21,0	88	611	118	1089
22	21,5	90	624	121	1113
21	22,0	92	638	124	1137
20	22,5	94	652	126	1162
19	23,0	96	667	129	1188
18	23,5	98	682	132	1216
17	24,0	100	698	135	1245
16	24,5	103	715	139	1275
15	25,0	105	732	142	1306
14	25,5	108	750	146	1339
13	26,0	110	769	149	1373
12	27,0	113	789	153	1408

Czas opadania ziarn do poziomu banki areometru

Zagadnienia i pytania sprawdzające

Co to jest frakcja mechaniczna?

Co rozumiemy pod pojęciem grupy mechanicznej?

Jak przedstawia się skład mineralogiczny frakcji piasku, ilu, pyłu, żwiru?

Jaki jest wpływ poszczególnych frakcji na właściwości gleby?

Dobrać procentową zawartość frakcji glebowych dla utworu „głina lekka pylasta”.

Podać minimalną i maksymalną zawartość frakcji piasku w następujących utworach: piasek gliniasty mocny, glina lekka pylasta, glina średnia pylasta.

Jaką rolę spełniają koloidy glebowe w kształtowaniu właściwości gleb?

Które gleby wykazują największą zdolność pęcznienia i kurczenia się? Wyjaśnić dlaczego?

Jaki skład mechaniczny gleby zapewnia najlepsze zaopatrzenie roślin w powietrze i wodę?

Dlaczego w niektórych glebach występuje nadmierna lepkość?

Z czym wiąże się nadmierna przewiewność gleby?

Zadanie

Na podstawie procentowej zawartości frakcji glebowych (tab. 17) ustalić grupy mechaniczne w wyodrębnionych poziomach i warstwach profilów glebowych.

ZJAZD V

Temat: Morfologia profilu glebowego

Zakres tematyki ćwiczeń

W otrzymanym monolicie glebowym oznaczyć następujące cechy i właściwości gleby:

- określić skalę osadową, z której wytworzyła się gleba;
- określić czy gleba jest całkowita czy niecałkowita;
- na podstawie poniżej wymienionych cech i właściwości gleby wydzielić poziomy genetyczne profilu glebowego:
 - składu mechanicznego (oznaczamy rozcierając materiał glebowy w stanie suchym i mokrym w palcach);
 - zmiany barwy;
 - zmiany struktury;
 - obecności CaCO_3 .
- określić miąższość wydzielonych poziomów genetycznych i podać sposób przechodzenia jednego poziomu z drugi;
- narysować w zeszycie omawiany profil glebowy w skali 1:10 i poszczególne poziomy genetyczne pomalować zwilżoną glebą;
- zastanowić się nad stosunkami wodno-powietrznymi omawianej gleby: magazynowanie wody, przepuszczalność, podsiąkanie, przewodność.

Tematy do opracowania

Czynniki glebotwórcze. Powstanie gleby. Warstwa a poziom genetyczny. Budowa profilu glebowego. Barwa gleby. Struktura i układ gleby. Konkrecje (nowotwory) glebowe i domieszki.

Profil glebowy jako wynik działania czynników glebotwórczych

Profil glebowy - układ morfologicznie zróżnicowanych poziomów występujących w przekroju pionowym gleby, powstały w wyniku działania procesów glebotwórczych.

Poznanie profilu glebowego w terenie jest podstawą badań gleboznawczych, bowiem niektóre właściwości, np.: stosunki wodno-powietrzne, barwę, strukturę, poziom wody gruntowej powinno oznaczać się bezpośrednio w polu.

Przed przystąpieniem do badań bardzo wskazane jest obejrzenie wąwozów, urwisk, wykopów, glinianek, piaskowni występujących w badanym terenie bądź w pobliżu miejsca badań. Tego rodzaju obserwacje umożliwiają zapoznanie się z budową podłoża glebowego, bez konieczności kłopotliwego kopania głębokich odkrywek gle-

bowych. Następnym etapem pracy terenowej jest przeprowadzenie, zależnie od potrzeby, wierceń glebowych oraz rozmieszczenie i wykonanie odkrywek glebowych. Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 21. Schemat odkrywki glebowej i profilu glebowego

Badanie gleby przeprowadza się w odkrywkach glebowych, czyli odpowiednio wykonanych dołach, w których najistotniejszą jest pionowa ściana sięgająca w głąb Ziemi do 150 cm. Na ścianie tej otrzymujemy tzw. „profil glebowy”, czyli obraz gleby. W profilu glebowym obserwuje się pionową zmienność cech oraz właściwości fizycznych i chemicznych. Zmienność ta przybiera formę poziomo uło-

żonych pasów, są to tzw. poziomy genetyczne. Najbardziej powierzchniowy poziom genetyczny w glebie onej zawiera w sobie substancję organiczną w postaci związków próchnicznych, resztek roślinnych lub zwierzęcych mniej lub bardziej rozłożonych, jego barwa jest szara a nawet ciemno szara, jest to tzw. poziom próchniczny. Rolnicy tę żyzną, najbardziej powierzchniową część gleby nazywają rolą i często utożsamiają ją z pojęciem gleby. W gleboznawstwie przyjmuje się, że gleba jest znacznie głębsza niż jej poziom próchniczny, umownie przyjęto granicę dolną na głębokości 150 cm. Poniżej 150 cm znajduje się niezmieniona skała.

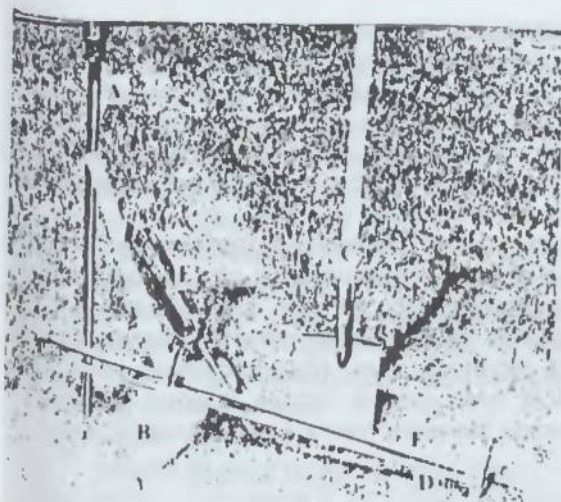
Badaniem cech morfologicznych poszczególnych jednostek taksonomicznych gleb i odpowiednim ich powiązaniem z właściwościami i genezą gleb zajmuje się morfologia. Ważniejszymi cechami morfologicznymi pomocnymi w ustalaniu wartości użytkowo-rolniczej gleby są:

- budowa profilu glebowego (czyli charakterystyczny układ poziomów genetycznych),
- miąższość poziomów,
- przejście poziomów,
- barwa gleby,
- struktura
- układ
- konkrecje (nowotwory) i domieszki.

1. Technika wykonania wierceń, odkrywek i monolitów glebowych

Wiercenia glebowe wykonuje się różnymi świdrami glebowymi. Najczęściej do gleb mineralnych stosuje się sondę glebową zwaną także „laską” gleboznawczą o długości 1 m, którą wbija się w glebę drewnianym młotem. Sonda ta posiada na całej swojej długości podłużny rowek, w którym po jej wydobyciu na powierzchnię gleby mamy wycinek profilu glebowego pozwalający ustalić skład mechaniczny, miąższość i barwę poszczególnych poziomów genetycznych, wilgotność i inne właściwości gleby. Wiercenia pozwalają ustalić zróżnicowanie pokrywy glebowej, wykryć poziomy wody gruntowej, a w przypadku prac kartograficznych pomagają ustalić zasięgi poszczególnych gleb. Ponadto są one bardzo pomocne przy ustalaniu rozmieszczenia odkrywek glebowych.

Odkrywki glebowe podstawowe wykonuje się na gruntach ornych do głębokości 150 cm i szerokości takiej aby można było swobodnie zbadać dolną część profilu pobrać próbki glebowe.



Ryc. 22. Sprzęt terenowy

A - „laska” gleboznawcza, B - młot drewniany, C - łopata, D - „laska” Egnera, E - świdre (do badania gleb organicznych).

ją się bardziej na powierzchni gładkiej, a inne na powierzchni chropowatej. Dlatego też część analizowanej ściany na całej długości pozostawiamy gładką, a na pozostałej części ściany przy pomocy noża odrywamy agregaty strukturalne i w ten sposób tworzymy powierzchnię chropowatą. Niekiedy może zachodzić potrzeba badania gleby do większej głębokości. Badania te z reguły wykonujemy przy pomocy świdra glebowego.

Odkrywki pomocnicze służą do potwierdzenia prawidłowego rozmieszczenia odkrywek podstawowych. Głębokość ich najczęściej nie przekracza 100 cm, a niżej bada się głębę świdrem do łącznej głębokości 150 cm.

Odkrywki zasięgowe umożliwiają wyznaczenie granicy między poszczególnymi gatunkami (zasięgami) sąsiadujących gleb, przy czym głębokość ich jest różna i zależy od charakteru utworu glebowego i celu badań (wynosi przeważnie 35-70 cm). w razie potrzeby głębę głębiej możemy zbadać świdrem.

Monolity glebowe w skrzynkach to jednolite słupy gleby w stanie naturalnym przedstawiające profile glebowe. Pobiera się je w drewniane lub metalowe skrzynki. W tym celu wycina się na ścianie profilu podłużny słup gleby o rozmiarach skrzynki monolitowej i nakłada się na niego skrzynkę. Następnie z boku poczynając od góry odcina się słup monolitowy i przytrzymując go mocno, energicznym ruchem odrywa się od ściany. Wymiary skrzynek monolitowych są różne i na ogół uzależnione są od przeznaczenia monolitów. Najdogodniejsze są skrzynki z blachy cynkowej grubości 1 mm.

Monolity glebowe klejone (cienkie pasy gleby) wykonuje się w pracowni z materiału pobranego wcześniej do specjalnych skrzynek lub bezpośrednio w terenie. W obu przypadkach wyznaczony na ścianie odkrywki kształt monolitu lub materiał glebowy pobrany do skrzynki, należy na powierzchni równomiernie nasycić preparatem P.O.W. (polioctan winylu) rozcieńczony acetonem w stosunku 1:4. Po upływie 15-20 minut powierzchnię gleby należy powtórnie nasycić. Trzecie smarowanie powierzchni monolitu preparatem P.O.W. wykonujemy po 30 minutach stosując rozcieńczenie acetonem

Wykop należy usytuować tak, aby na analizowaną ścianę padały promienie słoneczne. Przy kopaniu odkrywki, glebę z poziomu akumulacyjnego należy oddzielić od gleby pochodzącej z głębszych poziomów i warstw, poprzez umieszczenie jej w pobliżu obu wydłużonych ścian wykopu, tzn. część próchniczną wyrzucamy z dołu na lewą stronę, a część pozostałą z głębi odkrywki wyrzucamy na prawą. Zасыpując odkrywkę stosujemy odwrotną kolejność wrzucania ziemi. Analizowaną ścianę wykopu utrzymujemy pionowo, a przy przeciwległej ścianie wykonujemy stopnie pozwalające na swobodne zejście do odkrywki. Należy także pamiętać, że niektóre cechy gleby uwidacznia-

w stosunku 1:2. Następnie szybko przyklejamy gazę pozostawiając od góry pasek gazy szerokości 10 cm i smarujemy jej powierzchnię preparatem P.O.W. Po upływie ok. 30 minut smarujemy powtórnie powierzchnię gazy preparatem P.O.W. rozcieńczonym acetonem w stosunku 1:1. Po wyschnięciu powierzchni gazy i po stwardnieniu nasyczonej gleby odrywamy monolit od ściany odkrywki, bądź od profilu glebowego poprzednio pobranego do skrzynki. Oczekujemy aż nadmiar acetonu wyparuje i przystępujemy do naklejania wykonanego monolitu na sklejkę lub grubą tekturę.

Monolit można umieścić w oszklonych ramkach, oznakować poziomy genetyczne oraz zamieścić krótką charakterystykę gleby uwzględniając jej typ, podtyp, rodzaj, gatunek klasę bonitacyjną, kompleks przydatności rolniczej oraz miejscowość w pobliżu której odkrywka została wykonana. Tak wykonane monolity odznaczają się dużą trwałością, naturalnymi cechami morfologicznymi poszczególnych poziomów genetycznych gleby. Są lekkie, zajmują mało miejsca, można je łatwo przenosić, umieszczać na ścianach i z tego powodu stanowią cenną pomoc dydaktyczną.

2. Budowa profilu glebowego

Na V Zjeździe dydaktycznym zapoznamy się z opisem niektórych profili glebowych w sposób bardzo ogólny, uwzględniając przede wszystkim poznane już cechy morfologiczne gleby. Opis będzie wykonany na monolitach glebowych pobranych do skrzynek, w których zachowany jest naturalny układ gleby. Przed przystąpieniem do ćwiczeń należy powietrznie suchą glebę znajdującą się w skrzynce doprowadzić do stanu wilgotności naturalnej i odświeżyć jej powierzchnię zeszkrobując cienką warstwę nożem.

Następnie należy określić pochodzenie geologiczne skały macierzystej czyli rodzaj gleby. Rodzaj gleby znacznie łatwiej jest określić bezpośrednio w polu, pomocna jest wtedy w tym zakresie także geomorfologia terenu.

W badaniach gleb stosujemy pojęcia: warstwa i poziom genetyczny gleby. Pod pojęciem **warstwy** rozumiemy część profilu glebowego różniącego się w sposób zasadniczy od pozostałych części profilu. Powstaje ona przez nałożenie na warstwę podległą wskutek osobnego procesu geologicznego. Dlatego też należy odróżnić to pojęcie od pojęcia poziomu genetycznego, który wytworzył się wtórnie w materiale już złożonym

Zróznicowanie więc profilu glebowego na warstwy wynika z procesów geologicznych np. warstwa piasku na glinie, warstwa pyłu na ile, glina na żwirze itp.

Poziomy genetyczne - to części profilu glebowego wytworzone pod wpływem procesu glebotwórczego, dające się odróżnić makroskopowo bądź na podstawie zmian we właściwościach takich jak: zmiany barwy, struktury, składu mechanicznego, pH, obecności CaCO_3 , konkrecji, nowotworów oraz stopnia zbitości. Każdy typ gleby charakteryzuje się właściwym sobie układem poziomów genetycznych.

W glebie wyróżniamy następujące poziomy:

- A_o - poziom organicznej gleby zalegający w siedlisku leśnym na glebie mineralnej
- A_L - poziom ściółki surowej,
- A_F - poziom fermentacyjny,
- A_H - poziom humifikacyjny
- (A) - poziom próchniczny - inicjalny,
- A_1 - poziom próchniczny (akumulacyjny),
- A_p - poziom orno-próchniczny w glebach uprawnych,

- A₂ - poziom wymywania (eluwalny) zwany często bielcowym,
- A₃ - poziom mechanicznego wymycia iłu koloidalnego (poziom przemywania),
- Bt - poziom wmycia w glebach płowych,
- B - poziom iluwalny (wmywania),
- Bh - poziom iluwalny humusowy,
- Bs - poziom iluwalny żelazisty,
- (B) - poziom brunatnienia,
- Br - poziom rdzawienia w glebach rdzawych,
- C - skała macierzysta,
- D - skała podścielająca (występuje w glebach niecałkowitych),
- G - poziom gruntowo-glejowy (oglejenie oddolne),
- Gor - poziom gruntowo-glejowy oksydacyjno-redukcyjny,
- Gtd - gytia detrytusowa,
- Gt_{ca} - gytia wapienna,
- g - poziom glejowy oglejenia odgórnego,
- M₁ - poziom murszenia o strukturze gruzełkowej lub ziarnistej,
- M₂ - poziom murszenia o strukturze kaszkowatej, orzechowatej,
- M₃ - poziom murszowy o strukturze prymatycznej,
- T - torf,
- T_n - torf z torfowiska niskiego,
- T_p - torf z torfowiska przejściowego,
- T_w - torf z torfowiska wysokiego,
- Mi - warstwa mułu.

Charakterystyka poszczególnych poziomów genetycznych oraz ważniejszych procesów typologicznych procesów glebowych, w wyniku których te poziomy powstają jest szczegółowo omówiona w podręczniku H. Uggli „Gleboznawstwo rolnicze”.

Wyżej wymienione poziomy genetyczne, ich symbole oraz zastosowanie mają już znaczenie historyczne.

W starszych opracowaniach (publikacje naukowe, podręczniki, skrypty do gleboznawstwa opracowane w latach 1974-1989) posługiwano się tymi określeniami i symbolami literowo-cyfrowymi dla opisu gleb. Od 1989 roku, po wprowadzeniu w życie czwartego wydania „Systematyki gleb Polski”, w której zweryfikowano i uzupełniono symbole, nazwy poziomów oraz warstw glebowych, obowiązują nowe zasady wydzielania i oznakowania poziomów genetycznych.

Definicje i symbole ważniejszych poziomów glebowych wg „Systematyki gleb Polski” - wydanie czwarte, 1989 r., są następujące:

Poziomem glebowym nazywamy mineralną, organiczną lub organiczno-mineralną część profilu glebowego, w przybliżeniu równoległą do powierzchni gleby, odróżniającą się od poziomów sąsiednich stosunkowo jednorodną barwą, konsystencją, uziarnieniem, składem chemicznym, ilością i jakością materii organicznej i innymi właściwościami.

Właściwości poziomu glebowego ukształtowane są głównie przez procesy glebotwórcze.

Warstwami glebowymi nazywamy znajdujące się w obrębie profilu glebowego lub pod nim materiały charakteryzujące się cechami i właściwościami związanymi z litogenezą (różne pochodzenie geologiczne).

W systemie identyfikacyjnym poziomów i warstw glebowych wyróżnia się poziomy główne, poziomy przejściowe, poziomy mieszane, podpoziomy, nieciągłości litologiczne i litologiczno-pedogeniczne oraz cechy towarzyszące.

Poziomy główne oznacza się dużymi literami alfabetu łacińskiego:

- O - poziom organiczny próchnic nadkładowych i gleb organicznych,
- A - poziom próchniczny,
- E - poziom wymywania,
- B - poziom wzbogacenia,
- C - poziom skały macierzystej,
- G - poziom glejowy,
- P - poziom bagienny gleby organicznej,
- D - podłoże mineralne gleb organicznych,
- M - poziom murszowy gleby organicznej,
- R - podłoże skalne (lita skała magmowa lub osadowa).

Poziomy mieszane i przejściowe

Poziomy mieszane są częścią profilu, w którym morfologiczne zmiany między sąsiednimi poziomami głównymi obejmują pas szerszy niż 5 cm, a cechy przyległych poziomów są wyraźne i istnieje ciągłość między wcinającymi się językami i poziomami im odpowiadającymi. Oznacza się je dużymi literami oddzielonymi ukośną kreską, np. A/E, E/B, A/C, B/C.

Poziomami przejściowymi są części profilu, w którym równocześnie są widoczne morfologiczne cechy dwóch sąsiednich poziomów głównych. Oznacza się je dużymi literami, np. AE, EC, BC; pierwsza litera oznacza poziom do którego poziom przejściowy jest bardzo podobny.

Podpoziomy

Po literach oznaczających poziom główny O, A, B, C, E, G, P i R dodaje się liczby arabskie. Liczby te wykazują różnice cech i właściwości poziomów głównych, które mogą być obserwowane w profilu glebowym w terenie, np. A1, A2, A3, wynikające z odmiennej barwy, struktury lub innych cech.

Cechy towarzyszące czyli dokładniejsze określenie cech i właściwości związanych z genezą danego podpoziomu oznacza się małymi literami po cyfrze określającej podpoziomy, np. A2g, B3h, lub też bezpośrednio po dużej literze określającej poziom główny np. Ap, Bt, Cca.

a - dobrze zhumifikowana materia organiczna zakumulowana w mineralnej części gleby w warunkach hydromorficznych, stosuje się do poziomu głównego A, np. Aa;

br - akumulacja na miejscu (wzbogacenie in situ), nieiluwialna typowa dla gleb brunatnych, np. Bbr;

ca - akumulacja węgla wapnia, np. Cca;

es - eluwialne wymycie żelaza i glinu, np. Ees;

et - eluwialne wymycie frakcji ilastej, np. Eet;

fe - iluwialna akumulacja żelaza (gleby bielcowe i bielice), np. Bfe;

g - cechy glejowe lub poglejowe, odzwierciedlające okresową nadmierną wilgotność, spowodowaną wodami opadowymi okresowo stagnującymi nad poziomami lub warstwami trudno przepuszczalnymi, np. Eg, Bg, Cg;

gg - cechy oglejenia od wód gruntowych, np. Bgg;

h - poziom zawierający zhumifikowaną, dobrze rozłożoną materię organiczną, np. Ah, Bh;

p - poziom rozluźniony, wzruszony przez orkę lub inny zabieg spulchniający, np. Ap;

t - iluwialna akumulacja frakcji ilastej w glebach mineralnych, np. Bt; w glebach organicznych oznacza torf, stosuje się do poziomu głównego O;

v - nieiluwialne nagromadzenie w środowisku peryglacialnym żelaza, glinu, manganu, próchnicy, niekiedy wzbogacenie we frakcję ilastą i pylastą, np. Bv.

Symbole stosowane tylko do opisu gleb hydrogenicznych:

- i - utwór murszasty w glebach organiczno-mułowych;
- m - muł, stosuje się do poziomu głównego O;
- ni - niski torf, np. Otni;
- pr - torf przejściowy, np. Otpri;
- wy - torf wysoki, np. Otwy;
- n - poziom namulów mineralnych rozdzielających warstwy organiczne.

Nieciągłości litologiczne

W przypadku występowania w profilu glebowym lub w utworze macierzystym materiału różnego pochodzenia geologicznego o wyraźnych granicach nieciągłości litologicznej (np. poziomy A - E wytworzone z piasku zwałowego, a poziomy Bt - Cca z gliny zwałowej) każdą warstwę oznacza się cyfrą rzymską, stawianą przed symbolem poziomu głównego lub przejściowego. Górna warstwa, której odpowiada rzymska jedyńka, nie jest numerowana, natomiast każda następna otrzymuje kolejne numery II, III, np. Ap - E - IIBt - IICca - IIIG.

Nieciągłości litologiczno-pedogeniczne dotyczące warstw przekształceń mrozowych w warunkach peryglacialnych zostały w tym skrypcie pominięte, gdyż tematyka ta przekracza zakres nauczania gleboznawstwa na kierunku studiów rolnictwo.

Wykaz ważniejszych typów gleb i oznaczeń poziomów glebowych wg „Systematyki gleb Polski” wydanie trzecie, 1974 i wydanie czwarte, 1989, zamieszczono w tab. 33.

Tab. 33. Wykaz ważniejszych typów gleb i oznaczeń poziomów glebowych według „Systematyki gleb Polski” wydania trzeciego, 1974 i wydania czwartego 1989

Typ gleby	Układ poziomów w profilu glebowym	
	wg Systematyki z 1974 r.	wg Systematyki z 1989 r.
Gleby inicjalne:		
- skaliste	(A)C - C	(A)C - C - R
- luźne	(A)C - C	(A)C - C/R
- ilaste		AC - C
Gleby słabo wykształcone:		
- ilaste	(A)C - C	
- ze skał masywnych	A ₀ - A ₁ C - C	O - A - C - R
- ze skał luźnych		O - A - C
Rędziny	A ₁ C - C	AC - Cca - Rca
Pararędziny	AC - C	A - Cca
Gleby brunatne	A ₀ - A ₁ - (B) - C	O - A - Bbr - Cca
Gleby płowe	A ₀ - A ₁ - A ₃ - Bt - C	O - A - Eet - Bt - C
Gleby bielcowe	A ₀ - A ₁ - A ₂ - B - C	O - A - Ees - Bhfe - C
Bielce	A ₀ - A ₂ - B - C	O - Ees - Bhfe - C
Gleby rdzawe	A ₀ - A ₁ - Br - C	O - A - Br - C
Czarnoziemy leśnostepowe	A ₀ - A ₁ - A ₁ C - C	Ap - A - AC - Cca
Czarne ziemie	A ₀ - A ₁ - A ₁ C - CG	Ap - A - AC - Gca
Gleby glejowe	A ₁ - C	A - C
Gleby odgórnie oglejone (opadowo-glejowe)	A ₀ - A ₁ - g - C	A - Gg
Gleby torfowe	Ad - T	PO - O (POtni - Otni)
Gleby murszowe	AM - M - T	Mt - Ot
Mady rzeczne	A ₁ - C - D	A - AC - G (A - C1 - IIC2 - IIIC3)
Deluwialne	A ₁ - A ₁ C - CG	A - AC - D (A - C - IIC1 - IIIC2)

3. Barwa gleby

Barwa gleby jest cechą najbardziej widoczną. Zmienia się ona w zależności od stopnia uwilgotnienia masy glebowej i dlatego należy podawać w jakim stanie uwilgotnienia gleby ją oznaczano. Ta sama gleba w okresie wczesno-wiosennym, przy uwilgotnieniu zbliżonym do połowej pojemności wodnej jest ciemniejsza w porównaniu z okresem suszy letniej. Ponadto barwa gleby zależy od wielu innych czynników jak kolor zwietrzliny skalnej, zawartość związków próchnicznych i ich jakość, stopień dotlenienia i uwodnienia związków żelaza, zawartość CaCO_3 , struktura i rodzaj oświetlenia.

Barwa gleby pochodzi od różnych związków tworzących powłoki (otoczki koloidalne) wokół poszczególnych ziarn.

Głównymi składnikami barwiącymi glebę są:

- próchnica nadaje glebie ciemny odcień, niekiedy czarny,
- związki żelazowe, zwłaszcza tlenki o różnym stopniu uwodnienia, nadają glebie barwę żółtą, brunatną, rdzawą do czerwonej,
- związki żelazawe w zależności od wielkości deficytu tlenowego wykazują większy lub mniejszy stopień oglejenia ujawniający się w różnym natężeniu barw siwych, niebieskawych, zielono-niebieskawych,
- kwarc, krzemionka, węglan wapnia i magnezu, gips, kaolinit, warunkują zabarwienie białe lub szaro-białe,
- wiwianit w świeżo wykonanej odkrywce glebowej ma barwę białą, natomiast na powietrzu przybiera barwę niebieską,
- tlenki manganu są brunatne, a w połączeniu z związkami żelaza czarno-brązowe lub czerwono-fioletowe.

Przy określaniu barwy gleby należy zaznaczyć, czy jest ona w danym poziomie jednolita, czy też występuje plamistość, smugowatość itp. Wyróżnia się „zimne tony” barwne, należą do nich zabarwienia zbyt czarne, siwe, zielono-niebieskawe, oraz „ciepłe tony” barwne czyli zabarwienia szare, żółte, brunatne itp.

Pierwsze z nich świadczą o podmokłości gleby, o potrzebie melioracji, drugie natomiast wyrażają dobre stosunki powietrzno-wodne. Dlatego też określenie barwy ma znaczenie nie tylko teoretyczne ale i praktyczne.

Barwa gleb organicznych zależy od stopnia rozkładu i rodzaju substancji organicznej. Silnie rozłożone torfy są znacznie ciemniejsze od mniej rozłożonych, zaś torfy niskie są przeważnie ciemniejsze od torfów wysokich. Próchnica murszowa pociemnia barwę gleb murszowo-mineralnych.

Barwa profilu glebowego pozwala w terenie wyodrębnić poszczególne poziomy genetyczne, określić w przybliżeniu zawartość próchnicy i właściwości powietrzno-wodne.

Barwa powierzchni gleby pomaga przy ustaleniu konturów typów, klas bonitacyjnych gleb itp. Pamiętać przy tym jednak należy, że im wilgotniejsza jest gleba, tym ciemniejszy jest poziom próchniczny, a poziomy głębsze wykazują żywsze i bardziej kontrastowe kolory.

Ocena barwy jest oceną subiektywną i zależy od doświadczenia terenowego obserwatora. Dodatkowym kłopotem jest częste występowanie barwy niejednorodnej. Wydaje się, że najprościej byłoby ustalić barwę gleby przez porównanie ze skalą wzorcową. Ostatnio w gleboznawstwie do oznaczania barwy gleby stosuje się atlas Munsella.

Oznaczenie barwy gleby polega na znalezieniu w atlasie prostokąta najbliższego barwą do badanej gleby. Na zapis barwy składają się 3 wartości odcieni np. 10 YR, jasność np. 6 i nasycenie np. 2, razem 10 YR 6/2. Jest to prostokąt w trzecim wierszu od góry i drugiej kolumnie od lewej na stronie 10 YR. Określenie słowne tej barwy: szaro - żółto - brunatna.

Na określenie barwy ma wpływ skład spektralny światła w momencie porównania wzorca i gleby.

Oznaczenie powinno być wykonywane przy świetle słonecznym rozproszonym z wyłączeniem godzin rannych i przedwieczornych, kiedy to jest dużo czerwieni w świetle słonecznym.

Należy też wykonywać oznaczenia przy jednakowym uwilgotnieniu (najlepiej w stanie suchym).

4. Struktura, układ, nowotwory i domieszki

Rodzaje agregatów glebowych oraz objawy niekorzystnej struktury i sposoby jej poprawy będą dokładnie charakteryzowane na następnym VI Zjeździe dydaktycznym przy omawianiu właściwości fizycznych gleby oraz na Zjeździe dydaktycznym VIII, przy wprowadzeniu do gleboznawstwa terenowego. Jednakże przy omawianiu cech morfologicznych profilu glebowego konieczna jest znajomość ogólnej charakterystyki poszczególnych rodzajów struktur, układu gleby oraz nowotworów i domieszek spotykanych w glebach (ryc. 27).

5. Zawartość węgla wapnia

Obecność węgla wapnia w profilu glebowym orientacyjnie określamy wzrokowo, stwierdzając występowanie CaCO_3 w postaci białych lub szaro-białych plam, cętek kongrecji wapiennych, „siwizny” wapiennej. Kongrecje węgla wapnia często z domieszką węgla magnezu, najczęściej spotykamy w glebach wytworzonych z lessów i marglistych glin zwałowych. Noszą one nazwę lalczek lessowych lub kongrecji węglanowych. W poziomach akumulacyjnych naszych gleb węglany wapnia występują rzadko. Częściej można je spotkać w głębszych poziomach na głębokości 70-120 cm.

Występowanie węglanów w poszczególnych poziomach genetycznych profilu glebowego wykrywamy przez skrapianie próbki gleby lub profilu glebowego 10% kwasem solnym. W przypadku obecności węglanów pod wpływem działania kwasu solnego następuje mniej lub bardziej wyraźne „burzenie się” masy glebowej, co jest wynikiem wydzielania się CO_2 . Z intensywności „burzenia” możemy sądzić o procentowej zawartości CaCO_3 .

Przyjmuje się, że:

- do 1% CaCO_3 w glebie - burzenia brak
- 1-3% CaCO_3 w glebie - burzenie słabe,
- 3-5% CaCO_3 w glebie burzenie wyraźne, krótkotrwałe,
- powyżej 5% CaCO_3 w glebie - burzenie silne, długotrwałe.

Przy jednakowej zawartości CaCO_3 gleby lekkie burzą silniej niż gleby ciężkie.

W przypadku określenia cech morfologicznych profilu glebowego w polu należy zwracać uwagę nie tylko na opisywaną ścianę czołową odkrywki, lecz także wnikliwie obejrzeć pozostałe ściany boczne. Obserwacjami i badaniami należy objąć także glebę wyrzuconą z okrywki przy jej kopaniu, co pozwoli lepiej ocenić skład mechaniczny, strukturę, barwę, kongrecje.

Badania terenowe umożliwiają pobranie próbek do dokładniejszego określania w laboratorium właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleb, przy zastosowaniu precyzyjnej aparatury.

6. Pobieranie próbek glebowych do analiz laboratoryjnych

Sposób pobierania próbek gleby zależy od zamierzonych badań. Inaczej bowiem pobiera się próbki do oznaczania fizycznych właściwości gleby, np. struktury, gęstości objętościowej, właściwości wodnych itd., a inaczej do badań mikrobiologicznych i w inny sposób do charakterystyki profilu glebowego czy charakterystyki warstwy ornej gleby na większych powierzchniach pól.

Właściwe, staranne i dokładne pobieranie próbek decyduje o wartości uzyskanych wyników a zatem i na wyprowadzenie z nich ostatecznych wniosków. Dlatego też na wstępne rozpoznanie terenu badań i wybranie miejsc na lokalizację odkrywek glebowych w terenie należy zwracać szczególną uwagę.

Przy pobieraniu próbek gleby z warstwy ornej na większych obszarach dla określenia zawartości składników pokarmowych, związków organicznych, odczynu i potrzeb wapnowania konieczne jest wcześniejsze przygotowanie planu powierzchni pól. Wytypowane powierzchnie do pobrania próbki średniej muszą być wyrównane (podobne) pod względem ukształtowania terenu, składu mechanicznego, uprawy, nawożenia, przedplonu itp.

Pobieranie próbek glebowych z poziomów genetycznych profilu glebowego

Z wydzielonych w profilu glebowym poziomów genetycznych pobieramy próbki glebowe tak aby charakteryzowały one cały profil badanej gleby. Z reguły pobieramy próbki ogólne i próbki specjalistyczne. Pobieranie ich najlepiej rozpocząć od dołu, posuwając się ku górze aby uniknąć zanieczyszczenia próbek z niższych poziomów glebą z warstw wierzchnich.

Próbki ogólne służą do oznaczania składu mechanicznego, pH, CaCO_3 , właściwości sorpcyjnych, zawartości w glebie składników przyswajalnych dla roślin i składników ogółem. Pobierany je przez wycięcie nożem materiału glebowego o wadze ok. 1 kg z całej powierzchni każdego poziomu genetycznego. Przy dużej miąższości poziomu można brać próbki z górnej, środkowej i dolnej części oddzielnie. Jeżeli w profilu nie ma widocznego zróżnicowania w cechach morfologicznych, wówczas pobieramy próbki z głębokości 5-10 cm, 30-50 cm, 70-90 cm i 120-130 cm.

Z gleb organicznych próbki pobiera się w podobny sposób bezpośrednio z odkrywki glebowej lub wykonując tzw. wiercenia przy pomocy świrdrów Hillera. Próbkę pobiera się co 25 cm z całego profilu na przemian z dwóch oddalonych od siebie o około 1 m otworów, w każdej z pobranych próbek określa się makroskopowo stopień rozkładu i gatunek torfu uwzględniając dodatkowo barwę torfu, zapach i zanieczyszczenia.

Próbki glebowe ogólne pobiera się do woreczków płóciennych lub plastikowych, a także można je pobierać do pudełek tekturowych. Jednocześnie z próbką wkładamy do woreczka karteczkę z podaniem miejscowości, numeru profilu glebowego, nazwy poziomu glebowego z zaznaczeniem głębokości, z której próbka została pobrana i daty pobrania. Do napisów na kartce należy używać ołówka grafitowego (zwykłego). Kartkę składa się na czworo napisem do środka. Pobrane próbki glebowe przewozi się do laboratorium, gdzie suszy się na powietrzu przez okres ok. 3 tygodni do uzyskania stanu powietrznie suchego.

Próbki specjalne pobiera się również z poszczególnych poziomów genetycznych gleby dla różnych potrzeb specjalnych; między innymi często do oznaczania fizycznych właściwości gleby. Próbki do badań właściwości fizycznych pobieramy za pomocą specjalnych metalowych cylinderków posiadających dokładnie oznaczoną objętość 100 cm³ lub 250 cm³. Cylinderki takie wbija się pionowo do gleby za pomocą wciskacza. Następnie przy pomocy noża wycina się z masy glebowej próbkę i wyrównuje się ją po obu stronach cylinderka do jego krawędzi. Czynności te powinno wykonywać się bardzo ostrożnie aby nie zniekształcić normalnego układu cząsteczek glebowych. Z każdego miejsca należy pobrać minimum 3 próbki glebowe do cylinderków, a z poziomu orno-próchnicznego minimum 5 powtórzeń. Pozwoli to uzyskać średnie wyniki dla poszczególnych punktów badań profilu glebowego. Pobrane w przedstawiony sposób próbki do cylinderków przykrywa się wieczkami (wieczka cylinderka oraz część zwana pierścieniem posiadają ten sam numer), zapisuje się numer kolejny profilu glebowego, głębokość pobrania oraz numery cylinderków i ostrożnie przewozi się do laboratorium. Do oznaczania wilgotności aktualnej gleby należy cylinderki z glebą zabezpieczyć przed parowaniem i możliwie szybko wykonać oznaczenia.

Pobieranie próbek z warstwy ornej gleby na większych powierzchniach

Próbki do charakterystyki warstwy ornej na większych powierzchniach powinny być pobierane z pól wyrównanych (podobnych) pod względem przyrodniczym i agrotechnicznym. Powierzchnia przypadająca na jedną średnią próbkę może wynosić do 4 ha. Jako zasadę powinno się jednak przyjąć pobieranie jednej średniej próbki z powierzchni 1 ha. Średnie próbki należy pobierać oddzielnie spod poszczególnych kultur roślin uprawnych. Średnia próbka powinna być mieszaniną co najmniej 20 próbek indywidualnych pobranych z danej powierzchni. Próbki indywidualne pobiera się z głębokości 0-20 cm za pomocą specjalnie do tego celu skonstruowanej laski Egnera. Chodzi o to, aby próbka reprezentowała nie tylko określoną powierzchnię pola, ale i warstwę orną gleby.

Próbki indywidualne należy dokładnie wymieszać na czystej folii plastikowej i pobrać średnią próbkę o wadze 0,3-1,0 kg zależnie od ilości planowanych analiz.

Zagadnienia i pytania sprawdzające

- Jaka jest różnica między warstwą a poziomem genetycznym?
- O czym świadczy nagłe przejście poziomu w poziom?
- Jaka jest różnica między glebą całkowitą i niecałkowitą?
- Jakie związki powodują brunatne zabarwienie gleby?
- Jaką barwę nadają glebie związki próchniczne?
- Jak uwilgotnienie i oświetlenie wpływa na barwę gleby?
- Jakie gleby charakteryzują się strukturą gruzełkową?
- Jaka jest różnica między glebami o układzie luźnym i pulchnym?
- Jaka jest różnica między rudawcem a rudą darniową?
- Wymień podstawowe formy konkrecji węglanowych?
- W jakich glebach i poziomach występuje osypka krzemionkowa?
- W jakich glebach występuje wiwianit?

Zadanie

Przeprowadzić rozpoznanie okolicy miejsca zamieszkania pod względem występowania naturalnych odsłoneń glebowych (skarpy, rozmywy erozyjne, odsłonięcia w gliniankach, zwirowniach, piaskowniach, potorfiach), w których można będzie zlokalizować profile glebowe.

ZJAZD VI

Temat: Fizyczne właściwości gleb

Zakres tematyki ćwiczeń

1. Oznaczanie niektórych właściwości fizycznych podstawowych:
 - a) gęstości objętościowej gleby;
 - b) pojemności wodnej aktualnej;
 - c) pojemności wodnej kapilarnej;
 - d) pojemności wodnej maksymalnej;
 - e) struktury i barwy gleby;
 - f) przypomnienie oznaczania składu mechanicznego metodą organoleptyczną.
2. Obliczenia wyników
3. Ocena wtórnych właściwości fizycznych gleb (stosunków wodno-powietrznych i cieplnych) na podstawie otrzymanych wyników

Tematy do opracowania

1. Właściwości fizyczne podstawowe - gęstość właściwa, gęstość objętościowa, porowatość, zwięzłość i pulchność, plastyczność, lepkość, pęcznienie, kurczliwość.
2. Woda glebowa - znaczenie i źródła wody glebowej.
3. Postacie wody glebowej.
4. Charakterystyka poszczególnych pojemności wodnych gleb; aktualnej, kapilarnej, polowej, maksymalnej, higroskopowej.
5. Zaopatrzenie roślin w wodę, podsiąkanie i przesiąkanie. Woda dostępna dla roślin.
6. Ocena stosunków wodnych w terenie.
7. Powietrze glebowe - wymiana gazów, pojemność powietrzna gleby, skład chemiczny powietrza glebowego.
8. Stosunki cieplne gleby - pojemność cieplna gleby, przewodnictwo cieplne, oddawanie ciepła glebowego, przebieg temperatury w glebie, zamarzanie i odmarzanie gleby.

A. Właściwości fizyczne podstawowe

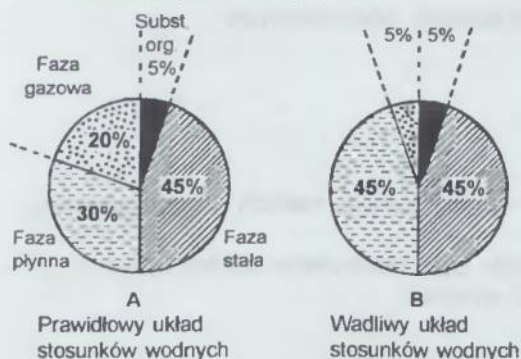
- Gleba jest utworem trójfazowym składającym się z:
- części mineralnych i organicznych (faza stała);
 - roztworu glebowego (faza płynna);
 - powietrza glebowego (faza gazowa).
- Fazę stałą budują różnej wielkości ziarna, okruchy skał i minerałów, występujące w glebie w postaci zlepów - tzw. agregatów strukturalnych lub w formie niesklejonej

(gleby luźne). Pomędzy poszczególnymi ziarnami i agregatami jak również wewnątrz agregatów (zlepeków) tworzą się wolne przestrzenie, kanaliki itp. przestwory, w których mieszczą się woda i powietrze.

Ilość wody i powietrza w glebie zmienia się w zależności od pory roku, rozwoju roślin i warunków atmosferycznych. Zakładając, że objętość fazy stałej nie podlega zmianie, pomiędzy pozostałymi dwoma fazami (płynną i gazową) istnieje ścisła zależność polegająca na tym, że:

- im w glebie jest więcej wody tym mniej pozostaje miejsca na powietrze, gleba jest wtedy niedostatecznie przewietrzana;
- im w glebie jest więcej powietrza tym mniej jest wody, gleba jest niedostatecznie uwilgotniona;
- najwłaściwszym jest układ optymalny, w którym proporcje woda - powietrze są zrównoważone, taki stan w glebie ilustruje ryc. 23.

Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 23. Zwróć uwagę na proporcje zachodzące pomiędzy fazą płynną i fazą gazową gleby

A - prawidłowy układ stosunków wodno-powietrznych gwarantuje roślinom dostateczną ilość zarówno wody jak i powietrza.

B - wadliwy układ stosunków wodno-powietrznych nie zaspokaja potrzeb roślin w stosunku do powietrza (tlenu).

Wadliwym będzie również odwrotny układ stosunków wodno-powietrznych - (nadmiar) przewaga fazy gazowej w stosunku do fazy płynnej; wtedy gleba nie będzie pokrywać w dostatecznym stopniu zapotrzebowania roślin w stosunku do wody.

Relacja między wymienionymi trzema fazami z uwzględnieniem ich cech decyduje o układzie stosunków powietrzno-wodnych gleby. Od układu tych stosunków zależy kierunek i intensywność procesów biologicznych.

Gleba może być bardziej lub mniej biologicznie czynna, a to razem z zasobnością w składniki pokarmowe decyduje o jakości siedliska dla rozwijających się w niej korzeni roślin. Na glebach o niekorzystnym układzie stosunków powietrzno-wodnych nawet przy dużej zasobności w składniki pokarmowe, będziemy otrzymywać niższe plony. Mniejsza też będzie efektywność nawożenia.

Poznanie niektórych właściwości fizycznych gleb niezbędne jest dla doboru maszyn, narzędzi oraz sposobów uprawy.

Z właściwości fizycznych gleb najczęściej badane są: gęstość właściwa, gęstość objętościowa, porowatość, zwięzłość, lepkość, plastyczność, pęcznienie, kurczenie się, struktura, barwa, które nazywamy właściwościami fizycznymi podstawowymi oraz właściwości wodne, powietrzne i ciepłne - nazywane wtórnymi (funkcjonalnymi) właściwościami fizycznymi gleby.

1. Ważniejsze podstawowe fizyczne właściwości gleb

Na ćwiczeniach szczególną uwagę zwrócimy na:

Gęstość właściwa* - jest to stosunek masy części stałych gleby do ich objętości, czyli ciężaru suchej fazy stałej gleby, której objętość mierzona jest bez uwzględnienia wolnych przestrzeni (wypełnionych w naturze fazą ciekłą i gazową). Gęstość gleb mineralnych waha się najczęściej od $2,4 \text{ g/cm}^3$ do $2,7 \text{ g/cm}^3$, a gleb wytworzonych z torfów od $1,4$ - $1,9 \text{ g/cm}^3$.

Gęstość objętościowa* - jest to stosunek masy gleby wysuszonej w 105°C do objętości tej samej próbki pobranej w stanie świeżym z zachowaniem naturalnego układu (faza stała wraz z porami). Gęstość objętościowa zależy przede wszystkim od gęstości właściwej, składu mechanicznego, układu i struktury. W glebach mineralnych waha się w granicach $1,1$ - $1,8 \text{ g/cm}^3$. W glebach organicznych wykazuje bardzo duże wahania zależne od rodzaju substancji organicznej. Jest prawie zawsze znacznie mniejsza od $1,0 \text{ g/cm}^3$.

Na podstawie gęstości objętościowej ustala się stopień zbityści gleby, co ilustruje poniższe zestawienie.

Stopień zbityści gleby mineralnej wg gęstości objętościowej:

poniżej $0,9 \text{ g/cm}^3$ - układ bardzo pulchny,

$0,9$ - $1,1$ - pulchny,

$1,1$ - $1,3$ - normalnie zwięzły (uprawa ziemniaka, buraka),

$1,3$ - $1,5$ - słabo zbity (rośliny zbożowe),

$1,5$ - $1,7$ - zbity,

$1,7$ - $1,9$ - silnie zbity,

$1,9$ - $2,1$ - bardzo silnie zbity.

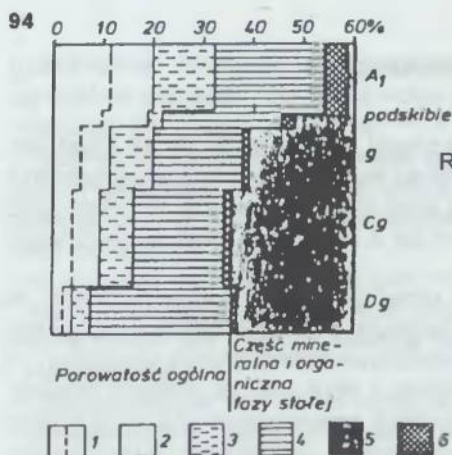
Gleby zbite stawiają duży opór dla wzrostu korzeni roślin, a silnie zbite prawie uniemożliwiają przenikanie korzeni w głąb. Znaczne zagęszczenie gleb występuje zwykle w wierzchnich warstwach poziomów podakumulacyjnych, na skutek ugniatającego działania narzędzi rolniczych oraz w dolnej części poziomu A (tzw. „podeszwa płuzna”).

Optymalne zagęszczenie gleby dla rozwoju niektórych roślin (dla gleb próchnicznych 2-4% próchnicy):

Roślina	Optymalna gęstość objętościowa g/cm^3	Optymalna porowatość ogólna
Buraki cukrowe	1,1-1,2	54-58%
Żyto	1,24-1,50	} 41-44%
Pszenica ozima	1,46-1,54	
Owies	1,53-1,63	
Jęczmień jary	1,50	
Ziemniaki	1,0-1,1	58-62%

Porowatość jest to suma objętości wolnych przestrzeni (nie wypełnionej fazą stałą gleby) w jednostce objętości gleby. Rozróżnia się porowatość ogólną, porowatość kapilarną, porowatość niekapilarną.

*Komisja Fizyki PTGleb. zaleca stosowanie, zgodnie z układem jednostek SI, określić: gęstość właściwą gleby, gęstość objętościową gleby.



Ryc. 24. Pionowa zmienność fizycznych właściwości gleby wytworzonej z gliny zwałowej: porowatości ogólnej, kapilarnej i niekapilarnej, pojemności wodnej aktualnej 1 - porowatość niekapilarna, 2 - pory glebowe kapilarne i niekapilarne, wypełnione powietrzem, 3 - zmiany pojemności wodnej aktualnej w okresie wegetacyjnym, 4 - pory glebowe stale zajęte przez wodę, 5 - faza stała gleby, 6 - substancja organiczna gleby.

Za przestwory kapilarne przyjmuje się te, które mają zdolność podnoszenia wody.

Przestwory niekapilarne stanowią różnicę między porowatością ogólną a porami kapilarnymi. Wypełnione są z reguły powietrzem, jedynie przy nadmiarze wilgoci zajmuje je woda. Suma porowatości kapilarnej i niekapilarnej stanowi tzw. **porowatość ogólna**.

To współistnienie obok siebie przestworów kapilarnych i niekapilarnych wpływa regulująco na stosunki powietrzne i wodne gleby. Przestrzenie kapilarne magazynują wodę, niekapilarne stanowią naturalny drenaż odprowadzający nadmiar wody i umożliwiającą krążenie powietrza w glebie.

Tak przedstawione określenie przestworów glebowych kapilarnych i niekapilarnych jest mało dokładne i wymaga ściślejszego ujęcia, zależnie od średnic i wynikających z tego sił utrzymujących wodę (tab. 34).

Wielkość przestworów glebowych określa granice odwodnienia gleby podczas jej swobodnej filtracji przez profil glebowy. Pory duże (szerokie $>50 \mu\text{m}$ i wąskie $50-100 \mu\text{m}$) po nasyceniu gleby wodą utrzymują ją bardzo krótko i z reguły są wypełnione powietrzem. Określają one zdolność gleby do przewietrzania (wymiany gazowej z atmosferą). Pory średnie ($10-0,2 \mu\text{m}$) są zazwyczaj wypełnione wodą i stanowią jej rezerwuuar dla roślin, jest to tzw. woda dostępna dla roślin. W porach małych ($<0,2 \mu\text{m}$) woda jest utrzymywana stale z dużymi siłami, znacznie przekraczającymi siły ssące korzeni roślin, stąd stanowi ona tzw. wodę niedostępną dla roślin.

Tab. 34. Podział por glebowych na podstawie średnic w μm i określenie sił utrzymujących w nich wodę pF (wg F. Scheffer, P. Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde, 1992, zmienione)

Określenie por glebowych	Średnica w μm	pF	Obecność wody w porach i jej dostępność dla roślin
Pory duże, szerokie	> 50	0 - 1,8	brak, najczęściej wypełnione powietrzem
pory duże, wąskie	50 - 10	1,8 - 2,5	brak, najczęściej wypełnione powietrzem
Pory średnie	10 - 0,2	2,5 - 4,2	występuje, dostępna dla roślin
Pory małe	$< 0,2$	$< 4,2$	występuje, niedostępna dla roślin

Porowatość i związane z nią przepuszczalność oraz przewiewność są w glebach ilastych mniejsze niż w piaszczystych, gdyż drobne cząstki gleby są ułożone ściślej niż duże. Dlatego w glebach ilastych daje się często odczuwać brak tlenu. Przy bardzo małych przestworach między cząsteczkami glebowymi utrudniony jest wzrost

korzeni; włóśniki korzeniowe nie mogą wnikać do przestworów których średnica wynosi mniej od 0,01 mm (10 μ m).

W glebach przy zmniejszeniu się aktywności biologicznej, następuje skłonność do zagęszczania i zmniejszania się porowatości gleby.

Zjawisko to występuje szczególnie wyraźnie w poziomach wymycia i wmycia gleb bielcowych i wymywania gleb płowych, jak również w poziomach pseudoglejowych i glejowych, odgórnie i oddolnie oglejonych, które nakładają się często na poziomy przemywania i wymywania

Struktura gleby. Strukturą gleby nazywamy pewien jej stan, przy którym gleba osiągając budowę agregatów, zabezpiecza roślinie optymalne warunki wodno-powietrzne i ciepłne. Struktura gleby obejmuje więc:

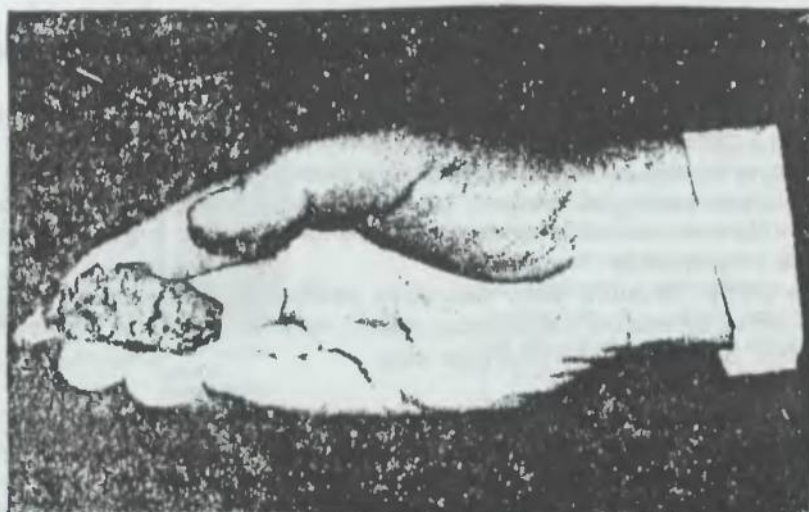
- budowę agregatową,
- układ i porowatość gleby.

Sklejanie części mineralnych w agregaty strukturalne zachodzi pod wpływem związków próchnicznych zawierających wapń. Im więcej w glebie związków próchnicznych i wapnia, tym trwalsza jest struktura. Przy braku związków próchnicznych otrzymuje się gruzelki nietrwałe, rozpadające się pod wpływem kropel deszczu i podczas uprawy roli. Wodoodporność takich gruzelków jest mała, bowiem przesycone wodą ulegają rozmyciu. Powoduje to po wyschnięciu zaskorupianie się powierzchniowej części gleby utrudniające do niej dostęp powietrza. Gleby takie są na ogół bardzo podatne na rozpylanie.

Gleba o trwałej strukturze jest żyźniejsza od bezstrukturalnej, gdyż strukturalność polepsza między innymi stosunki wodno-powietrzne i ciepłne w glebie. Gleba o dobrej strukturze jest pulchniejsza od gleby pozbawionej struktury; ciepło, woda i powietrze łatwo przenikają do niej; zmniejsza się utrata wody z powierzchni przez parowanie oraz łatwiejsza jest wymiana między powietrzem glebowym i atmosferycznym.

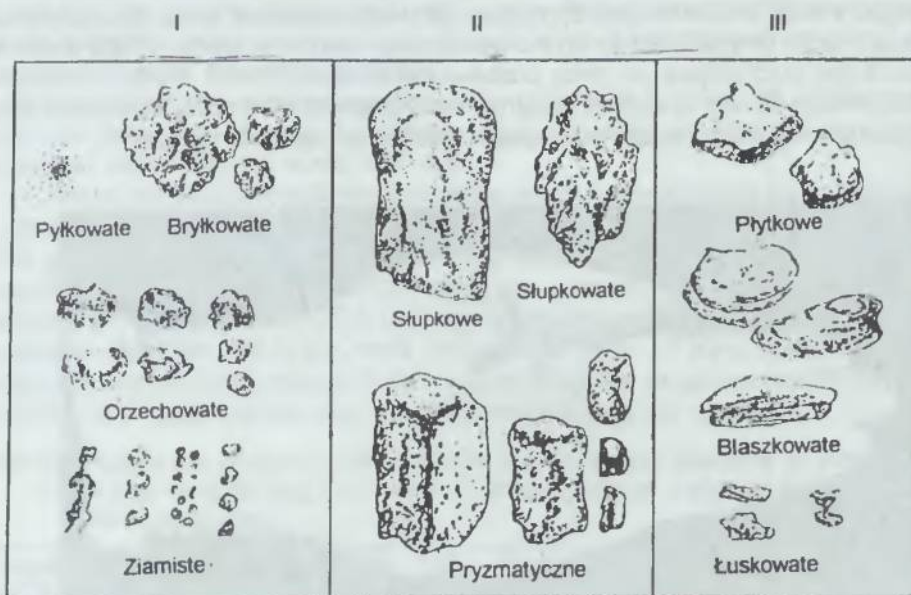


Ryc. 25. Budowa rozdzielności cząsteczkowej gleby piaszczystej - poszczególne ziarenka glabowe nie są powiązane lepiszczem koloidalnym



Ryc. 26. Budowa zwartocząsteczkowa - masa glebowa składa się z cząsteczek powiązanych ze sobą substancjami koloidalnymi

Przeanalizuj poniższą rycinę



Ryc. 27. Odmiany różnych agregatów strukturalnych (wg S.A. Zacharowa)

Zwróć uwagę na kształt i wymiary poszczególnych agregatów. I. Typ równowymiarowy. Agregaty strukturalne należące do tego typu są mniej więcej równomiernie wykształcone w kierunku trzech swoich wzajemnie prostopadłych do siebie osi. II. Typ pionowo-wydłużony. Agregaty należące do tego typu charakteryzują się silnym rozwojem osi w kierunku pionowym. Dalszy ich podział uzależniony jest od wyrazistości ścian i krawędzi. III. Typ warstwowy. U agregatów tego typu zaznacza się rozwój w kierunku osi poziomych (łupliwość pozioma).

Gruzelki mające dużo przestworów włoskowatych (kapilarnych), pory średnie wypełniają się wodą kapilarną, a w większych przestworach między gruzelkami, pory duże, groma-

dzi się woda grawitacyjna, łatwo dostępna dla roślin. Po spłynięciu wody grawitacyjnej i wypełnieniu wolnych miejsc powietrzem atmosferycznym o zaopatrywaniu roślin w wodę decyduje ilość wody kapilarnej występującej w gruzelkach. Antagonizm między zaopatrzeniem w wodę i powietrze zmniejsza się. Na powierzchni gruzelków zachodzi energiczny rozkład mniej trwałych związków organicznych próchnicy przy pomocy bakterii tlenowych. Wydzielane przy tym sole mineralne są wchłaniane przez korzonki roślin, które oplatają powierzchnię gruzelków

Nie każda trwała struktura jest jednakowo korzystna. W ciężkich ilastych glebach, zasobnych w części spławialne, a ubogich w próchnicę tworzy się struktura grubo bryłkowata; taka gleba w stanie suchym jest cięższa w uprawie. Najbardziej odpowiednie dla roślin uprawnych jest środowisko glebowe, utworzone przez trwałą strukturę ziarnistą i gruzelkowatą.

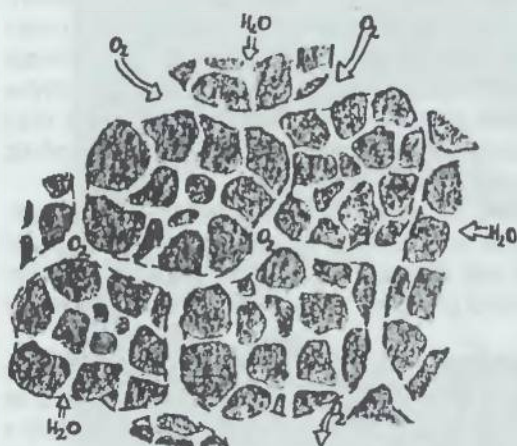
Gleby bezstrukturalne są mało przepuszczalne dla ciepła, wody i powietrza. Gleby takie szybciej wysychają przez parowanie z powierzchni, a po nasyceniu wodą brak w nich powietrza. Wskutek tego tlenowy rozkład próchnicy, jak również związany z tym proces uwalniania soli mineralnych jest bardzo słaby. Równocześnie z opracowaniem „Systematyki gleb Polski”, wydanie czwarte, 1989, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze przedstawiło nową klasyfikację i opis struktury glebowej, tj. makrostruktury widzianej nie uzbrojonym okiem. Przy tym, rozpatruje się kształt i wielkość elementów strukturalnych, a także ich trwałość i stopień wykształcenia w profilu glebowym (tab. 35). Z uwagi na duże znaczenie struktury dla produktywności gleby omawiamy ją szerzej niż inne właściwości.

Tab. 35. Podział struktur glebowych według kształtu agregatów i ich wielkości oraz trwałości (wg PTG, 1989)

Struktura	A. Typy struktur agregatowych według kształtu agregatów									
	koprolitowa	gruzelkowata	ziarnista	foremno-wielościenna, ostrokrawędzista	foremno-wielościenna, zaokrąglona	bryłowa	pryzmatyczna	słupkowa	płytkowa	skorupkowa
B. Rodzaje struktur według wielkości agregatów (mm średnicy)*										
Bardzo drobna (cienka)	1	1	1	5	5		10*	10*	1**	1**
Drobna (cienka)	1- 2	1-2	1- 2	5-10	5-10	50	10- 20	10- 20	1- 2	1- 2
Średnia	2- 5	2-5	2- 5	10-20	10-20	50-100	20- 50	20- 50	2- 5	2- 5
Gruba	5-10		5-10	20-50	20-50	100-250	50-100	50-100	5-10	5-10
Bardzo gruba	>10		>10	>50	>50	>250	>100	>100	>10	>10
C. Odmiany struktur glebowych według stopnia wykształcenia i trwałości agregatów										
	0. Struktura bezagregatowa	1. Struktura agregatowa słaba	2. Struktura agregatowa średniotrwala	3. Struktura agregatowa trwała						

* W strukturach pryzmatycznych i słupkowych podaje się średnice agregatów.

** W strukturach płytkowej i blaszkowej podaje się grubość płytek.



Po spłynięciu wody grawitacyjnej i wypełnieniu wolnych miejsc powietrzem o zaopatrywaniu roślin w wodę decyduje ilość wody kapilarnej występującej w gruzelkach. Pamiętajmy przy tym, że w obrębie gruzelków tworzą się przestwory kapilane (pory średnie i małe), a pomiędzy gruzelkami powstają przestwory niekapilane (pory duże) sprzyjające odciekaniu nadmiaru wody z gleby. Gleba o strukturze gruzelkowej wykazuje optymalny stosunek porowatości kapilarnej do porowatości niekapilarnej. O takiej glebie mówimy, że wykazuje właściwe stosunki wodno-powietrzne.

Ryc. 28. Właściwości wodno - powietrzne gleby o strukturze gruzelkowej

Objawy niekorzystnej struktury gleb i sposoby jej poprawy

W obecnym czasie na tle intensywnego stosowania w rolnictwie środków chemicznych oraz mechanizacji prac polowych, dużego znaczenia nabiera oddziaływanie tych zabiegów na właściwości fizyczne i fizykochemiczne gleby. Istnieje przekonanie, że właściwości te w coraz większym stopniu będą wpływały na produkcję roślinną. Spośród fizycznych właściwości gleby duże znaczenie przypisuje się strukturze.

W wyniku stosowania odpowiednich dla danego typu i gatunku gleby płodozmianów, zabiegów uprawowych, nawozowych itp. w warstwach ornych gleb uprawnych powstaje struktura gruzelkowa. Jednakże struktura ta nie jest trwała. Niszczenie struktury gruzelkowej następuje na skutek rozpadania się gruzelków większych na mniejsze, a tych ostatnich na pojedyncze ziarna glebowe. Rozpad agregatów, może zachodzić szybciej lub wolniej, zależnie od ich trwałości oraz intensywności działania różnych czynników niszczących.

Przyczyny degradacji struktury gleby

Niszczenie struktury gruzelkowej wywołują niektóre czynniki klimatyczne np. działanie deszczu oraz uprawowe. Najczęstszymi przyczynami niszczenia struktury są zakwaszenie gleby, zbyt duże uwilgotnienie, częste zabiegi uprawowe, uprawa roślin intensywnych, przeprowadzanie zabiegów uprawowych w niewłaściwym czasie i stosowanie maszyn o nieodpowiedniej konstrukcji.

Zakwaszenie gleby wiąże się między innymi z wypłukiwaniem przez wody deszczowe kationów wapnia i wysycanie się kompleksu sorpcyjnego jonami wodoru. W związku z tym próchnica glebowa nasycona poprzednio jonami wapnia i posiadająca silne właściwości klejące przechodzi w próchnicę kwaśną pozbawioną tych właściwości. Gruzelki stają się więc coraz mniej odporne na działanie wody i gleba ulega zaszlamowaniu. Należy tu także zaznaczyć, że ujemnie na agregaty glebowe wpływają nawozy zawierające jednowartościowe kationy np. saletra sodowa, sole potasowe i inne. W odróżnieniu od wapnia działają one na glebę silnie dyspergująco i niszczą gruzelki

Nieodpowiednie odwodnienie poziomów powierzchniowych jak i podpowierzchniowych gleby jest jedną z głównych przyczyn niszczenia jej struktury. Przy wysokiej wilgotności wiele gleb staje się plastycznymi i w wyniku oddziaływania na nie pojazdów i ciężkich narzędzi rolniczych ulega znacznemu zagęszczeniu. Ma to miejsce między innymi podczas przeprowadzania siewów, zabiegów pielęgnacyjnych, żniw i zbiorów. Opady atmosferyczne lub woda z nawodnień powodują w ugniecionej glebie dalsze obniżenie zawartości tlenu i szybkości jego dyfuzji, co niekorzystnie wpływa na wysokość plonu. Ugniataniu gleby sprzyja także duża częstotliwość zabiegów uprawowych. Zbyt częsta uprawa prowadzi do powstania dużej ilości bardzo małych agregatów, które są mniej stabilne niż agregaty o większych rozmiarach. Powstają przy tym warunki sprzyjające zaskorupieniu powierzchni gleby oraz erozji powodowanej zarówno przez wodę jak i wiatr.

W wielu gospodarstwach nie produkuje się obornika oraz stosuje się mało mieszanek strukturotwórczych. Wprowadzamy więc do gleby zbyt małe ilości obornika i resztek poźniwnych co przyczynia się do pogarszania jej struktury. Rośliny o wysokiej dochodowości wymagają większej liczby zabiegów uprawowych, co może obniżyć poziom zawartości substancji organicznej powodując zmniejszenie się ilości materiału wiążącego i stabilizującego strukturę gleby. Czasami konieczność zmusza rolnika do przeprowadzenia danej operacji gdy gleba jest nadmiernie uwilgotniona. Zazwyczaj jednak dużo lepiej jest poczekać aż gleba obeschnie; chroni bowiem to przed zagęszczeniem i zapewnia utrzymanie gleby w dobrej strukturze. Warto tu także nadmienić, że prowadzenie koła ciągnika w bruzdzie powoduje głębsze ugniecenie gleby niż prowadzenie ciągnika po niezaorany polu.

W znacznym stopniu na niszczenie struktury gleby wpływa niewłaściwa konstrukcja maszyn rolniczych. Na ogół uważa się, że podwójne koła (bliźniacze) przy traktorach i ciężkim sprzęcie powodują mniejsze szkody. Zastosowanie nowoczesnych dużych traktorów i kombajnów zmniejsza ilość przejazdów po polu i dlatego zmniejsza się wtedy powierzchnia zagęszczonej gleby. Jednakże te ciężkie pojazdy powodują głębsze jej ugniecenie. Rozmiary ugniatania gleb można znacznie zmniejszyć np. poprzez zastosowanie do maszyn specjalnego typu opon niskociśnieniowych, które niestety są kosztowne i niedostępne na naszym rynku.

Zalecenia praktyczne

Ogromną rolę w utrwalaniu struktury gruzelkowej gleby spełnia wapnowanie oraz substancja organiczna wprowadzana do gleby pod postacią obornika, kompostów, nawozów zielonych i resztek poźniwnych. Duże znaczenie odgrywa także odpowiednio ułożony i stosowany płodozmian, w którym po roślinach osłabiających strukturę gleby powinny wchodzić rośliny strukturotwórcze. Zalecenia te są znane od dawna, ale i w obecnej chwili nie straciły na swej aktualności. Oprócz wymienionych sposobów poprawy struktury, także ilowanie i glinowanie gleb piaszczystych polepsza więźność warstwy ornej oraz poprawia jej właściwości wodne.

Bardzo ważnym czynnikiem kształtującym strukturę gleby są prawidłowo wykonane zabiegi uprawowe, odpowiedni dobór roślin i nawożenie. Orka przeprowadzona przed zimą w stanie optymalnej wilgotności uprawowej gleby, wynoszącej około 60-80% polowej pojemności wodnej, powoduje rozkruszenie gleby, stwarzając korzystne warunki do działania innych czynników agregatotwórczych. Dużą rolę w tworzeniu i stabilizacji agregatów odgrywa również fauna glebowa, szczególnie dżdżownice. Ich

wydaliny (koprolity), powstające dzięki sklejanu cząsteczek gleby śluzową wydzieloną przewodu pokarmowego, to doskonałej jakości agregaty glebowe o wymiarach 2-4 mm wykazujące dużą odporność na działanie opadów i mechaniczne zginięcie podczas uprawy.

Nie bez znaczenia w utrwalaniu struktury gruzelkowej gleby jest odprowadzenie nadmiaru wody zarówno powierzchniowej jak i gruntowej. Można to uzyskać poprzez utrzymanie rowów melioracyjnych w stanie sprawności, kontrolując i naprawiając corocznie dreny, poprzez wyrównanie powierzchni pola tak aby eliminować zbieranie się wody i utrzymywanie się jej na powierzchni. Zaleca się także zwłaszcza na glebach ciężkich, wykonywanie orki przede wszystkim jesienią gdy wilgotność gleby jest mniejsza oraz różnicowanie głębokości orki z sezonu na sezon. Konieczne jest przy tym łączenie zabiegów uprawowych w celu ograniczenia przejazdów po polu. Gdy wymagany jest więcej niż jeden przejazd wskazane jest prowadzenie ciągnika po pozostawionych już śladach, bowiem gleba zostaje najbardziej ugnieciona w czasie pierwszego przejazdu. Natomiast jeżeli gleba jest za mokra należy odłożyć planowany zabieg. Ograniczenie zabiegów uprawowych w naszych warunkach nie zawsze może być wskazane. Stąd też na uwagę zasługuje wykonywanie pewnych zabiegów agrotechnicznych przy pomocy samolotów i helikopterów. Prace te (wysiewanie nawozów, siew zbóż, stosowanie środków ochrony roślin) wykonywane w ramach usług agrolotniczych eliminują stosowanie w tym czasie na polach maszyn i narzędzi rolniczych ugniatających glebę; są więc czynnikiem ochraniającym strukturę gleby. Należy jednak pamiętać, że zabiegi te mogą stworzyć zagrożenie dla naturalnego środowiska, przyczyniając się do eutrofizacji cieków i zbiorników wodnych, a także skażenia środkami ochrony roślin terenów przyległych do pól płodozmianowych.

W ostatnich latach do poprawienia struktury gleby zaczęto stosować pewne środki syntetyczne. Do najbardziej znanych substancji strukturotwórczych należą dwa polimery wyprodukowane po raz pierwszy w 1951 r. w Stanach Zjednoczonych, którym nadano nazwę handlową „Krilium”. Jako środki strukturotwórcze stosowane są także sole sodowe, potasowe, wapniowe lub amonowe tych związków. Syntetyczne środki najskuteczniej ulepszające gleby są zbyt drogie i dotychczas nie znalazły szerszego zastosowania w praktyce rolniczej.

Stosowanie więc na glebach lekkich obornika, kompostów, torfu, nawozów zielonych, marglowania, glinowania, ilowania, orek melioracyjnych itp. spełnia ważną rolę przy poprawianiu ich struktury. Natomiast na glebach ciężkich, oprócz nawozów organicznych i roślin strukturotwórczych zaleca się wapnowanie tych gleb tlenkiem wapnia, orkę przedzimową oraz wykonywanie innych zabiegów agrotechnicznych przy odpowiednim uwilgotnieniu gleby.

B. Właściwości fizyczne funkcjonalne

1. Właściwości wodne gleb

Pojemnością wodną gleby nazywamy jej zdolność do zatrzymywania określonej ilości wody.

Pojemność wodna aktualna, czyli aktualna wilgotność gleby, jest to zawartość różnych postaci wody w glebie w danej chwili.

Pojemność kapilarna, jest to ilość wody, która wypełnia przestwory kapilarne gleby (jeśli gleba znajduje się w kontakcie ze zwierciadłem wody).

Maksymalna pojemność wodna, jest to największa ilość wody, którą gleba jest w stanie zatrzymać. Przy stanie maksymalnej (= całkowitej) pojemności wodnej w glebie wypełnione są wodą wszystkie pory kapilarne i niekapilarne.

Pojemność polowa, jest to ilość wody, którą zatrzymuje gleba po odcieknięciu z niej wody grawitacyjnej.

Po całkowitym podtopieniu gleby na wiosnę lub po dłuższych opadach deszczu - w ciągu 2-3 dni gleby normalnie przepuszczalne zatrzymują pewną ilość wilgoci, która jest charakterystyczną wielkością dla danej gleby i nazywa się **pojemnością polową gleby**.

Wielkość ta odpowiada określonej ilości wody wyrażonej w procentach, a dla której charakterystyczny jest określony potencjał kapilarny, który waha się w granicach 0,2-0,5, a najczęściej wynosi 0,3 atm. (oznacza to siłę z jaką zatrzymywana jest woda zawarta w glebie, w tym przypadku siła ta wynosi 0,3 atm.). Taka wilgotność gleby odpowiadająca pojemności polowej, jest przez dłuższy czas niezmienna, o ile woda nie odparuje z gleby lub nie zostanie pobrana przez rośliny. Gleba taka została nazwana normalnie przepuszczalną. Normalnie przepuszczalne gleby w stanie pojemności polowej są wilgotne i plastyczne, ale nie są przesycone wodą.

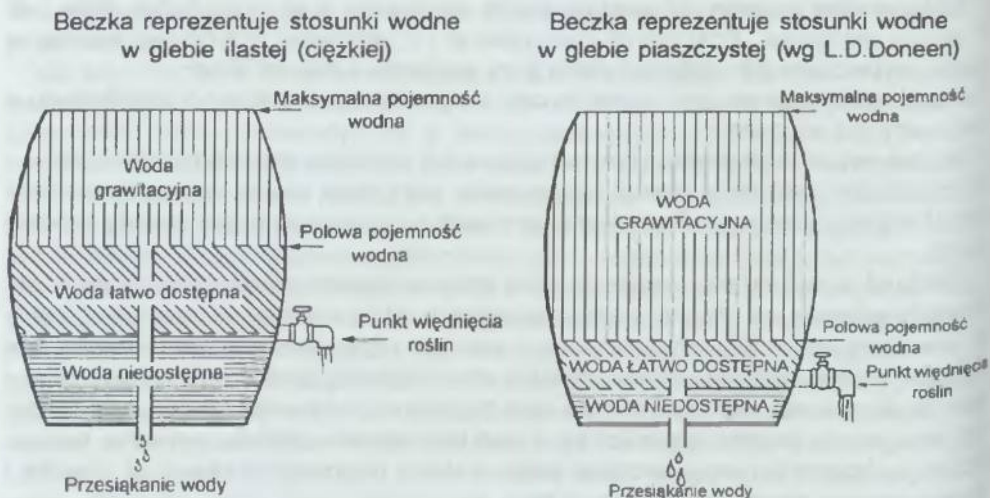
Pod wpływem siły ciężkości część wody odcieka z ryzosfery (strefa włóśników) i z profilu glebowego, a duże (> 50 mikrometrów) pory zostają wypełnione powietrzem, natomiast w porach średnich (10-0,2 mikrometra) i małych ($< 0,2$ mikrometra) pozostaje określona ilość wody. Woda w porach średnich pod wpływem grawitacji porusza się bardzo wolno (0,005 cm na dobę) tak, że ruch ten nie ma już znaczenia praktycznego. Ruch takiej wody jest powolniejszy niż ruch korzeni roślin.

Po wykorzystaniu wody dostępnej, rośliny więdną trwale - nieodwracalnie. Pozostałą ilość wody określamy w procentach jako punkt trwałego więdnienia roślin. W tym momencie woda magazynowana jest tylko w porach o średnicy mniejszej od 0,2 mikrometra. Potencjał kapilarny odpowiada wielkości 15 atm. (woda w glebie trzymana jest siłą 15 atm., co w zasadzie przekracza możliwości pobrania jej przez korzenie roślin. Pomiędzy pojemnością polową i punktem trwałego więdnienia leży poziom wody dostępnej dla roślin).

Wilgotność gleb ilastych jest większa niż piaszczystych. Gleby ilaste zatrzymują wodę silniej niż piaszczyste i dlatego więcej jest w nich wody fizjologicznie nieużytecznej dla roślin, związanej siłami molekularnymi z cząsteczkami gleby. Gleby ilaste stają się fizjologicznie suche, gdyż zawierają 10-15% wagowych wody.

Wilgotność i pojemność wodna gleb piaszczystych jest znikoma; wody fizjologicznie niedostępnej dla roślin jest tu niewiele więcej niż 1-2%.

Przeanalizuj poniższą rycinę.



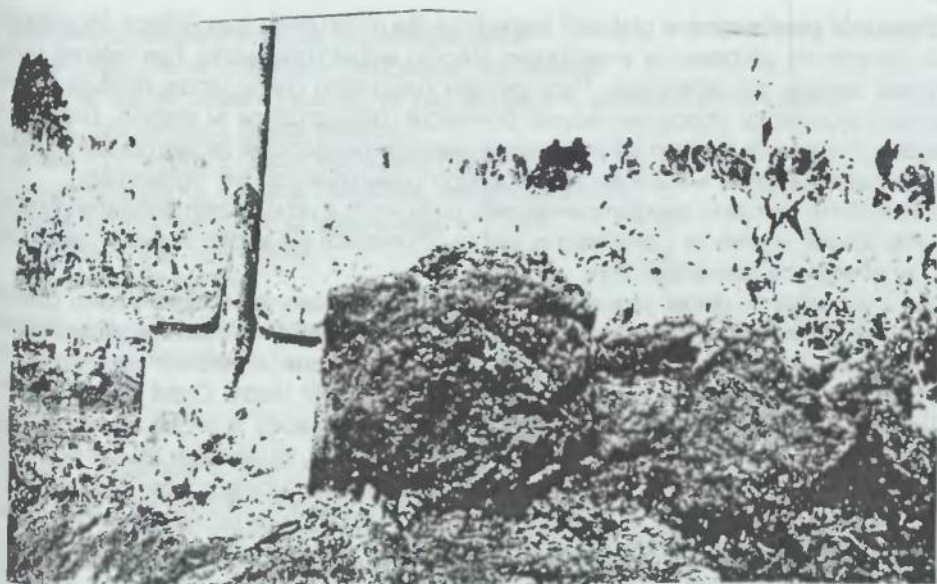
Ryc. 29. Beczka reprezentuje stosunki wodne w glebie piaszczystej i ilastej (wg L. D. Doneen)

Zwróć uwagę na linie wskazujące poziomy połowej pojemności wodnej w glebie zwięzłej i w glebie piaszczystej. Są one usytuowane na różnych wysokościach. Wynika to z tego, że w glebie zwięzłej występujące tam siły fizyczne zatrzymują większe ilości wody niż w glebie piaszczystej. Równocześnie, na tej samej zasadzie siły te powodują, że w glebie zwięzłej ilość wody niedostępnej dla roślin jest większa. Ogólnie przyjmujemy, że gleby zwięzłe, jako wykazujące większą połowę pojemność wodną, dysponują przez to większymi zapasami wody dostępnej dla roślin niż gleby piaszczyste.

Określanie stosunków wodnych gleb mineralnych

Stosunki wodne gleb charakteryzujemy na podstawie cech morfologicznych profilu glebowego oraz innych danych wywierających wpływ na stosunki wodne gleb. Bierzemy pod uwagę klimat, roślinność, budowę geologiczną, typ, rodzaj i gatunek gleby, morfologię terenu oraz czynniki poza glebowe mające wpływ na stosunki wodne w okresie najsuchszym i najwilgotniejszym (pomiaru ilości wody).

W glebach niezbyt przepuszczalnych przy nieobecności tlenu ma miejsce redukcja. Występują wtedy barwy szare, zielone lub niebieskie (tzw. barwy redukcyjne). Przy okresowych zmianach stosunków wodnych gleba podmokła może być okresowo natleniona. Takie natlenienie wyraża się przez rdzawe plamistości powstające na skutek utleniania żelaza, w wyniku czego Fe^{++} przechodzi w Fe^{+++} . Przez redukcję, a następnie oksydację w glebach niecałkowicie przepuszczalnych, względnie po okresach wysokiego poziomu wód gruntowych powstają w określonych poziomach charakterystyczne plamistości. Rodzaj plam, intensywność zabarwienia oraz wielkość plam są wskaźnikami przewietrzania i przepuszczalności wodnej gleby.



Ryc. 30. Budowa zwartocząsteczkowa mady ciężkiej o niezbyt korzystnych warunkach wodno-powietrznych, wydobyte z odkrywki bryły nie rozpadają się na agregaty; dolina rzeki Iny w okolicach Stargardu Szczecińskiego

Zgodnie z opracowaniem Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa wyróżnia się następujące kategorie wilgotności w gruntach ornych:

- gleby o właściwym uwilgotnieniu;
- gleby okresowo nadmiernie uwilgotnione;
- gleby okresowo podmokłe;
- gleby podmokłe (trwale);
- gleby okresowo suche;
- gleby suche (stałe).

- Na użytkach zielonych:
- gleby optymalnie uwilgotnione;
 - gleby okresowo mokre;
 - gleby mokre (trwale);
 - gleby okresowo suche;
 - gleby suche (trwale).

Charakterystyka poszczególnych kategorii stosunków wodno-powietrznych znajduje się w dalszych rozdziałach skryptu i wchodzi w zakres tematu „Wprowadzenie do gleboznawstwa terenowego”.

2. Właściwości powietrzne gleb

Powietrze glebowe wypełnia wolne przestrzenie glebowe, jak również częściowo jest rozpuszczone w roztworze glebowym. Powietrze glebowe stanowi mieszaninę gazów, z których z punktu widzenia rozwoju korzeni roślin najbardziej interesuje nas tlen, a zwłaszcza ruchy tlenu w glebie, które odbywają się głównie dzięki dyfuzji tlenu w glebie.

Stosunki powietrzne w glebach ilastych są dla roślin mało sprzyjające. W glebach tych przestwory glebowe są w większym stopniu wypełnione wodą, tym samym mniej miejsca zostaje dla powietrza. Przy pełnym nasyceniu gleby wodą brakuje w niej zupełnie powietrza, pozostaje jedynie powietrze rozpuszczone w wodzie. Dlatego w wilgotnych glebach ilastych łatwo powstają warunki beztlenowe (anaerobioza). Powoduje to powstawanie warunków redukcyjnych ujawniających się oglejeniem.

Utrudniona wymiana między powietrzem glebowym a powietrzem atmosferycznym, obniża jakość powietrza zawartego w glebie. Zmniejsza się w nim bowiem zawartość O_2 , a większa zawartość CO_2 .

Nadmiar wody w glebie powodujący chociażby okresowy niedostatek tlenu osłabia wzrost, a nawet hamuje rozwój niektórych roślin, zmniejszając przez to wielkość plonu.

Odmienne kształtują się natomiast **stosunki powietrzne** w glebach piaszczystych. Najczęściej wykazują one okresowy lub trwały niedobór wody. Duża przepuszczalność tych gleb, w związku z tym szybkie przesiąkanie wody w profilu powodują, że przestwory glebowe wypełnione są głównie powietrzem. W glebach takich dominują procesy tlenowe przyspieszające między innymi rozkład substancji organicznej. Występujące niedobory wody, zwłaszcza w okresach suszy, ograniczają w zdecydowany sposób właściwe wykorzystanie stosowanych nawozów mineralnych.

3. Właściwości cieplne gleb

Temperatura gleby. Przedział optymalny temperatur glebowych dla większości roślin uprawnych wg Musierowicza leży w granicach 15-25°C. Temperatura jest ważnym wskaźnikiem jakości siedliska, szczególnie dla roślin wrażliwych na niskie temperatury, takich jak: kukurydza, ogórki i inne.

Stosunki cieplne w glebach różniących się pod względem składu mechanicznego nie są jednakowe. Gleby ilaste jako wilgotniejsze i zawierające mniej powietrza nagrzewają się wolniej niż piaszczyste. Nazywamy je ciężkimi zimnymi glebami w przeciwieństwie do suchych, lekkich piasków, szybciej się ogrzewających.

Właściwości fizyczne gleb ciężkich ilastych i lekkich piaszczystych nie sprzyjają ich żyzności. Najbardziej urodzajnymi są gleby gliniaste z umiarkowaną ilością cząstek pyłu i ilu. Rośliny dla swego rozwoju wymagają zarówno wody, tlenu jak i ciepła, stąd też najlepszymi glebami są te, które zapewniają roślinom wszystkie wymienione trzy czynniki w optymalnych ilościach. O takich glebach mówimy, że posiadają **dobre właściwości fizyczne**.

C. Oznaczanie właściwości fizycznych

Oznaczanie właściwości fizycznych gleb: gęstości objętościowej, porowatości, pojemności wodnych, dokonuje się najczęściej w próbkach glebowych o nienaruszonej strukturze.

Na ćwiczeniach studenci korzystają z wcześniej pobranych prób glebowych przy użyciu cylindrów o pojemności 100 cm³.

Czynności do wykonania:

Zanotować w zeszycie numer cylinderka, głębokość pobrania próbki w cm, symbol poziomu genetycznego, wytrzeć cylinderek z wierzchu i zważyć. Glebę w cylindrerku nasycić kapilarnie, zważyć. Opróżnić cylinderek z gleby, wyczyścić i zważyć.

Glebę z cylinderka przenieść na tacę i oznaczyć w niej:

- barwę w stanie mokrym;

- skład mechaniczny metodą organoleptyczną;
- ocenić zgrużenie materiału glebowego, wzrokowo.

Kolejne wyniki ważenia oznaczyć następującymi symbolami literowymi:

1. waga cylinderka z glebą świeżą - a
2. waga cylinderka z glebą nasyconą kapilarnie - b
3. waga cylinderka z glebą nasyconą wodą całkowicie - c*
4. waga cylinderka z glebą wysuszoną w 105°C - d*
5. waga pustego cylinderka - e
6. objętość cylinderka - v

Oznaczanie gęstości objętościowej gleby za pomocą pierścienia Kopecky'ego

$$S_o = \frac{d - e}{v} \quad (\text{g/cm}^3)$$

gdzie:

S_o - gęstość objętościowa gleby.

Gęstość objętościowa pozwala na ustalenie stopnia zbitości gleby, a oprócz tego pozwala przeliczyć wyniki niektórych analiz na jednostki objętościowe gleby. Wielu autorów uważa sposób ten za bardziej racjonalny od podawania wyników w stosunku do masy gleby i stosuje go przy obliczaniu konkretnych dawek nawozowych. Poza tym znajomość gęstości objętościowej i właściwej służy do obliczania porowatości ogólnej gleby.

Oznaczanie wilgotności aktualnej w pierścieniu Kopecky'ego

Przebieg oznaczenia:

Pobraną ze świeżo pobraną glebą wycieramy do czysta po jego zewnętrznej powierzchni i ważymy - a gramów. Następnie wstawiamy do suszarki i suszymy próbkę w 105°C do stałej wagi - d gramów. Obliczamy wilgotność aktualną wagową (W_{av}) i objętościową (W_{av}):

$$W_{av} = \frac{a - d}{d - e} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$W_{av} = \frac{a - d}{v} \cdot 100$$

Oznaczanie pojemności wodnej kapilarnej w pierścieniu Kopecky'ego

Pojemność wodna kapilarna odpowiada porowatości kapilarnej.

Przebieg oznaczenia:

Pobraną w cylinder glebę wstawiamy na tacę z wodą. Wysokość wody na tacy nie powinna przekraczać wysokości dolnej podstawki cylinderka. Moment nasycenia kapilarnego gleby poznajemy po wyglądzie powierzchni gleby i przez przyłożenie bibuły, która natychmiast nasiąka.

Po wytarciu zewnętrznej powierzchni cylinder ważymy - b gramów. Glebę suszymy w 105°C do stałego ciężaru, studzimy w eksykatorze, ważymy - d gramów.

Obliczamy pojemność kapilarną wagową (P_{kw}) i objętościową (P_{kv}) wg wzoru:

$$P_{kw} = \frac{b - d}{d - e} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$P_{kv} = \frac{b - d}{v} \cdot 100$$

*nie wykonuje się na ćwiczeniach; symbole literowe „c” i „d” znajdują zastosowanie przy obliczeniach.

Oznaczanie pojemności wodnej całkowitej w pierścieniu Kopecy'ego

Pojemność wodna całkowita odpowiada porowatości ogólnej.

Przebieg oznaczenia:

pobraną w cylinder glebę wstawiamy do naczynia z wodą. Wysokość wody w naczyniu nie powinna być większa niż wysokość cylinderek, najważniejszy poziom wody należy ustalić na około - 1-0,5 cm od górnej krawędzi cylinderek. Cylinderki wstawiamy do wody z dolną podstawką dziurkowaną, a górną pokrywkę zdejmujemy. Na drugi dzień zakrywamy cylinderki górnymi pokrywkami i zatapiamy całkowicie wodą na kilka godzin.

Po dokładnym wytarciu zewnętrznej powierzchni cylinder ważymy - c gramów.

Glebę suszymy w 105°C do stałego ciężaru, studzimy w eksykatorze, ważymy - d gramów.

Obliczamy pojemność wodną całkowitą wagową (Wtw) i objętościową (Wtv).

$$W_{tw} = \frac{c - d}{d - e} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$W_{tv} = \frac{c - d}{v} \cdot 100$$

Obliczanie porowatości ogólnej z gęstości właściwej i objętościowej wg wzoru

$$P_o = \frac{S - S_o}{v} \quad (g/cm^3) (\%)$$

gdzie:

Po - porowatość ogólna

S - gęstość właściwa gleby

So - gęstość objętościowa gleby

Obliczanie porowatości niekapilarnej (Pnk)

$$P_{nk} = P_o - P_{kv} \quad (\%)$$

gdzie:

Po - porowatość ogólna

Pkv - porowatość kapilarna objętościowa

Obliczanie wyników

Ze względu na to, że w czasie trwania ćwiczeń wysuszenie cylinderek z glebą nasyconą do stałej wagi jest praktycznie niemożliwe, obliczenia należy wykonać stosując wyniki z oznaczeń uzyskanych dla przykładowo wybranej gleby (profil nr 11). Wyniki oznaczeń dla tego profilu zestawiono w tabeli 36.

Obliczając gęstość objętościową gleby przyjmujemy objętość próbki glebowej $V=100 \text{ cm}^3$, obliczając porowatość ogólną z gęstości gleby należy przyjąć następujące wartości gęstości właściwej: dla prób glebowych pobranych z głębokości 5-10 cm i 20-25 cm gęstość właściwa - 2,59 g/cm³; dla prób glebowych pobranych z głębokości 30-40 cm i 55-60 cm - 2,63 g/cm³; dla pozostałych prób - 2,70 g/cm³. Wyniki obliczeń zestawień w tabeli 38.

Tab. 36. Dane do wykonania obliczeń właściwości fizycznych

Głębokość pobrania cylinderków (cm)	Kolejne wyniki ważenia gleby i cylinderków w g				
	a	b	c	d	e
5 - 10	318	323	329	283	141
20 - 25	311	316	317	276	138
30 - 40	325	333	334	298	136
55 - 60	324	333	336	302	140
70 - 80	341	347	347	316	141
110 - 115	343	349	349	316	141

Obliczenie procentowej zawartości wody fizjologicznie dostępnej dla roślin

Ilość wody w glebie, przy zawartości której rośliny trwale więdną, określamy jako punkt trwałego wędnięcia roślin (WTWR). Każdą większą ilość wody, przekraczającą punkt trwałego wędnięcia roślin, określamy jako wodę fizjologicznie dostępną dla roślin i określamy ją z różnicy aktualnej pojemności wodnej gleby (Waw) i WTWR.

Równocześnie z wyczerpywaniem się aktualnych zapasów wody w glebie wzrastają siły wiążące pozostałą część wody z cząsteczkami glebowymi i powodują stopniowe utrudnienie jej pobierania przez korzenie roślin, co staje się przyczyną hamowania wzrostu roślin. Taki punkt uwilgotnienia gleby, przy którym roślina zaczyna reagować na niedostatek wody, nazywamy wilgotnością początku hamowania wzrostu roślin (WPHWR). Jest to zapas wody większej od ilości wody odpowiadającej WTWR, przy którym roślina może jeszcze korzystać (choć z trudem) z zapasów wilgoci glebowej.

Określenie w żądanej warstwie gleby (lub poziomie genetycznym) % WPHWR i % WTWR i odniesienie tych wielkości do aktualnego uwilgotnienia gleby daje możliwość oceny wilgotności gleby pod kątem potrzeb roślinnych.

Wilgotność trwałego wędnięcia roślin (WTWR), wilgotność początku hamowania wzrostu roślin (WPHWR) jak również wodną połowę pojemność (WPP) możemy wyliczyć według matematycznej metody zaproponowanej przez St. Trzeckiego, ze składu mechanicznego i % zawartości próchnicy. Stosuje się przy tym poniżej podane współczynniki, przez które mnożymy % zawartość frakcji mechanicznych i próchnicy a następnie sumujemy otrzymane iloczyny. Uzyskane w ten sposób wyniki % zawartości WTWR wpisujemy do tabeli 38.

Dla poziomu próchnicznego:

$$WPP = 0,0188x_1 + 0,0879x_2 + 0,240x_3 + 0,296x_4 + 0,649x_5 + 0,316x_6 + 2,34x_7$$

$$WTWR = 0,00121x_1 - 0,00868x_2 + 0,0488x_3 + 0,0737x_4 + 0,0485x_5 + 0,142x_6 + 1,25x_7$$

$$WPHWR = -0,0213x_1 - 0,0338x_2 + 0,115x_3 + 0,451x_4 + 0,513x_5 + 0,323x_6 + 2,25x_7$$

Dla poziomów podpróchnicznych:

$$WPP = 0,0157x_1 + 0,091x_2 + 0,284x_3 + 0,353x_4 + 0,105x_5 + 0,603x_6$$

$$WPHWR = -0,000227x_1 + 0,0205x_2 + 0,0395x_3 + 0,303x_4 + 0,260x_5 + 0,524x_6$$

$$WTWR = 0,00193x_1 + 0,0243x_2 + 0,0111x_3 + 0,0262x_4 + 0,193x_5 + 0,272x_6$$

gdzie:

x_1 - % zawartość frakcji 1,0-0,1 mm,

x_2 - % zawartość frakcji 0,1-0,05 mm,

x_3 - % zawartość frakcji 0,05-0,02 mm,

x_4 - % zawartość frakcji 0,02-0,006 mm

- x_5 - % zawartość frakcji 0,006-0,002 mm,
 x_6 - % zawartość frakcji poniżej 0,002 mm,
 x_7 - % zawartość próchnicy.

Tab. 37. Procentowa zawartość próchnicy i skład mechaniczny gleby o profilu nr 11

Symbole poziomów i miąższość w cm	Procent próchnicy	Procentowa zawartość frakcji mechanicznych o średnicy (mm)					
		1,0-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	poniżej 0,002
0 - 30 A ₁ *	2,48	62	16	7	5	2	8
30 - 45 A ₁ (B)	0,81	65	16	6	5	1	7
45 - 70 A ₃ g		62	17	6	5	2	8
70 - 80 Btsg		60	17	6	5	2	10
80 - 120 CBsg		61	18	5	5	2	9

*Symbole wg „Systematyka gleb Polski” wydanie trzecie, 1974.

Tab. 38. Zestawienie wykonanych obliczeń właściwości fizycznych

Symbole poziomów i miąższość w cm	So g/cm ³	Waw	Wav	Pkw	Pkv	Po	Pnk	P _A	WTWR	Woda fizjologicznie dostępna
		w %								
0 - 15 A ₁										
15 - 30 A ₁										
30 - 45 A ₁ (B)										
45 - 70 A ₃ g										
70 - 80 Btsg										
80 - 120 CBsg										

Uwaga: P_A = P_o - Waw (%) - porowatość aeracji.

Obliczanie zapasów wody (w mm) w warstwie

Celem uniknięcia błędów przy ocenie zapasów wody w interesujących nas poziomach genetycznych, warstwach gleby lub różnych glebach, stosuje się przeliczenie jej zawartości wyrażonej wartościami względnymi (%) na ilość wody wyrażoną wartościami bezwzględными (w mm, podobnie jak opad atmosferyczny).

Stosuje się przy tym następujący wzór:

Zapas wody w mm w warstwie = 0,1 · miąższość warstwy w cm · So · Waw
gdzie:

0,1 - stały współczynnik,

So - gęstość objętościowa g/cm³,

Waw - wilgotność aktualna wagowa (lub inna wilgotność gleby np.: WTWR).

Po przemnożeniu wyniku otrzymanego ze wzoru przez 10 otrzymujemy zapas wody w t/ha.

Otrzymane wyniki wyrażające bezwzględne zapasy wody aktualnie utrzymywanej przez daną warstwę gleby i zapasy wody mocno związanej przez cząsteczki gleby w danej warstwie, są pomocne przy ocenie zapasów wody fizjologicznie dostępnej dla roślin np.: w strefie rozwoju korzeni (0 - 50 cm).

Przykład:

Wyliczenie zapasów wody aktualnie utrzymywanej przez glebę o profilu nr 11 w warstwie 0 - 50 cm (Waw):

$$\begin{aligned}
 0-30 A_1 &= 0,1 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 1,42 \text{ g/cm}^3 \cdot 24,6\% = 52,4 \\
 &0,1 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 1,38 \text{ g/cm}^3 \cdot 25,4\% = 52,6 \\
 30-45 A_1(B) &= 0,1 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 1,62 \text{ g/cm}^3 \cdot 16,7\% = 40,6 \\
 45-50 A_{3g} &= 0,1 \cdot 5 \text{ cm} \cdot 1,62 \text{ g/cm}^3 \cdot 13,6\% = 11,0
 \end{aligned}$$

razem 156,6 mm

Wyliczenie zapasów wody mocno związanej przez glebę w warstwie 0-50 cm (WTWR):

$$\begin{aligned}
 0-30 A_1 &= 0,1 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 1,42 \text{ g/cm}^3 \cdot 5\% = 10,7 \\
 &0,1 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 1,38 \text{ g/cm}^3 \cdot 5\% = 10,4 \\
 30-45 A_1(B) &= 0,1 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 1,62 \text{ g/cm}^3 \cdot 2,7\% = 6,6 \\
 45-50 A_{3g} &= 0,1 \cdot 5 \text{ cm} \cdot 1,62 \text{ g/cm}^3 \cdot 3,3\% = 2,7
 \end{aligned}$$

razem 30,4 mm

Z różnicy obliczamy ilość wody w mm dostępnej dla roślin w warstwie 0-50 cm:

$$156,6 - 30,4 = 126,2 \text{ mm}$$

Należy podkreślić, że badana gleba zawiera stosunkowo duże zapasy wody dostępnej dla roślin.

Ocena wtórnych właściwości fizycznych gleby o profilu nr 11 (tab. 38, ryc. 31)

Ocena wtórnych właściwości fizycznych gleby powinna polegać przede wszystkim na określeniu stosunku fazy gazowej do fazy płynnej (ryc. 23).

W tym celu należy wyliczyć wielkość P_A (porowatość aeracji), która informuje o aktualnym stosunku dwu faz względem siebie. Z zestawionych w tabeli danych wynika, że w badanej glebie faza płynna zdecydowanie przeważa w stosunku do fazy gazowej, gdyż porowatość aeracji w powierzchniowej części gleby waha się na granicy 10%. Wnioskujemy, że gleba wykazuje tendencje do zatrzymywania większych ilości wody opadowej.

Z czego ta właściwość wynika? Przede wszystkim z pionowego zróżnicowania porowatości tej gleby.

Jak pamiętamy, pory kapilarne P_{kv} wykazują zdolność zatrzymywania wody w glebie, pory niekapilarne P_{nk} sprzyjają jej przepuszczaniu w głąb profilu. Zobaczymy więc jak kształtują się zestawione w tabeli wielkości P_{kv} i P_{nk} świadczące o wspomnianych wyżej porowatościach. Należy tu dodać, że obniżenie się porowatości niekapilarnej (P_{nk}) poniżej 10% stosunku do ogólnej porowatości gleby ($P_o=100\%$) powoduje zbyt powolną wymianę powietrza glebowego z powietrzem atmosferycznym oraz ograniczenie infiltracji wód opadowych w głębsze warstwy profili glebowych. Stan taki powoduje pewną okresową stagnację wód przesiakających i jest przyczyną ogólnego oglejenia (niedostatecznego przewietrzania gleby).

Wróćmy do wyników zestawionych w tabeli. W badanej glebie przeważa porowatość kapilarna (P_{kv}), na całej głębokości profilu glebowego utrzymuje się na tym samym poziomie (31-40%), gdy tymczasem porowatość niekapilarna jest mała (7,4-2,2%) w stosunku do porowatości ogólnej wynosi 5-13% i bardzo mocno zmniejsza się w głębszych częściach gleby. A więc gleba jest zbita i mało przepuszczalna. Potwierdza to gęstość objętościowa gleby. Na głębokości około 70 cm zaznacza się wyraźny jej wzrost do 1,75 g/cm³. Jest to więc poziom zbity i mało porowaty, nie przepuszczający wody.

W takiej glebie na wiosnę, w jesieni lub po obfitych opadach, występują okresy zabagniania (podtapiania). W powierzchniowej części gleby brakuje tlenu, gdyż nie

ma możliwości wymiany gazowej - dyfuzji tlenu atmosferycznego. Objawia się to wystąpieniem oglejenia obserwowanego w postaci - zielonkawo - niebieskich plam.

Z punktu widzenia wymagań pokarmowych roślin gleba ta będzie okresowo nadmiernie uwilgotniona. Świadczy o tym również zapas wody (mm) aktualnie utrzymywany w warstwach 0-50 cm=156,6 i 50-100 cm=123,0, z którego wynika, że górna część profilu 0-50 cm jest silniej uwilgotniona niż środkowa 50-100 cm. Ma to decydujące znaczenie przy ocenie rolniczej wartości gleby.

Ocena rolniczej wartości gleby (profil nr 11)

Wody opadowe stagnujące okresowo w profilu, powodujące oglejenie odgórne, niszczą strukturę poziomów objętych oglejeniem.

W poziomach tych w warunkach redukcyjnych uruchamiane są różne składniki w tym również zasadowe i podlegają wymywaniu z tych poziomów. Efektem tego jest zakwaszanie się górnej części profilu glebowego.

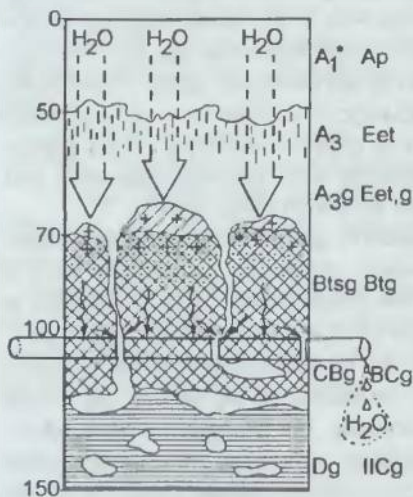
Gleba taka w okresie wiosennym wolniej ogrzewa się, jest zimna, a ze względu na występującą w tym czasie podmokłość opóźniają się prace polowe i skracają się okresy wegetacji roślin.

Sposoby poprawiania niekorzystnych właściwości badanej gleby

Gleba ta powinna być zmeliorowana. System drenów i rowów otwartych będzie odprowadzał z niej nadmiar wód wiosennych lub innych, np. opadowych. Należy jednak dodać, że tradycyjne drenowanie (na głębokości 0,9-1,1 m.) nie zawsze jest skuteczne, ryc. 31. Bowiem sączki znajdują się wtedy poniżej poziomu Bt, słabo przepuszczającego wody przesiekające przez profil i nie mogą sprawnie odprowadzać nadmiaru wody gromadzącej się nad tym poziomem. Ostatnio czynione są próby płytszego drenowania, na głęb. 0,6 m, na styku poziomów A_{3g} i Bt.

Poza drenowaniem wskazane jest głębokie spulchnianie gleby, wzruszające słabo strukturalne warstwy podglebia połączone z wapnowaniem i nawożeniem organiczno-mineralnym. Szczególnie polecany jest obornik, jako czynnik ożywiający działalność mikroorganizmów glebowych.

Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 31. Właściwości wodne gleb opadowo-glejowych

Tradycyjne drenowanie gleb opadowo-glejowych na głębokości 0,9-1,1 m. nie zawsze jest skuteczne. Wzbogacony w il poziom wmycia Btsg utrudnia przesiekanie wód opadowych i powoduje ich gromadzenie się w poziomie A_{3g}. Sączki drenarskie poniżej warstwy słabo przepuszczającej wodę nie są w stanie skutecznie odprowadzić nadmiaru wody z powierzchniowej części gleby.

*wg starej Systematyki, 1974.

Oznaczanie gęstości właściwej rzeczywistej gleby metodą piknometryczną

Do oznaczania gęstości właściwej należy używać piknometrów z korkami, w których znajdują się termometry. Pozwala to na wykonanie oznaczenia gęstości właściwej przy tej samej temperaturze wody destylowanej i zawiesiny (punkt 1 i 5 metodyki). Poza tym w punktach metodyki 1, 3, 5 zaleca się bardzo dokładne ważenia używając do tego celu wag analitycznych.

1. Zważyć piknometr napełniony przegotowaną wodą destylowaną o temperaturze pokojowej - (Q gramów). Piknometr winien być napełniony tak, by kapilara wewnątrz korka była wypełniona wodą, a pod korkiem nie było powietrza. Woda użyta do analizy powinna być odpowietrzona przez gotowanie.
2. Przygotowanie próbki glebowej: około 50 g powietrznie suchej gleby rozetrzeć w moździerzu, przesiać przez sito o średnicy oczek 1 mm i suszyć w temperaturze 105°C do stałej wagi.
3. Z tak wysuszonej gleby przygotować próbkę do oznaczania gęstości właściwej - m gramów (zwykle 10 gramów).
4. Odważoną glebę przenieść do małego naczynia i zalać wodą destylowaną, następnie gotować około 30 minut; objętość zawiesiny po gotowaniu i wody użytej do przeniesienia nie powinna przekraczać objętości piknometra.
5. Przenieść zawiesinę do piknometra i dopełnić przegotowaną wodą destylowaną. Doprowadzić temperaturę uzyskanej zawiesiny w piknometrze do temperatury wody destylowanej (punkt 1), po dokładnym osuszeniu całej powierzchni zważyć piknometr - P gramów.
6. Obliczyć ilość wody w gramach, odpowiadającą objętości (m gramów) gleby ze wzoru $n = (Q + m) - P$. Ponieważ 1 cm³ wody waży 1 g, zatem ilość wody odpowiada objętości gleby w cm³.
7. Obliczyć gęstość właściwą gleby stosując wzór:

$$S = \frac{m}{n} = \frac{m}{(Q+m)-P} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Zagadnienia i pytania sprawdzające

- Jakie wyróżniamy formy struktur agregatów glebowych?
- W wyniku jakich procesów powstaje struktura?
- Dlaczego zawartość substancji organicznej ma wpływ na wielkość gęstości właściwej gleby?
- Czym różni się gęstość właściwa od gęstości objętościowej?
- Podaj definicję porowatości gleby.
- Dlaczego tak ważne są wymiary przestworów glebowych składających się na porowatość gleby?
- Jakie występują zależności między stopniem przewietrzenia gleb a ich uziarnieniem (składem mechanicznym)?
- Jakimi metodami można oznaczyć zawartość wody w glebie?
- Jakie postacie wody wyróżnia się w glebie?
- Dlaczego wzrost wielu roślin jest ograniczony zarówno na glebach nadmiernie jak i niedostatecznie uwilgotnionych?
- Określić praktyczne znaczenie współczynnika wędnięcia roślin?
- W jaki sposób zabiegi uprawowe wpływają na ilość wyparowanej wody z gleby?

Jaką rolę odgrywa woda w glebie w procesie udostępniania składników pokarmowych roślinom?

Jakimi sposobami można poprawić właściwości powietrzne gleby?

Zadania

1. Oblicz wagę gleby na powierzchni 1 ha do głębokości
 - a) - 20 cm,
 - b) - 30 cm,przy gęstości objętościowej równej $1,5 \text{ g/cm}^3$.
2. Gęstość właściwa gleby wynosi $1,4 \text{ g/cm}^3$, gęstość objętościowa $0,10 \text{ g/cm}^3$. Obliczyć porowatość ogólną tej gleby. Określ, jaki rodzaj gleb cechuje taka porowatość?

ZJAZD VII

Temat: Chemiczne właściwości gleb; czynniki biotyczne gleby

Zakres tematyki ćwiczeń

1. Oznaczanie kwasowości i właściwości sorpcyjnych
 - a) oznaczanie kwasowości hydrolitycznej gleb,
 - b) oznaczanie sumy zasad wymiennych,
 - c) obliczanie pojemności sorpcyjnej gleb oraz stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi,
 - d) podział gleb ze względu na pH.
 2. Obliczanie dawki wapna
 - a) określenie potrzeb wapnowania gleb kwaśnych.
- Materiał do ćwiczeń: w pobranych próbkach gleb z własnych gospodarstw oznaczyć odczyn przy pomocy płytki Helliga (metoda kolorymetryczna) oraz metodą potencjometryczną, po ich przywiezieniu do laboratorium.

Tematy do opracowania

1. Układy dyspersyjne i koloidy glebowe:
 - różne układy dyspersyjne;
 - właściwości roztworów koloidalnych;
 - budowa miceli;
 - koagulacja i peptyzacja;
 - podział koloidów glebowych;
 - koloidalna próchnica glebowa;
2. Roztwory glebowe
3. Odczyn gleb:
 - rodzaje kwasowości;
 - oznaczanie kwasowości gleby;
 - wpływ pH gleby na pobieranie składników pokarmowych przez rośliny;
 - przyczyny zakwaszania się gleb;
 - sposoby regulacji odczynu gleb.
4. Sorpcja gleby:
 - kompleks sorpcyjny gleby;
 - rodzaje sorpcji;
 - pojemność sorpcyjna gleb;
5. Właściwości buforowe
6. Próchnica glebowa:
 - mineralizacja związków organicznych;

- humifikacja;
- skład próchnicy;
- podział próchnicy;
- znaczenie próchnicy;
- zawartość próchnicy w glebach Polski.

A. Chemiczne właściwości gleb

1. Chemiczny skład gleby

Zawartość poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład gleby jest różna i zależy przede wszystkim od składu mineralogicznego i petrograficznego mineralnej części gleby oraz od zawartości związków próchnicznych (tab. 18).

W skład gleb wchodzi stale 14 pierwiastków: K, Na, Ca, Mg, Fe, Al, Si, C, P, N, O, S, H, Cl. Prócz tego występuje wiele innych np.: Mn, B, Ti, Zn, Cu, Co, Mo, J, Cd, Pb. W mineralnej części gleby przeważają związki Si i Al. Oraz Fe i Ca.

Krzem jest reprezentowany najliczniej we wszystkich zwietrzelinach tworzących mineralne gleby Polski. Występuje on w postaci glinokrzemianów oraz dwutlenku krzemu (SiO_2 - krzemionki). Procentowa zawartość krzemionki wynosi w glebach najczęściej 60 - 95%. Najwięcej krzemionki zawierają gleby piaskowe luźne i słabo gliniaste (95-90%), a najmniej gleby ilaste. Procentowa zawartość krzemionki jest dobrym wskaźnikiem składu mechanicznego, jej większe ilości oznaczają wzrost zawartości frakcji gruboziarnistych (piasku i pyłu) i zmniejszenie się udziału cząstek drobnoziarnistych zwłaszcza frakcji ilu koloidalnego.

Glin jest drugim składnikiem pod względem jego zawartości w glebach, najczęściej zawartość ta wynosi 5-12%. Ogólna zawartość glinu jak i krzemu nie ma bezpośredniego znaczenia dla zaspokojenia wymagań pokarmowych roślin. Natomiast wolne jony glinu są toksyczne dla roślin.

Żelazo zajmuje trzecie miejsce (nie uwzględniając tlenu) pod względem jego udziału w tworzeniu masy glebowej. Żelazo występuje w formie dwuwartościowej i trójwartościowej. Obie te formy wykazują odmienne właściwości chemiczne, toteż tworzą różne związki. Żelazo dwuwartościowe znajduje się głównie w minerałach pierwotnych (nie zwietrzałych), a trójwartościowe w minerałach wtórnych. Pierwsza forma związków żelaza jest mało-, a druga - bardzo podatna na działanie czynników zewnętrznych, np. wody, tlenu czy procesów biochemicznych. W wyniku oddziaływania tych czynników związki Fe przechodzą w formy rozpuszczalne, co często prowadzi do przemieszczania i koncentracji wodorotlenków żelaza w jednych miejscach (np. poziomy wmywania) kosztem zubożenia w ten składnik stref przyległych (poziomy wymywania). Miejsca koncentracji, tzw. konkrecyjne formy wytrąceń żelazistych (pieprze, groszki i rudy) zawierają często ponad 20% Fe_2O_3 , a przyległe do nich strefy 0,6-3,8%.

Rola żelaza nie sprowadza się tylko do tworzywa glebowego i funkcji pokarmowych względem roślin. Wodorotlenki Fe odgrywają bardzo istotną rolę w fizykochemicznych i biologicznych przemianach gleby (stosunki powietrzno-wodne, warunki redukcyjne).

Wapń występuje w postaci węglanu wapnia na ogół w glebach nie kwaśnych. Zawartość węglanu wapnia może wynosić: od ilości śladowych do kilkudziesięciu procent (rędziny).

Gleby piaszkowe zawierają na ogół około 0,3-0,5% CaO, gliny lekkie i utwory pyłowe 0,5-1,5%, a gliny ciężkie oraz ility 1,5-2,5% CaO. W procesie tworzenia się gleb nastąpiło częściowe lub całkowite odwęglanowanie warstw powierzchniowych. Utwory dobrze przepuszczalne uległy już całkowicie odwęglanowaniu. Spośród frakcji glebowych, frakcja iltu koloidalnego jest zasobniejsza w wapń niż cała masa gleby.

Magnez. Do utworów najmniej zasobnych w magnez należą przede wszystkim piaski sandrowe, rzeczne i morskie, a następnie ubogie w części koloidalne pyły i gliny lekkie. Analiza cząstek o różnych średnicach wykazała, że frakcje piasku i pyłu grubego są bardzo mało zasobne w magnez. Magnez występuje w glebach w okrucach skał i minerałów (glinokrzemiany), a ponadto w kompleksie sorpcyjnym. Zawartość magnezu w profilu glebowym waha się od 0,01 do 1,0 (2)%.

Potas występuje w glebie w minerałach i w kompleksie sorpcyjnym. Jego zawartość zależy w dużym stopniu od składu mechanicznego. W piaskach luźnych udział potasu wynosi zwykle 0,4-0,7% K_2O (piaski zwałowe są bogatsze w ten składnik od piasków pochodzenia wodnego), a w glinach ciężkich oraz w iltach waha się od 2,2 do 3,2%.

Sód jest reprezentowany w mniejszych ilościach niż potas. Składnik ten łatwiej ulega wymyciu, toteż zasila systematycznie morza i oceany. Większość gleb Polski zawiera go 0,5-1,0% Na_2O .

Fosfor stanowi tylko znikomą część masy glebowej, rzadko przekraczającą 0,15% (0,05 do 0,10%). Najuboższe w fosfor są gleby piaszkowe. Poziomy próchniczne zawierają więcej fosforu niż bezpróchniczne (z tego też względu mady są bardziej zasobne). Większe ilości fosforu znajdują się w wytrąceniach żelazistych, zwłaszcza konkrecyjnych (w glebach kwaśnych fosfor tworzy trudno rozpuszczalne połączenia z żelazem i glinem).

Azot glebowy znajduje się głównie w formie związków organicznych. Związki te zostają doprowadzone do gleby z takim materiałem organicznym, jak np. obornik czy kompost, a także znajdują się w materiale miejscowym, jak resztki poźniwne (korzenie, liście), szczątki zwierzęce. Materia organiczna zawiera azot w formie nieprzyswajalnej - białkowej; z czasem, pod wpływem swoistej mikroflory glebowej, białka ulegają stopniowo mineralizacji na związki amonowe i w tej postaci mogą już być przyswajalne przez rośliny wyższe. Zawartość azotu w poszczególnych typach gleb jest różna i zależy głównie od zawartości próchnicy. Gleby silnie próchniczne zawierają 0,5% N, gleby brunatne 0,1-0,2%, gleby organiczne zawierają do 3,7% N.

Siarka. Podstawowym źródłem siarki są związki organiczne, występujące głównie w poziomie próchnicznym gleby. Siarka podobnie jak azot, utrwalana jest w pewien sposób w próchnicy, co chroni ją przed szybkim przechodzeniem w formy rozpuszczalne.

Związki organiczne siarki ulegają stopniowo mineralizacji, w którym to procesie odgrywają rolę specyficzne bakterie siarkowe. Ogólna zawartość siarki w glebach mineralnych wynosi 0,2-0,8 g/kg suchej masy, czyli 600-2400 kg/ha. W glebach organicznych zawartość siarki może dochodzić do 5 g/kg s.m.

Bor - ogólna zawartość boru w glebach Polski mieści się w granicach - 1-75 ppm (1 ppm = 0,0001%). Natomiast zawartość w glebie przyswajalnego boru jest niższa, waha się od ilości śladowych do kilku ppm i w dużym stopniu jest skorelowana z zawartością próchnicy. Gleby próchniczne zawierają znacznie więcej boru niż gleby o małej zawartości próchnicy. W glebach o dużej zawartości drobnych frakcji mecha-

nicznych, a więc w glebach zwięzłych, zawartość boru jest najczęściej większa niż w glebach o przewadze grubych frakcji. Wapnowanie gleb powoduje zmniejszenie ilości boru dostępnego dla roślin, stąd na glebach silnie wapnowanych, a także z natury zasadowych, zapotrzebowanie na bor jest duże.

Mangan znajduje się w glebach w różnej ilości, od 0,001 do 1%, a w konkretnych nawet 3-4%. Zależy to od charakteru i pochodzenia skały macierzystej, poziomu genetycznego i stosunków powietrzno-wodnych gleby. Podobnie jak związki żelaza związki manganu są bardzo podatne na procesy oksydo-redukcyjne. Najczęściej zawartość manganu w glebach wynosi 100-800 ppm, w tym form przyswajalnych 10,0-56,0 ppm. Zawartość przyswajalnego manganu w glebie zależy przede wszystkim od odczynu gleby, natomiast w małym stopniu od próchnicy i części spławialnych. Przeważnie im wyższe jest pH gleb, tym mniej zawierają one manganu dostępnego dla roślin.

Gleby kwaśne zawierają duże ilości manganu dostępnego dla roślin, z tego powodu składnik ten może w takich warunkach nawet działać toksycznie na rośliny uprawne.

Miedź - zawartość miedzi w glebach waha się w szerokich granicach 1-140 ppm, najczęściej 5-40 ppm, ale nie cała zawartość miedzi występująca w glebie jest dostępna dla roślin. W glebach mineralnych miedź jest na ogół łatwo wymienna. Natomiast w glebach zasobnych w próchnicę miedź zasorbowana przez koloidy glebowe jest związana dużo silniej niż inne kationy; wypierana jest z dużą trudnością.

Z rolniczego punktu widzenia znaczenie miedzi jest szczególnie duże na glebach torfowych, na których występuje tzw. choroba nowinowa roślin zbożowych.

Molibden - w glebach znajduje się zwykle w dużym rozproszeniu, a jego przeciętna zawartość wynosi około 2 ppm Mo przy wahaniach od 0,5 ppm do 6 ppm.

Zawartość form przyswajalnych tego pierwiastka mieści się w zakresie 0,04-0,19 ppm. Gleby o dużym udziale drobnych frakcji zawierają przeważnie więcej przyswajalnego molibdenu dla roślin niż gleby gruboziarniste. Gleby kwaśne zawierają na ogół mało przyswajalnego molibdenu, natomiast gleby odkwaszone wykazują znacznie większą zawartość tego składnika.

Cynk - ogólna zawartość cynku w glebie wynosi przeciętnie od 10 do 300 ppm, niekiedy jednak sięga nawet powyżej 1000 ppm Zn. Zasobność gleb w formy przyswajalne mieści się w zakresie 1,3-14,1 ppm. Gleby odznaczają się na ogół wysoką zawartością łatwo dostępnego cynku. W miarę alkalizowania ich odczynu, gdy w glebie dominuje wapń, przyswajalność cynku pozostaje niska. Materia organiczna zwiększa na ogół zawartość przyswajalnego cynku.

Pośród wielu pierwiastków budujących minerały i wchodzących w skład związków organicznych, powietrza i wody jedynie 17 jest niezbędnych potrzebnych roślinom do normalnego ich wzrostu i rozwoju. Wśród nich tlen, węgiel i wodór pobierane są z powietrza i wody, a pozostałe 14 z gleby. Są to: azot, fosfor, potas (NPK), wapń, magnez, siarka, żelazo, chlor, mangan, bor, molibden, cynk, miedź i kobalt. Osiem ostatnich pierwiastków potrzebnych jest roślinom w tak małych ilościach, że nazywano je **mikroelementami**. Pozostałe pierwiastki należą do **makroelementów** ponieważ rośliny pobierają je w dużych ilościach.

Glin występuje w dużych ilościach w glebie nie jest zaliczany do pierwiastków niezbędnych. Natomiast krzem, sód i wanad są potrzebne tylko dla pewnych gatunków roślin.

2. Procesy uwalniania składników pokarmowych

Składniki mineralne zawarte w cząstkach glebowych stanowią największy zapas pokarmu dla rośliny, ale roślina może z nich skorzystać dopiero po ich powolnym rozpuszczeniu. Proces ten przyspieszają słabe kwasy wydzielane przez korzenie, jak kwas węglowy, szczawiowy, jabłkowy i in.

Z reguły gleby ilaste i gliniaste są zasobniejsze od gleb piaszczystych w różnorodne związki mineralne (minerały pierwotne), które rozkładają się stopniowo, przechodząc do roztworu glebowego pod postacią soli mineralnych.

Takimi minerałami są: skalenie, tlenki, utlenione związki żelaza, manganu i wiele innych takich jak np.: wapno nawozowe (węglan wapnia). Większe rozdrobnienie cząstek w glebach gliniastych i ilastych sprzyja ich rozkładowi chemicznemu, a co za tym idzie udostępnieniu roślinom związków nieorganicznych. W piaskach częściej przeważa prawie nierozpuszczalny kwarc (minerał ten trudno wietrzeje), a innych minerałów jest mało albo są mniej rozdrobnione i dlatego nie przechodzą do roztworu. To powoduje niedobory soli mineralnych w roztworze glebowym.

3. Formy występowania składników glebowych

Mineralne składniki w glebie mogą występować w różnych stanach:

- 1) mogą wchodzić w skład mineralnych cząstek glebowych i wtedy są dla roślin trudno dostępne, uwalniają je procesy chemicznego rozkładu minerałów (patrz ryc. 3);
- 2) formy jonowe mogą być absorbowane na powierzchni cząstek glebowych lub ich koloidów i w tym stanie są dla roślin dostępne, a ponadto chronione przed wymywaniem (patrz ryc. 32);
- 3) formy jonowe mogą występować również jako wolne jony w roztworze glebowym i wtedy są bezpośrednio dostępne dla roślin, ale łatwo podlegają procesowi wymywania. Dotyczy to głównie jonów Ca^{++} , NO_3^- , Mg^{++} a znacznie słabiej jonów K^+ .

4. Właściwości sorpcyjne gleb

Zdolność gleby do zatrzymywania na powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej cząstek różnych składników, a w szczególności wody, par, gazów, molekuł, jonów i mikroorganizmów nazywamy **sorpcją**. Wszystkie związki koloidalne gleby, a więc minerały ilaste, krzemionka, wodorotlenki żelaza i glinu oraz związki próchniczne, stanowią w glebie tzw. **kompleks sorpcyjny**.

Zasorbowane przez ten kompleks jony wymieniają się z jonami roztworu glebowego; na tej zasadzie w glebie dokonuje się zatrzymywanie składników pokarmowych roślin (między innymi i podczas nawożenia) i zarazem proces udostępniania tych składników roślinom (ryc. 33).

Zdolność sorpcyjna gleb gliniastych jest większa niż piaszczystych, gdyż jest to uzależnione od ilości drobnych cząstek - koloidalnych, których w tych pierwszych jest więcej. Im mniejsze są cząstki glebowe, tym silniej zatrzymują one roztwór glebowy, tym samym ulega powstrzymaniu ich wylugowanie, a składniki roztworu glebowego na dłużej pozostają w strefie zasięgu systemu korzeniowego rośliny. Gleby piaszczyste mają słabe zdolności sorpcyjne. Wiadomo jak krótkotrwałe jest działanie nawozów na glebach piaszczystych; roztwory glebowe w takich glebach podlegają szybkiemu wylugowaniu.

5. Rodzaje sorpcji

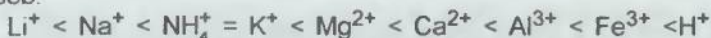
W gleboznawstwie wyróżniamy, zgodnie z podziałem Giedrojca, następujące rodzaje sorpcji: sorpcję mechaniczną, sorpcję fizyczną, sorpcję wymienną, sorpcję chemiczną i sorpcję biologiczną.

Właściwości sorpcyjne gleby to cały szereg zjawisk fizycznych i procesów czysto chemicznych, omówimy z nich tylko niektóre na przykładzie sorpcji wymiennej, chemicznej i biologicznej.

Sorpcja wymienna (fizykochemiczna) polega na wymianie jonów między roztworem glebowym a kompleksem sorpcyjnym. Jony roztworu glebowego nie zasorbowane przez kompleks sorpcyjny powodują wyparcie innych jonów z kompleksu sorpcyjnego do roztworu. Wymiana ta zachodzi w równoważnych ilościach. Należy podkreślić (ryc. 32), że reakcje sorpcji wymiennej są reakcjami odwracalnymi tzn. mogą przebiegać w dwóch kierunkach.

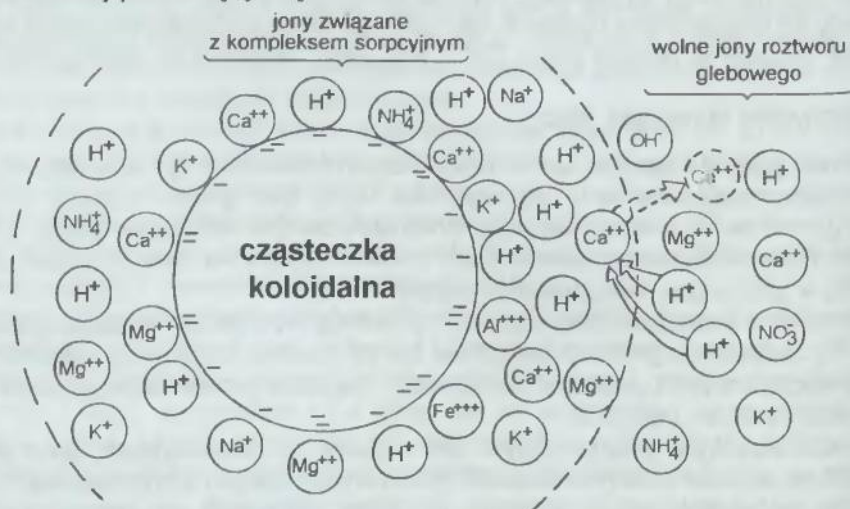
W czasie tych reakcji, które nie przebiegają do końca, ustala się pewien stan dynamicznej równowagi, uwarunkowany energią wyjścia jonów z kompleksu sorpcyjnego do roztworu i energią wejścia jonów z roztworu do kompleksu sorpcyjnego.

Kationy można uszeregować według wzrastającej energii wejścia (sorpcji) w następujący sposób:



Kation wodoru (H^+) ma największą energię wejścia i jest najsilniej sorbowany. Według najnowszych badań trójwartościowe kationy glinu i żelaza mają być silniej sorbowane niż jony wodorowe. Gleby bogate w próchnicę (kwasy huminowe) oraz wtórne minerały ilaste grupy montmorylonitu i kaolinitu mają większą zdolność wiązania kationów Ca^{2+} i Mg^{2+} niż K^+ i NH_4^+ .

Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 32. Schemat sorpcji wymiennej

Jony związane z kompleksem sorpcyjnym gleby wymieniają się w ilościach równoważnych z jonami roztworu glebowego. Wymiana jonów pomiędzy fazą stałą (cząsteczka koloidalna) a fazą płynną (roztwór glebowy) dokonuje się ciągle. Proces ten nosi nazwę sorpcji wymiennej. Motorem napędowym wymiany jonów jest konieczność zachowania równowagi pomiędzy fazą stałą i fazą płynną. Na styku dwóch faz ustala się tzw. „stan równowagi dynamicznej”, który jest zakłócony różnymi procesami glebowymi, między innymi procesem odżywiania się roślin. Powoduje to ciągle uruchamianie wspomnianego wyżej procesu wymiany jonów.

Przeanalizuj poniższą rycinę.



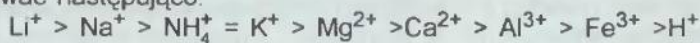
Ryc. 33. Sorpcja wymienna a nawożenie gleby

W glebie następuje również proces odnawiania zasobów składników pokarmowych roślin. W warunkach naturalnych uzupełnianie takie pochodzi z procesów wietrzenia minerałów, z procesu mineralizacji substancji organicznej i innych. W warunkach intensywnej gospodarki rolnej naturalne procesy odnowy zasobów składników pokarmowych są niewystarczające i dlatego rolnik wspomaga je nawożeniem, między innymi mineralnym, np.: solą potasową KCl. Po wysianiu nawozu potasowego do gleby, uzupełnienie zasobów potasu w kompleksie sorpcyjnym dokonuje się na drodze sorpcji wymiennej. Przy tym zachodzi dodatkowo proces zakwaszania się roztworu glebowego; wymieniający się z potasem jon H^+ z kompleksu sorpcyjnego przechodzi do roztworu glebowego w którym po zastąpieniu potasu w cząsteczce KCl tworzy cząsteczkę kwasu solnego HCl. Powstające w ten sposób zakwaszenie roztworu glebowego nosi nazwę „kwasowości wymiennej”. Poza tym, wprowadzony do gleby w nadmiarze jon K^+ wypiera z kompleksu sorpcyjnego inne jony, np.: Mg^{++} , Na^+ . Tworzące się przy ich udziale ($MgCl_2$, $NaCl$) ułatwiają roślinom pobieranie jonów Mg^{++} , Na^+ , lecz nie zakwaszają gleby.

Zjawisko to częściowo wyjaśnia występowanie dużych ilości takich składników, jak Ca i Mg w kompleksie sorpcyjnym czarnoziemów.

Gleby bogate w łyszczyki wykazują tendencję do gromadzenia w kompleksie sorpcyjnym jonów potasu i amonu oraz małą zdolność sorpcyjną w stosunku do kationu Ca^{2+} .

Pod względem energii wyjścia (desorpcji) kationów z kompleksu sorpcyjnego można je uszeregować następująco:



Z powyższego wynika, że kationy wykazujące dużą energię sorpcji mają małą energię desorpcji.

Nie bez znaczenia dla gospodarki odżywiania roślin jest fakt, że kationy świeżo zasorbowane przez kompleks sorpcyjny wychodzą z niego łatwiej (a więc są łatwiej dostępne dla roślin) niż kationy zasorbowane już od dawna.

Na zjawisku sorpcji wymiennej opiera się szereg ważnych procesów glebowych jak zakwaszanie, odkwaszanie, buforowość gleby. Mechanizm sorpcji wymiennej wykorzystywany jest przez rolnictwo przy nawożeniu mineralnym.

Sorpcja chemiczna. We wszystkich glebach pobieranie przez roślinę kationów z wniesionych do gleby nawozów utrudnia zjawisko retrogradacji, czyli przejście kationu ze związku rozpuszczalnego i ulegającego dysocjacji elektrolitycznej w związek nierozpuszczalny, a więc nie ulegający dysocjacji. Jedną z przyczyn zjawiska retrogradacji jest sorpcja chemiczna, która polega na powstawaniu nierozpuszczalnych w wodzie soli jakie dają jony rozpuszczonego ciała (np. nawozu mineralnego) z jonami roztworu glebowego.

Takie strącone sole jeśli nie podlegają procesom wymywania są magazynowane w glebie.

Największe znaczenie ma sorpcja chemiczna anionów kwasu fosforowego, kwasu węglowego i kwasu siarkowego.

Aniony kwasu fosforowego (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) są dobrze chemicznie sorbowane, ponieważ z wielu kationami (dwu- i trójwartościowymi) tworzą trudno rozpuszczalne fosforany.

W glebach obojętnych i zasadowych (a więc zawierających w dużej ilości w roztworze glebowym i kompleksie sorpcyjnym kation wapniowy) rozpuszczalny fosforan wapniowy $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ (superfosfat) ulega przemianom, w wyniku których wytrącają się osady fosforanów dwu- lub trójzasadowych (CaHPO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).

W glebach kwaśnych i bardzo kwaśnych występujące w roztworze glebowym oraz w kompleksie sorpcyjnym kationy glinu (Al^{3+}) i żelaza (Fe^{3+}), wchodzi w reakcję z rozpuszczalnymi w wodzie fosforanami. W wyniku reakcji powstają nierozpuszczalne w wodzie fosforany glinu i żelaza, bardzo trudno przyswajalne przez rośliny (AlPO_4 , FePO_4).

Sorpcja anionu kwasu węglowego (CO_3^{2-}) zachodzi w tych przypadkach, gdy w roztworze glebowym znajdują się dostateczne ilości kationów wapnia (Ca^{2+}) i magnezu (Mg^{2+}), z którymi daje trudno rozpuszczalne węglany (CaCO_3).

Słabiej sorbowany jest anion kwasu **siarkowego** (SO_4^{2-}), ponieważ daje on z kationami znajdującymi się w glebie sole zupełnie dobrze rozpuszczalne ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = gips). Wytrącanie się gipsu może być spowodowane jedynie zwiększeniem koncentracji SO_4^{2-} w roztworze glebowym przez:

- 1) wyparowanie wody z roztworu glebowego;
- 2) wprowadzenie do gleby z nawozami potasowymi łatwiej rozpuszczalnych siarczanów (K_2SO_4 , MgSO_4).

Anion chlorkowy (Cl^-) - jak i kwasu azotowego (NO_3^-) nie dają połączeń nierozpuszczalnych w wodzie, nie podlegają sorpcji chemicznej.

W glebach występuje zjawisko wiązania potasu dostarczonego w postaci soli (nawozów) rozpuszczalnych w wodzie w połączenia nierozpuszczalne (zjawisko to nosi nazwę retrogradacji lub fiksacji, albo jeszcze inaczej uwsteczniania).

Potas jest tak silnie wiązany przez ilaste minerały gleby, że nie można go wyprzeć roztworami soli obojętnych.

Minerały kaolinitowe i substancja organiczna nie wykazują trwałego wiązania potasu, natomiast silnie uwsteczniają go illit i wermikulit, które po pobraniu jonów potasu z roztworu glebowego ścieśniają swoje rozluźnione warstwy atomowe w sieci krystalicznej, przekształcając się w inne, podobne im minerały.

Zjawisko uwsteczniania zachodzi tym silniej, im bardziej jest gleba wyczerpana z potasu. Toteż w większym stopniu występuje ono w tych glebach, które od dłuższego czasu eksploatowane rolniczo nie były jednocześnie nawożone dużymi dawkami soli potasowych.

Sorpcja biologiczna polega na pobieraniu kationów i anionów oraz całych cząsteczek przez żywe mikroorganizmy i system korzeniowy roślin. Sorpcja ta ma duże znaczenie przy zatrzymywaniu w powierzchniowych warstwach gleby tych jonów (Cl^- , NO_3^-), które nie mogą być przez glebę w inny sposób zatrzymane. Dużą rolę odgrywa również ten rodzaj sorpcji w glebach piaszczystych, których sorpcyjne właściwości są bardzo słabo zaznaczone. Kationy i aniony wiązane przez żywe komórki po śmierci i rozkładzie roślin pozostają w poziomach górnych gleby, tworząc w ten sposób żyzną warstwę próchniczną. Ma to szczególne znaczenie dla azotanów, które nie podlegają żadnej innej sorpcji oprócz biologicznej.

Pojemność sorpcyjna gleb - suma wszystkich wymiennych kationów łącznie z jonami wodorowymi, które można wymienić w równoważnych ilościach na jakikolwiek inny kation, wyrażona w miligramorównoważnikach na 100 g gleby* ($\text{mmol}/100 \text{ g}$ gleby lub cmol/kg g), nosi nazwę pojemności sorpcyjnej gleby.

Organiczna substancja glebowa wykazuje dużą pojemność sorpcyjną wynoszącą 100-300 mg równ./100 g (cmol/kg), natomiast kwasy huminowe do 500 mg równ./100 g (cmol/kg).

Pojemność sorpcyjna minerałów ilastych jest mniejsza:

montmorylonit	80-150 mg równ./100 g minerału (cmol/kg),
illit	10-50 mg równ./100 g minerału (cmol/kg),
kaolinit	3-15 mg równ./100 g minerału (cmol/kg).

Minerały te wykazują aktywną powierzchnię zewnętrzną i wewnętrzną, na których przebiegają reakcje wymiany jonów. Na przykład montmorylonit wykazuje strukturę luźną, permutoidalną i dlatego cechuje się dużą powierzchnią sorpcyjną spotęgowaną istnieniem międzywarstwowych przestrzeni, do których mogą przenikać różne kationy i ulegać sorpcji wewnętrznej. Tak więc do kationów zatrzymywanych przez powierzchnię zewnętrzną dochodzą jony zasorbowane wewnątrz. Do sorbentów o strukturze zbitej zaliczamy krzemionkę koloidalną i kaolinit, które zawierają bardzo wąskie przestrzenie międzywarstwowe w budowie sieciowej. Sorbują one wyłącznie powierzchnią zewnętrzną.

Pojemność sorpcyjna gleby wzrasta z obniżeniem stopnia zakwaszenia. Wapnowanie gleb obniża stężenie jonów wodorowych w kompleksie sorpcyjnym, zwiększa przez to pojemność sorpcyjną gleb w stosunku do innych kationów, stwarza właściwe warunki dla stosowania większych dawek nawozów mineralnych.

6. Pobieranie przez rośliny kationów wymiennych

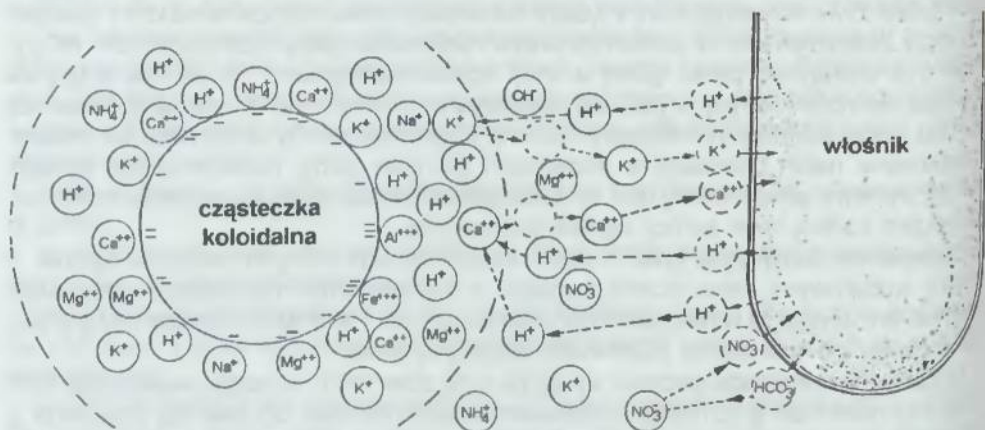
Odżywianie się roślin w warunkach glebowych zachodzi w ścisłym związku, jaki tworzy się między dwoma systemami: korzeniami roślin (włośniki = biokoloidy) a koloidami gleby. Każdy z tych układów jest zdolny do wymiany kationów z innym układem koloidalnym lub z roztworem glebowym.

Wymiana kationów między kompleksem sorpcyjnym a rośliną odbywa się w środowisku wodnym (roztworze glebowym), a obecność w nim rozpuszczalnych soli mineralnych wymianę tej sprzyja.

Doświadczalnie stwierdzono, że ruch kationów przy wzajemnym oddziaływaniu korzeni na koloidy gleby nie jest procesem jednokierunkowym idącym zawsze od gleby do rośliny. Kierunek i intensywność tego procesu określone są przemianami biochemicznymi roślin, składem chemicznym koloidów glebowych i energią wyjścia do roztworu zasorbowanych kationów.

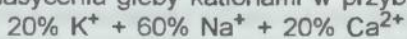
* wg układu SI (Système Internationale d'Unités) dawnemu miligramorównoważnikowi odpowiada obecnie pojęcie milimola ($\text{mmol}/100 \text{ g}$ gleby = cmol/kg gleby [centymol]).

Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 34. Mechanizm pobierania jonów przez korzenie roślin na drodze sorpcji wymiennej. Żywy korzeń pobiera z roztworu glebowego kationy (np.: Ca^{2+} , K^+) i aniony (np.: NO_3^-), zamiennie wydala natomiast inne np.: H^+ , HCO_3^- . W wyniku takiej wymiany roztwór glebowy ubożeje w kationy o charakterze zasadowym a wzbogaca się między innymi głównie w kation wodoru. Równowaga jonowa roztworu glebowego zostaje zachwiana. Jon wodorowy oddziaływanie z dużą energią na kompleks sorpcyjny gleby i wypiera z niego równoważne ilości kationów o charakterze zasadowym. Wyparte z kompleksu sorpcyjnego na drodze sorpcji wymiennej jony o charakterze zasadowym stanowią wciąż odnawiające się źródło pokarmu roślin i są zarazem wskaźnikiem zubożenia gleby i wzrostu jej potencjalnej kwasowości.

W doświadczeniu stwierdzono np. wyraźnie niekorzystny wpływ wzrostu zawartości kationów sodu w kompleksie sorpcyjnym na pobieranie przez rośliny wymiennych kationów potasu. Przy nasyceniu gleby kationami w przybliżeniu



kationy potasu przechodziły jeszcze z gleby do rośliny, przy dalszym obniżaniu stopnia nasycenia gleby jonami potasowymi wraz z podwyższeniem zawartości jonów sodu następuje zmiana kierunku w przechodzeniu kationów potasu w układzie gleba - roślina z koloidów roślinnych do koloidów glebowych, czyli następuje desorpcja kationów potasu z rośliny.

Między innymi tym zjawiskiem należy tłumaczyć występowanie objawów niedoboru potasu a w konsekwencji stopniowe obumieranie drzew przydrożnych i miejskich rosnących na glebach silnie zasolonych (kationy Na^+ dostają się do gleby w wyniku posypywania jezdni solą - NaCl). Duże nagromadzenie w tych glebach kationu Na^+ może powodować desorpcję kationów K^+ z roślin.

Terlikowski na podstawie wykonanych doświadczeń doszedł do wniosku, że skład chemiczny rośliny jest do pewnego stopnia odzwierciedleniem składu kationów wymiennych koloidalnego kompleksu glebowego. Wypieranie z kompleksu sorpcyjnego wymiennych kationów przez rośliny odbywa się za pomocą wydzielanego przez nie jonu wodorowego. Zdolność rośliny do wykorzystywania zasorbowanych kationów wzrasta w miarę zwiększającego się ich stężenia w kompleksie sorpcyjnym. Według Terlikowskiego, zasadniczym kationem wymiennym, zajmującym $\pm 80\%$ całkowitej pojemności sorpcyjnej w glebach żyznych, powinien być kation wapnia (Ca^{2+}), pozostałe 20% powinno przypaść na resztę kationów: Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ i mikroelementy.

Streszczając powyższe uwagi - można powiedzieć, że pobieranie wymiennych kationów przez rośliny uprawne zależy od następujących czynników:

- 1) rodzaju kationu i jego energii wyjścia z kompleksu sorpcyjnego;
- 2) rodzaju i budowy koloidów glebowych;
- 3) rodzaju i ilości kationów w kompleksie sorpcyjnym;
- 4) procesów asymilacji i desymilacji regulujących energię życiową rośliny;
- 5) przejścia kationu wymiennego w niewymienny.

Sorpcja wymienna anionów zachodzi, gdy w skład kompleksu sorpcyjnego gleby wejdą koloidy o ładunku dodatnim. W sorpcji anionów biorą udział koloidy amfoteryczne takie, jak $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ i inne.

W warunkach środowiska kwaśnego mogą się łączyć dodatnio, co w rezultacie umożliwia sorpcję wymienną anionów. Ostatnio stwierdzono, że aniony PO_4^{3-} oraz SO_4^{2-} mogą być sorbowane wymiennie. Sorpcja wymienna anionów ma niewielkie znaczenie praktyczne.

7. Odczyn i kwasowość gleby

Pod pojęciem odczynu rozumiemy stosunek jonów wodorowych H^+ do jonów wodorotlenowych OH^- . Przy przewadze H^+ jonów odczyn jest kwaśny, gdy występuje przewaga OH^- jonów odczyn jest zasadowy. Natomiast jeżeli zachodzi równowaga H^+ i OH^- odczyn jest obojętny. Przy omawianiu odczynu gleby posługujemy się symbolem pH, przy czym $pH = -\lg(H^+)$. Symbol pH oznacza więc ujemny logarytm ze stężenia jonów wodorowych. Pomiar pH ma na celu znalezienie wzajemnego stosunku stężenia jonów H^+ i OH^- w roztworach glebowych. Stąd w roztworach obojętnych, w których $(H^+) = (OH^-) = 10^{-7}$ $pH = 7$, w kwaśnych $(H^+) > (OH^-)$ $pH < 7$, w zasadowych $(H^+) < (OH^-)$ $pH > 7$.

Przykład:

$pH=6$ stąd stężenie (H^+) w roztworze wynosi $0,000001 \text{ g/l} = 10^{-6}$, a stężenie $(OH^-) = 10^{-8}$, ponieważ iloczyn $(H^+) \cdot (OH^-)$ wynosi zawsze 10^{-14} ($10^{-6} \cdot 10^{-8} = 10^{-14}$). Jeżeli roztwór posiada $pH=8$ oznacza to, że stężenie jonów $(OH^-) = 10^{-6}$.

Kwasowością gleby nazywamy taki stan odczynu krążących w niej roztworów, przy którym stężenie jonów wodorowych jest wyższe od stężenia jonów wodorotlenowych.

O zawartości jonów H^+ w roztworze glebowym decydują kwasy: kwas węglowy, siarkowy, fosforowy, octowy, szczawiowy, cytrynowy, a także kwasy fulwowe i huminowe. Spośród kwasów mineralnych duże znaczenie ma m.in. kwas węglowy, który w postaci anionu HCO_3^- wydzielany jest przez korzenie roślin oraz powstaje przez rozpuszczenie się w roztworze glebowym bezwodnika tego kwasu (CO_2).

Jony H^+ mogą występować w roztworze glebowym oraz w najdrobniejszej części fazy stałej gleby - w kompleksie sorpcyjnym. w związku z tym rozróżniamy dwa rodzaje kwasowości glebowej, a mianowicie czynną i potencjalną.

Kwasowość czynna, czyli aktywna, jest to kwasowość, która pochodzi od jonów H^+ występujących w roztworze glebowym. Można ją oznaczyć działając na glebę wodą destylowaną. Uzyskany wynik określany jest jako $pH_{(H_2O)}$ lub pH_c .

Kwasowość potencjalna jest to kwasowość wywołana przez jony H^+ i jony Al^{3+} , związane przez kompleks sorpcyjny gleby. Kwasowość potencjalna dzieli się na kwasowość wymienną i kwasowość hydrolityczną.

Kwasowość wymienna ujawnia się w wyniku działania na glebę roztworu soli obojętnej np. KCl. Gdy więc określamy pH w wyciągach 1 M KCl mówimy o stężeniu

wymiennych jonów wodorowych zasorbowanych wymiennie przez kompleks sorpcyjny i oznaczamy je symbolem $pH_{(KCl)}$ lub pH_w . Pomiar przeprowadzony w 1 M KCl daje niższe pH od pomiaru wykonanego w wyciągach wodnych. Np. jeżeli $pH_{(H_2O)}$ badanej gleby wyniesie 6,0, to $pH_{(KCl)}$ tej samej gleby będzie niższe i może wynieść 5,2. Wynika to stąd, iż przy oznaczaniu pH w wodzie mierzymy stężenie jonów wodorowych roztworu glebowego, natomiast przy oznaczaniu pH w 1 M KCl mierzymy stężenie jonów wodorowych roztworu glebowego oraz pewną ilość jonów H^+ wypartych z kompleksu sorpcyjnego gleby.

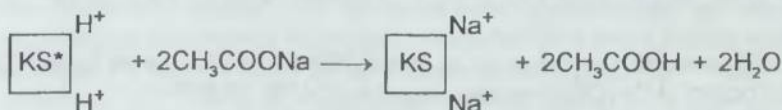
Polskie Towarzystwo Gleboznawcze uwzględniając $pH_{(KCl)}$ dzieli gleby na:

silnie kwaśne	$pH_{(KCl)} < 4,5;$
kwaśne	4,6-5,5;
lekko kwaśne	5,6-6,5;
obojętne	6,6-7,2;
zasadowe	$> 7,2.$

O kwasowości hydrolitycznej decydują jony wodorowe i jony glinu silnie związane z cząsteczkami koloidalnymi kompleksu sorpcyjnego gleby. Kwasowość ta ujawnia się pod wpływem działania na glebę roztworu soli hydrolizującej zasadowo np. octanu sodu lub wapnia - $Na(CH_3COO)$, lub $Ca(CH_3COO)_2$. W czasie hydrolizy soli octanów powstają zasady wg reakcji:



Powstające kationy Na^+ lub Ca^{++} wypierają z kompleksu sorpcyjnego nie tylko jony H^+ luźno związane, ale również H^+ jony silnie z nim związane, które nie ujawniają się pod wpływem działania kationów soli obojętnych. Przebieg reakcji przedstawia równanie



Wypierane z kompleksu sorpcyjnego jony H^+ są zobojętniane przez jony OH^- powstające przy hydrolizie octanu, a pozostający w roztworze kwas octowy jest miernikiem kwasowości hydrolitycznej, który oznaczamy przez miareczkowanie 0,1 M NaOH

8. Przyczyny zakwaszania się gleb

Gleby Pomorza Zachodniego wykazują najczęściej odczyn kwaśny bądź lekko kwaśny. Wpłynęły na to:

- 1) skały macierzyste ubogie w składniki zasadowe,
- 2) warunki klimatyczne - przewaga opadów nad parowaniem, co sprzyja wmywaniu składników zasadowych i powoduje nasilenie procesu bielicowania,
- 3) wprowadzanie do gleb nawozów sztucznych fizjologicznie kwaśnych np. $(NH_4)_2SO_4$,
- 4) działalność życiowa mikroorganizmów i roślin wyższych przyczynia się do powstawania kwasów organicznych i nieorganicznych (głównie kwasu węglowego),
- 5) zabiegi uprawowe. Podczas zbiorów z pól usuwa się wraz z roślinami duże ilości składników zasadowych, a tylko mała ich ilość zwracana jest glebie np. poprzez stosowanie obornika i nawozów zielonych. Poza tym w niektórych płodozmianach

*KS - oznacza kompleks sorpcyjny gleby.

gleba pozbawiona jest roślinności przez dłuższy okres czasu, a tym samym w mniejszym stopniu chroniona przed wymywaniem składników.

Źródłem zakwaszenia mogą być także kwasy lub ich tlenki, które dostają się do gleb wraz z opadami. Sytuacja taka może mieć miejsce, zwłaszcza w pobliżu zakładów przemysłowych.

Zakwaszanie się gleb w lesie według Uggli jest zjawiskiem powszechnym. Woda opadowa spływa po liściach, konarach i pniach jest zakwaszona, zanim dotrze do runa leśnego. Tam następuje dalsze jej zakwaszenie. Najbardziej zakwaszająco wpływają ściółki drzew iglastych, gdyż odczyn spada tam niekiedy nawet poniżej pH 3. Tak więc odczyn gleb leśnych zależy od składu gatunkowego drzewostanu i charakteru runa. Główną rolę odgrywają jednak czynniki abiotyczne: skład mineraliczny i uziarnienie skały macierzystej, klimat, a w nizinie położonych glebach także odczyn wody gruntowej.

Silnie kwaśne i kwaśne gleby leśne porasta najczęściej wrzos, borówka czernica i brusznica, szczawik zajęczy, kosmatka owłosiona, konwalijka dwulistna. Indykatorem gleb silnie kwaśnych i mokrych mogą być kępy torfowców lub borówki bagiennej. Na glebach leśnych słabo kwaśnych, obojętnych i zasadowych - żarnowiec, zawilec leśny, kuklik pospolity, przylaszczka pospolita, żonkiel zwyczajny i inne.

Występowanie na polach uprawnych, łąkach i nieużytkach takich roślin jak: czerwonec roczny, bliźniczka wyprostowana, kłosówka wełnista, szczotlika siwa świadczy o odczynie silnie kwaśnym. Natomiast nostryk, podbiał pospolity, mak polny, esparceta, maruna bezwonna wskazują na odczyn gleb słabo kwaśny, obojętny bądź zasadowy.

Wymienione rośliny wskaźnikowe nie mogą jednak zastąpić bezpośredniego pomiaru odczynu gleby np. metodą kolorymetryczną Hellige'a.

9. Zmiany odczynu gleb w ciągu roku

Odczyn gleby w warunkach naturalnych ulega wyraźnym wahaniom i to nawet wtedy, kiedy nie stosuje się zabiegów zmieniających pH. Największe wahania mają miejsce w poziomie próchnicznym i zmniejszają się w głąb profilu. Dynamika pH w ciągu sezonu wegetacyjnego zmienia się zależnie od wilgotności, aeracji, temperatury, intensywności życia mikrobiologicznego i sposobu użytkowania gleby. Najsilniejsze wahania dochodzące do 1,5 jednostki pH występują w glebach o nienasyconym kompleksie sorpcyjnym, wykazujących niski stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym.

Odczyn gleby wpływa na uruchamianie lub nieuruchamianie w glebie wielu składników pokarmowych niezbędnych do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin.

10. Wpływ odczynu na procesy mikrobiologiczne i przyswajalność składników pokarmowych

Wśród mikroorganizmów glebowych wyróżnia się mikrofaunę i mikroflorę glebową. Do mikroorganizmów roślinnych zalicza się: glony, grzyby, promieniowce i bakterie.

Wzrost kwasowości w glebie powoduje zwiększenie się ilości grzybów i zmniejszenie się ilości bakterii.

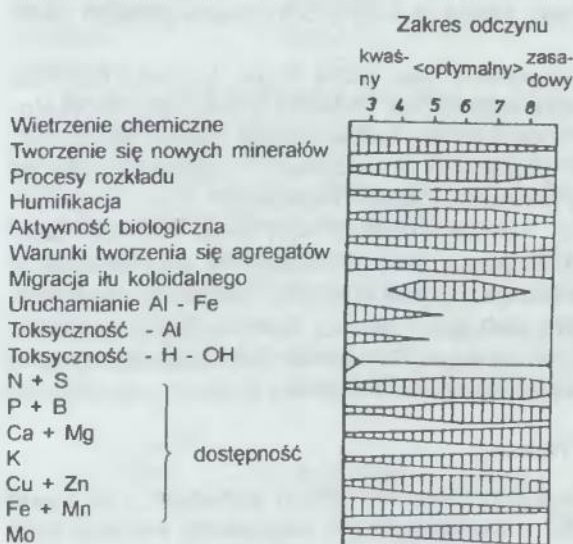
Grzyby są bowiem znacznie odporniejsze na kwaśny odczyn. Bakterie natomiast rozwijają się najlepiej w glebach zasobnych w próchnicę i o uregulowanych stosunkach powietrzno-wodnych w warunkach odczynu zbliżonego do obojętnego bądź

zasadowego. Jednakże bardzo wiele z nich wykazuje także aktywność przy szerszym zakresie pH 4-10.

Ogólna masa bakterii w glebach wynosi kilka tysięcy kilogramów na 1 ha warstwy ornej. Przeciętnie w 1 g suchej gleby znajduje się 1-3 miliardów żywych komórek. Największą aktywność bakterii obserwuje się wiosną i jesienią. Bakterie wraz z innymi mikroorganizmami odgrywają bardzo dużą rolę w następujących procesach: rozkładzie substancji organicznej bezazotowej (celulozy), mineralizacji próchnicy, uruchamianiu potasu i fosforu, utlenianiu siarki i żelaza, wiązaniu wolnego azotu z powietrza, rozkładzie białek i mocznika, amonifikacji, nityfikacji i denityfikacji.

Wśród bakterii wiążących wolny azot z powietrza wyróżnia się bakterie niesymbiotyczne i symbiotyczne. Do bakterii niesymbiotycznych należy przede wszystkim *Azotobacter Chroococcum* (tlenowiec) oraz *Clostridium Pasteurianum* (beztlenowiec). *Azotobacter* jest bardzo wrażliwy na zakwaszenie środowiska i rozwija się najlepiej przy odczynie obojętnym i zasadowym. Natomiast bakterie *Clostridium pasteurianum* rozwijają się jeszcze dobrze w glebach ciężkich podmokłych o pH 4,7.

Wymagania bakterii symbiotycznych - brodawkowych (*Rhizobium*) co do odczynu gleby pokrywają się z wymaganiami roślin motylkowych. Optimum odczynu dla większości roślin motylkowych wynosi około pH 6,5. Jedynie gatunek rozwijający się na łubinie znosi dobrze odczyn kwaśny. Także procesy nityfikacji (utlenianie amoniaku do kwasu azotowego) i denityfikacji (redukcja azotanów do wolnego azotu) są hamowane przez zbyt niski odczyn gleby.



Ryc. 35. Zależność pomiędzy pH a procesami glebowymi i ekologicznymi (wg D. Schroedera)

denityfikacji (redukcja azotanów do wolnego azotu) są hamowane przez zbyt niski odczyn gleby.

Odczyn gleby wpływa na tempo uwalniania składników pokarmowych w procesie wietrzenia, rozpuszczalność wszystkich składników gleby oraz na ilość składników odżywczych magazynowanych w kompleksie sorpcyjnym. Stanowi on zatem dobry wskaźnik pozwalający na przewidywanie prawdopodobieństwa wystąpienia niedoboru niektórych składników pokarmowych. Przy dużym zakwaszeniu gleby następuje uruchamianie niektórych składników, np. glinu, cynku, manganu, żelaza. Składniki te, a zwłaszcza glin, przy większych koncentracjach są toksyczne. Wzrost pH z 5 do 7,5 zmniejsza ilość przyswajalnego żelaza, manganu i cynku do takich granic, że może występować niedobór tych pierwiastków ograniczający wzrost roślin. Przy niskich wartościach pH molibden jest wytrącany w postaci związków z żelazem i glinem. Stwierdzono, że fosfor jest najlepiej przyswajalny przez rośliny przy pH 6,5. W warunkach niskiego pH wytrącają się bowiem fosforany żelaza i glinu, a przy wysokim pH - fosforany wapnia.

11. Odczyn gleby a wzrost roślin

Analizując dotychczasowe poglądy o wpływie odczynu gleb na rozwój roślin, należy stwierdzić:

- odczyn wpływa w dużym stopniu na urodzajność gleby i dla każdej rośliny uprawnej istnieje pewien przedział pH, w obrębie którego wykazuje ona najlepszy rozwój,
- po przekroczeniu pewnej wartości pH następuje znaczny spadek plonu, a nawet obumarcie roślin.

Rośliny uprawne nie znoszą pH < 4 oraz pH > 9; dla niektórych roślin, np. żyta, owsa, ziemniaków optymalny przedział pH jest szeroki, a dla innych bardzo wąski (tab. 39).

Stopień nasilenia kwasowości, który rośliny mogą tolerować, jest uzależniony także od ilości dostarczanych składników oraz wody. Gdy rośliny mają zapewnioną odpowiednią ilość składników pokarmowych i wody mogą przeżyć w znacznie bardziej kwaśnych glebach niż przy braku tych składników i wody.

Wzrost roślin jest bowiem warunkowany wzajemnym oddziaływaniem wielu czynników, a odczyn gleby jest jednym z nich.

Tolerancja roślin na stopień zakwaszenia gleby

mało tolerancyjne:	średnio tolerancyjne:	o wysokiej tolerancji:
lucerna	wyka ozima	łubin
buraki cukrowe	inkarnatka	kukurydza
koniczyna biała	soczewica	owies
koniczyna czerwona	wyka	żyto
fasola	peluszką	gryka
buraki czerwone	soja	sorgo
szparagi	pszenica	proso
kapusta	jęczmień	tytoń
kalafior	bawełna	truskawka
szpinak	orzeszki ziemne	ziemniaki
		groch

Stwierdzono, że odczyn obojętny lub słabo kwaśny należy uważać za optymalny dla rozwoju większości roślin uprawnych. Jedynie nieliczne rośliny rozwijają się lepiej na glebach kwaśnych. Spośród roślin motylkowych tylko łubin i seradela udają się na glebach kwaśnych. Jednakże przy pH 4 nie tworzą się na korzeniach łubinu brodawki.

Jak już zaznaczono wpływ tych samych wartości pH na rozwój roślin na różnych glebach bywa różny. Im silniej zaznaczają się w glebie właściwości regulujące (buforowe) tym słabiej zaznacza się ujemny wpływ niskich wartości pH na wzrost i rozwój roślin uprawnych. Przedstawioną różnorodną wrażliwość roślin uprawnych na odczyn glebowy należy mieć na uwadze przy układaniu płodozmianu, stosowaniu nawozów mineralnych oraz przy wapnowaniu gleb.

Tab. 39. Optymalne przedziały pH dla roślin uprawnych

Rośliny mało wrażliwe na kwaśny odczyn	Przedziały pH		Rośliny średnio wrażliwe na kwaśny odczyn	Przedziały pH		Rośliny bardzo wrażliwe na kwaśny odczyn	Przedziały pH	
	a	b		a	b		a	b
Łubin	4,5-5,5	4,6-6,0	brukiew	5,4-6,5	4,8-5,5	pszenica	6,0-6,9	6,0-7,6
Seradela	4,9-6,0		len	6,0-6,6	5,5-6,5	kapusta	6,0-7,0	6,5-7,4
Gryka	5,0-6,8	4,7-7,5	trawy łąkowe	5,2-6,2		rzepak	6,0-7,2	
Ziemniak	4,5-6,2	5,0-5,5	koniczyna czerwona	5,4-6,5	6,0-7,0	burak pastewny	6,1-7,2	
Zyto	4,8-6,0	5,0-7,7	tytoń	5,5-6,5		jęczmień	6,2-7,3	6,8-7,5
Owies	4,7-6,2	5,5-7,5	rzepik	5,5-6,7		burak cukrowy	6,3-7,2	7,0-7,5
			kukurydza	5,5-6,8	6,0-7,0	gorczyca	6,3-7,4	
			groch	5,8-6,5	6,0-7,0	lucerna	6,7-7,8	7,8-8,0
			pomidor	5,0-6,3	5,0-8,0	truskawki	6,2-7,5	
			sałata	5,4-6,8	6,0-7,0	marchew	6,3-7,5	5,6-7,0
			ogórki, dynia	5,4-6,6	5,0-7,3	cebula, pory	6,6-7,6	6,4-7,5
				5,4-7,2	6,4-7,5	drzewa owocowe	6,3-8,0	

a - według danych niemieckich, b - według danych rosyjskich.

Tab. 40. Odczyn w poziomach akumulacyjnych ważniejszych gleb Polski (wg Turskiego i in.)

Klasa genetyczna	Typ, rodzaj, gatunek	pH w KCl
Gleby wapniowcowe	rędziny kredowe	6,1-7,0
	rędziny jurajskie	6,0-6,8
Gleby czarnoziemne	czarnoziemy	5,0-6,9
Gleby brunatnoziemne	brunatne wytworzone z piasków	3,8-6,6
	brunatne wytworzone z gliny lekkiej i średniej	3,8-7,6
	brunatne wytworzone z gliny ciężkiej	4,2-7,2
	brunatne wytworzone z utworów pyłowych	4,5-6,0
	brunatne wytworzone z lessów i utworów lessowych	4,4-7,5
	plowe wytworzone z utworów pyłowych	4,1-7,0
	plowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych	3,5-6,9
	plowe wytworzone z gliny lekkiej	3,7-6,7
Gleby bielicoziemne	bielcowe wytworzone z piasków	3,9-5,3
Gleby zabagniane	opadowo i gruntowo-glejowe wytworzone z glin	4,0-5,9*
	opadowo-glejowe wytworzone z pyłów	3,5-6,3
Gleby pobagienne	czarne ziemie wytworzone z piasków	4,6-7,2
	czarne ziemie wytworzone z glin lekkich i średnich	4,8-7,7
	czarne ziemie wytworzone z glin ciężkich i ilów	4,1-6,9
Gleby napływowe	mady rzeczne wytworzone z piasków	4,2-8,1
	mady rzeczne wytworzone z pyłów	5,5-6,8
	mady rzeczne wytworzone z ilów	4,2-6,5

* dla gleb Pomorza Zachodniego, uzupełnione przez autorów.

12. Wapnowanie

Wapnowanie jest to wnoszenie do gleby połączeń wapnia w postaci CaCO_3 , CaO , Ca(OH)_2 i innych w celu zubożenia kwasowości, usunięcia z roztworu glebowego wolnych jonów glinu oraz poprawienia jej właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych.

Wapnowanie jest ważnym zabiegiem w racjonalnej uprawie gleby. Bardzo często uważa się, że utrzymanie żyzności gleby związane jest głównie z dostarczaniem azotu, potasu, fosforu. Zbyt mało uwagi poświęca się ilości wapnia w glebie, który to pierwiastek spełnia wiele funkcji nieodzownych dla wzrostu roślin a równocześnie modyfikuje także środowisko glebowe.

Z badań wojewódzkich Stacji Chemiczno-Rolniczych wynika, że w województwie szczecińskim i koszalińskim stopień zakwaszenia gleb jest dość duży.

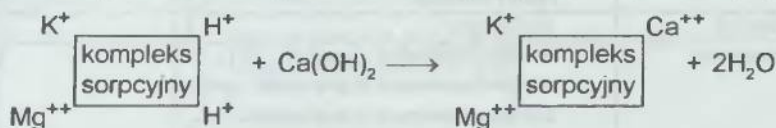
W obrębie byłego województwa szczecińskiego wapnowanie jest „konieczne” na 32% powierzchni użytków rolnych, a „wskazane” na dalszych 36%; w obrębie byłego woj. koszalińskiego, wapnowanie jest „konieczne” na 35,7% pow. użytków rolnych, a „wskazane” na 40,9% użytków rolnych.

Wapnowanie wywiera na glebę wielostronne działanie, które można ująć w następujących punktach:

1. Usuwa szkodliwe dla większości roślin zakwaszenie gleby i wolne jony glinu;

Wapno wprowadzone do gleby zarówno w formie tlenkowej (CaO), wodorotlenkowej Ca(OH)_2 czy węglanowej CaCO_3 reaguje szybko z wilgotną glebą. Reakcja z glebą różnych form wapnia przebiega nieco odmiennie; tlenek wapnia bardzo

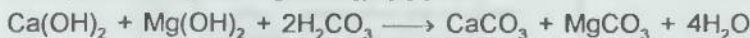
intensywnie pochłania wodę i przechodzi w formę wodorotlenku $\text{Ca}(\text{OH})_2$; najwolniej działa forma węglanowa, ale końcowy rezultat jest taki sam $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Po zastosowaniu wapna roztwór glebowy staje się przesycony jonami Ca^{++} , które mają zdolność zastępowania jonów wodorowych zasorbowanych przez kompleks sorpcyjny gleby



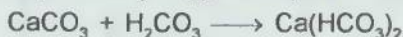
Jony wodorowe są uwalniane z kompleksu sorpcyjnego i łączą się z jonami wodorotlenowymi tworząc wodę. Kompleks sorpcyjny staje się wysycony jonami wapnia i przestaje być kwaśnym, a kwasowość gleby zostaje zneutralizowana.

Wapnowanie zmniejsza kwasowość wymienną i hydrolityczną, zwiększa zaś pH gleby i stopień jej nasycenia kationami zasadowymi. Jednocześnie wzrasta ilość zasorbowanego i rozpuszczalnego w wodzie jonu wapnia, a bardzo się zmniejsza zawartość w glebie szkodliwych dla roślin wolnych jonów glinu.

Forma wodorotlenkowa wapna $\text{Ca}(\text{OH})_2$, w którą przechodzi CaO i CaCO_3 po wprowadzeniu do gleby, ma silne powinowactwo z dwutlenkiem węgla. Te dwa związki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i CO_2 , w glebach wilgotnych, tworzą formę węglanową; reakcja ta ma prawdopodobnie przebieg następujący:



Widać z tego, że wapno w formie tlenku czy wodorotlenku przechodzi w glebie wcześniej czy później w formę węglanową (CaCO_3). Forma ta może reagować z kwasem węglowym tworząc kwaśny węglan wapnia - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$:



Tworzące się podczas tej reakcji kwaśne węglany są łatwo wymywane z gleby.

Węglan wapnia może również bezpośrednio reagować z koloidami glebowymi, wtedy koloidy absorbują zasady (Ca^{++}) i uwalniany jest dwutlenek węgla (CO_2).

2. Poprawia strukturę gleb lekkich i ciężkich;

Duża zawartość wolnych jonów Ca^{++} w roztworze glebowym wpływa na zmianę fizycznych właściwości koloidów glebowych, które ze stanu zolu przechodzą w żele (koagulacja) nierozpuszczalne w wodzie. Sklejają one cząstki glebowe w trwałe agregaty, nadając glebie pożądaną strukturę gruzelkową.

Należy jednak pamiętać, że zastosowanie dużych dawek wapna palonego (tlenkowego) może spowodować przejściową peptyzację próchnicy koloidalnej (nadmiar grup OH^-) a tym samym pogorszenie właściwości fizycznych gleby.

Dodatnie działanie strukturotwórcze wapnowania wyraźnie zaznacza się na glebach zasobnych w minerały ilaste i w próchnicę niezbyt silnie zakwaszoną. Powoduje zwiększenie się zawartości gruzelków w glebie a tym samym polepsza właściwości fizyczne gleb; zwiększa przewodność gleby, poprawia stosunki wodne, zmniejsza opór gleby w czasie orki, zwiększa intensywność procesów mikrobiologicznych;

3. Wpływa na skład mikroflory glebowej;

W glebach obojętnych dobrze rozwijają się takie drobnoustroje, jak *Azotobacter* (pH = 6,5-7,8) i *Clostridium pasteurianum* (pH = 6,9-7,3), które wiążą azot atmosferyczny i wzbogacają glebę w związki azotowe przyswajalne dla roślin. W środowisku

wisku obojętnym rozwijają się również bakterie amonifikacyjne, nityfikacyjne, bakterie brodawkowe z grupy *Rhizobium*. Jeżeli ilość wapnia zmniejszy się, wtedy drobnoustroje te stopniowo zamierają.

Na glebach o małej zawartości wapnia lepiej rozwijają się grzybny (pH 3-6) wśród których występują często pasożyty wywołujące choroby roślin;

4. Udostępnia roślinom składniki mineralne, jak: azot, fosfor, potas;

Zwiększanie się ilości przyswajalnych związków azotu w glebie związane jest z uaktywnieniem się procesów biologicznych (patrz wyżej). Wapnowanie wywiera dodatni wpływ na zawartość przyswajalnych dla roślin soli kwasu fosforowego, ale tylko do pewnej granicy odczynu (pH 6-6,5). Doprowadzenie odczynu do pH 7,0 lub wyżej obniża zawartość fosforanów w glebie.

Wapnowanie zwiększa przyswajalność potasu przez wypieranie z kompleksu sorpcyjnego kationu K^+ kationem wapnia Ca^{++} , który ma większą energię wejścia do kompleksu sorpcyjnego.

Wapnowanie przyspiesza rozkład substancji organicznej, a przez to powoduje przeprowadzanie połączeń potasowych i fosforowych w formy łatwiej przyswajalne dla roślin;

5. Zwiększa efekt nawozów mineralnych i organicznych;

Na glebie wapnowanej działanie superfosfatu jest lepsze niż na glebie kwaśnej nie wapnowanej. W tej ostatniej glebie, jony fosforanowe łączą się z występującymi w roztworze jonami glinu i żelaza dając związki nierozpuszczalne w wodzie, trudno dostępne dla roślin.

Działanie nawozów potasowych również osiąga swoje maksimum jedynie przy odpowiedniej zawartości wapnia w glebie;

6. Zmniejsza przyswajalność boru, manganu, cynku; sprzyja pobieraniu molibdenu przez rośliny

Wapnowanie gleb kwaśnych bardzo wyraźnie zwiększa dostępność molibdenu dla roślin, przede wszystkim wówczas, gdy w glebie znajduje się stosunkowo dużo ogólnego molibdenu. Natomiast w glebach zawierających mało ogólnego molibdenu wapnowanie działa znacznie słabiej.

Stopień przyswajalności boru, manganu, cynku dla roślin zależy między innymi od odczynu gleby; np. w glebie o odczynie obojętnym cynk wytrącany jest w formie wodorotlenku; w doświadczeniu polowym stwierdzono, że wapnowanie, zwiększając pH o 0,5 jednostki, zmniejszyło przyswajalność manganu o 20-30%.

13. Stosowanie nawozów wapniowych w zależności od gatunku gleby

Nawozy wapniowe można podzielić na 3 grupy:

1. Nawozy wapniowe działające szybko; wapń występuje w postaci tlenku lub wodorotlenku;
 2. Nawozy działające wolno: wapń występuje w postaci $CaCO_3$;
 3. Wapń występujący w postaci krzemianów: żużle wielkopiecowe.
- Gleby lekkie mają małą zdolność regulowania odczynu, ponieważ są mało zasobne w drobne części sławialne. Stosowanie więc większych dawek wapna, zmieniających bardzo wydatnie w kierunku zasadowym odczyn gleby, może odbić się ujemnie na rozwoju roślin takich jak: ziemniaki, owies, żyto.

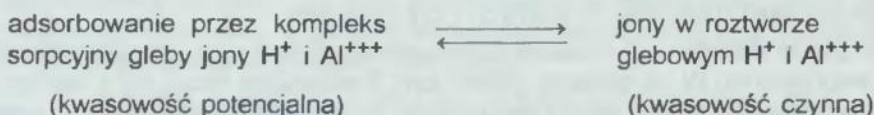
Gleby lekkie należy wapnować rzadziej, co 3-4 lata małymi dawkami nawozów wapniowych, działających powoli (margiel, mączki dolomitowe, wapniak). Należy unikać stosowania tlenku wapnia (wapno palone) lub wapna gaszonego. Wapno palone lub gaszone szybko „spala” próchnicę w glebach lekkich, niszczy strukturę i szybko wyczerpuje zasoby składników pokarmowych.

Gleby ciężkie, ilaste i gliniaste, możemy nawozić nawozami wapniowymi szybko działającymi (wapno palone, wapno gaszone). Nawozy te oprócz zobojętnienia kwasowości tych gleb poprawiają jeszcze ich fizyczne właściwości, a zatem i biologiczne. Gleby takie są zasobne w części splawialne, odznaczają się większymi zdolnościami sorpcyjnymi i większą buforowością i dlatego nie obserwuje się na nich tak ujemnych skutków wapnowania nawozami szybko działającymi, jak w przypadku gleb lekkich.

Wapnowanie gleb torfowych należy przeprowadzać ostrożnie, ponieważ złe stosowane, może obniżyć wartość produkcyjną torfu.

14. Buforowość gleb

Gleba przeciwstawia się wyraźnie gwałtownym zmianom pH roztworu glebowego. Zjawisko to zwane buforowością można wyjaśnić w następujący sposób:



Np.: weźmy pod uwagę kwasowość wymienną i kwasowość czynną. Pomiedzy tymi rodzajami kwasowości (a więc pomiędzy roztworem glebowym a kompleksem sorpcyjnym) ustala się stan równowagi. Jeżeli teraz z roztworu glebowego usuniemy pewną część jonów wodorowych (H^+), to dla zachowania tej równowagi, kosztem kwasowości wymiennej, z kompleksu sorpcyjnego do roztworu glebowego przejdzie pewna część jonów wodorowych. Odczyn (pH) roztworu glebowego pozostanie nadal na prawie nie zmienionym poziomie. W ten sposób powstaje pewien „opór” przeciw zmianom ustalonego w glebie stężenia jonów H^+ .

Jeżeli do gleby dodamy taką ilość wapnia, który wystarczy do zobojętnienia jonów H^+ w roztworze glebowym, to dla zachowania wspomnianej już wyżej równowagi z kompleksu sorpcyjnego przejdzie większa ilość jonów H^+ do roztworu glebowego. Ich miejsce w kompleksie sorpcyjnym zajmą wolne jony Ca^{++} a spowodowana tym zmianą pH będzie jednak znikoma i nie zmieni się do chwili, kiedy dodamy ilość wapnia wystarczającą do całkowitego wyczerpania kwasowości potencjalnej gleby.

Oporność na zmiany pH ma również duże znaczenie dla zapobiegania szybkiemu obniżaniu się pH gleby w momencie gdy do gleby dodajemy jony wodorowe lub kiedy powstają one w wyniku przemian biochemicznych. Chwilowo nastąpi wzrost stężenia jonów H^+ w roztworze glebowym, ale po pewnym czasie stan równowagi podawanego wyżej układu zostanie przesunięty na lewo. Więcej jonów H^+ zostanie zasorbowanych przez kompleks sorpcyjny gleby, które wymieniają się z innymi jonami o charakterze zasadowym, a zmiany pH roztworu glebowego będą zatem małe (ryc. 34).

Pojemność buforowa warunkowana jest przez kationy zaadsorbowane w kompleksie sorpcyjnym. Jony wodorowe, glinowe razem z zaadsorbowanymi kationami metali wpływają pośrednio na poziom pH roztworu glebowego oraz decydują jakie ilości wapna lub nawozów zakwaszających trzeba zastosować, żeby uzyskać odpowiednie zmiany pH.

15. Znaczenie buforowości

Stabilizacja pH gleby. Wyraźne zmiany pH świadczą o zasadniczych zmianach w środowisku glebowym, w tym również w odniesieniu do przyswajalności składników pokarmowych. Zmiany te są niekorzystne zarówno dla roślin wyższych jak i mikroorganizmów o ile nie będą one do tego przystosowane. Dlatego stabilizacja pH roztworu glebowego, wynikająca z buforowości gleby jest bardzo ważnym zjawiskiem zabezpieczającym prawidłowe odżywianie się roślin i mikroorganizmów glebowych.

Ilość nawozów potrzebnych do poprawy pH. Im większa jest pojemność buforowa gleby tym większe ilości wapna są potrzebne do wywołania odpowiednich zmian pH.

Decydują o niej takie czynniki jak:

- skład mechaniczny (w tym zawartość koloidów mineralnych),
- zawartość substancji organicznej (koloidy organiczne).

Czynniki te określają wielkość pojemności sorpcyjnej gleby a przez to i jej buforowość.

16. Próchnica glebowa

Próchnica glebowa wpływa na fizyczne i chemiczne właściwości gleby w stopniu niewspółmiernym do jej niskiej zawartości. Co najmniej połowa kationów wymiennych w glebach jest zwykle związana przez próchnicę, która poza tym decyduje o trwałości agregatów strukturalnych gleby.

Próchnica jest jedną z najbardziej złożonych substancji, która tworzy się w wyniku szeregu skomplikowanych procesów rozkładu, przebudowy i syntezy różnych związków organicznych odbywających się głównie przy współudziale drobnoustrojów oraz mikro- i mezofauny glebowej.

Czynniki wpływające na szybkość rozkładu substancji organicznej

Rozkład substancji organicznej jest procesem biochemicznym stąd też każdy czynnik, który będzie miał wpływ na aktywność mikroorganizmów będzie również wpływał na stopień rozkładu substancji organicznej.

Czynniki te można zgrupować następująco: właściwości materiału roślinnego (rodzaj rośliny, wiek i skład chemiczny rośliny), właściwości gleby (napowietrzenie, temperatura, uwilgotnienie, odczyn, żyzność), czynniki klimatyczne (zwłaszcza wpływ uwilgotnienia i temperatury).

Ogólnie przyjąć należy, że im młodsza roślina tym szybciej przebiega jej rozkład w glebie. Dzieje się tak dzięki zawartości w takich roślinach większej ilości rozpuszczalnych w wodzie składników, wyższej zawartości azotu, węższego stosunku węgla do azotu i mniejszej ilości ligniny oraz innych składników odpornych na rozkład. Jako regułę można przyjąć, że ten materiał roślinny lub zwierzęcy ulega szybkiemu rozkładowi, który ma wysoką zawartość azotu.

Warunki glebowe, które są korzystne dla wzrostu roślin są także korzystne dla rozwoju mikroorganizmów i dla rozkładu substancji organicznej. Rozkład substancji organicznej jest w największym stopniu uzależniony od zawartości tlenu, a więc od stosunków powietrznych w danej glebie. Większość procesów rozkładu to procesy utleniania i dlatego też, im bardziej przewiewna jest gleba tym rozkład ten zachodzi szybciej.

Wilgotność i temperatura gleby jest uzależniona od warunków klimatycznych. O ile pozostałe czynniki będą sprzyjały rozkładowi będzie on tym większy im bardziej

wilgotna będzie gleba do momentu w którym napowietrzenie gleby zacznie być nieodpowiednie. Szybkość rozkładu wzrasta także do pewnej granicy wraz ze wzrostem temperatury.

Skład substancji organicznej gleby

W skład substancji organicznych gleb wchodzi:
substancje nie stanowiące właściwej próchnicy (10-20%):

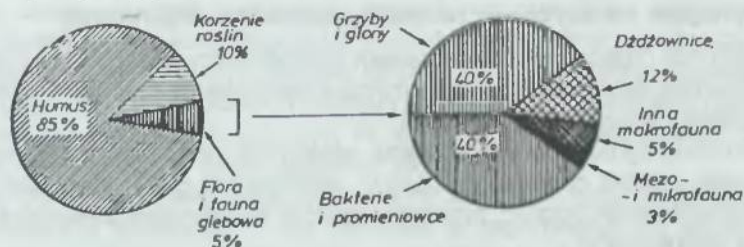
1. Resztki rozłożonych ale częściowo zachowujących swą strukturę tkanek roślinnych, zwierzęcych;
2. Ciała bakterii i innych mikroorganizmów;
3. Produkty rozkładu substancji organicznych: kwasy organiczne, aminokwasy, węglowodory itd.

Właściwe, wielkocząsteczkowe związki, składowe części próchnicy (80-90%):

1. Bituminy (woski i smoły oraz różne węglowodory i ich tlenowe pochodne);
2. Związki humusowe:
 - a) kwasy huminowe i ulminowe;
 - b) fulwokwasy (kwasy krenowe i apokrenowe);
 - c) huminy i ulminy.

W układzie związków próchnicznych fulwokwasy reprezentują przejściowe stadium związków, z których mogą tworzyć się następnie kwasy huminowe. Kwasy ulminowe są uważane za brunatną odmianę kwasów huminowych.

Związki próchniczne poszczególnych typów gleb różnią się między sobą nie tylko zawartością poszczególnych kwasów próchnicznych ale także powiązaniem ich z mineralną częścią gleby.



Ryc. 36. Skład substancji organicznej w glebie łąkowej (w % s.m.) wg Tischlera

Powstawanie próchnicy

Resztki obumarłej roślinności oraz ciał mikrofauny glebowej ulegają przemianom mikrobiologicznym. Pewna część rozkładanej masy roślinnej i zwierzęcej przetwarza się w połączenia chemiczne różnych typów i kumuluje się w glebie w formie tzw. próchnicy lub humusu. Inna część przechodzi w połączenia organiczno-mineralne.

Powstawanie próchnicy chociaż jest niezmiernie skomplikowanym procesem biochemicznym może być przedstawione w sposób uproszczony.

W wilgotnej i nagrzanej glebie masa organiczna jest atakowana przez różnorodne organizmy. Łatwo rozkładające się związki stopniowo przechodzą w proste, rozpuszczalne w wodzie produkty, ten etap rozkładu substancji organicznej nazywamy **mineralizacją**. W wyniku mineralizacji w glebie pozostają trudno rozkładające się połączenia pochodzenia roślinnego, takie jak: tłuszcze, woski, a co najważniejsze ligniny

Równocześnie, powstają nowe związki syntezowane przez organizmy lub stanowiące część ich ciała, zawierające w sobie jedną trzecią część ilości węgla organicznego. Podczas mineralizacji są częściowo utleniane: lignina i związki jej pokrewne, co zwiększa ich aktywność chemiczną.

Na główną masę próchnicy składają się więc:

- grupy związków pochodzenia roślinnego częściowo zmodyfikowanych (w procesie mineralizacji);
- związki powstałe w wyniku syntezy bakteryjnej.

Tak przeobrażona masa organiczna ulega **humifikacji** tzn. przechodzi w bezpostaciową masę zabarwioną zwykle na ciemno, nazwaną próchnicą lub humusem.

Nowopowstała próchnica jest dostatecznie odporna na działanie drobnoustrojów, dzięki czemu azot i inne ważne pierwiastki wchodzące w jej skład są zabezpieczane przed rozpuszczaniem i wymywaniem. Obecnie przyjmuje się, że humifikacja przebiega zasadniczo w dwóch fazach:

w pierwszej następuje rozkład substancji organicznej do pewnych prostych „elementów budowlanych”;

w drugiej, z owych „cegiełek” na drodze mniej lub bardziej skomplikowanej syntezy powstają właściwe substancje próchniczne.

Pod tym względem humifikacja różni się zasadniczo od równolegle przebiegającej mineralizacji, która jest procesem rozkładu prowadzącym do zupełnego zniszczenia materii organicznej gleby.

Definicja próchnicy

Próchnica jest mieszaniną brunatnych i ciemnobrunatnych, bezpostaciowych (amorficznych) substancji koloidalnych, produktem organicznym, który tworzy się w wyniku procesu humifikacji, a więc oddziaływania na związki organiczne mikroorganizmów, makrofauny oraz czynników fizykochemicznych.

Rodzaje próchnicy

Jakość i ilość gromadzącej się próchnicy zależy od roślinności porastającej glebę, od ilości i składu chemicznego rozkładających się resztek roślinnych i zwierzęcych, od rodzaju mikroorganizmów biorących udział w procesie humifikacji oraz od składu chemicznego i właściwości fizycznych gleb, a w szczególności od ich stosunków wodno-powietrznych i cieplnych.

W środowisku naturalnym w warunkach wilgotnościowych zbliżonych do optymalnych, tworzy się próchnica, w której ilość kwasów huminowych przewyższa ilość fulwokwasów. Natomiast w warunkach znacznego uwilgotnienia (tzn. okresowej podmokłości gleb) wykształca się próchnica, w której ilość fulwokwasów przewyższa ilość kwasów huminowych. Ten ostatni proces jest mniej korzystny dla gleby, sprzyja między innymi przemywaniu gleb.

W warunkach nadmiernego uwilgotnienia i długotrwałej anaerobiozy zachodzi proces torfotwórczy, gromadzi się wtedy masa organiczna w postaci torfu, zawierająca próchnicę torfową. Próchnicy tej nie należy identyfikować z próchnicą właściwą bezpostaciową gleb mineralnych.

Próchnica właściwa bezpostaciowa jest utworem całkowicie zhumifikowanym, dobrze wymieszanym z częścią mineralną gleby, z którą tworzy organomineralne związki kompleksowe. Niewidoczna jest w niej struktura tkanek roślinnych.

Próchnicą torfową nazywamy taką próchnicę, która składa się z części roślinnych w znacznym stopniu rozłożonych, ale posiadających zachowaną jeszcze pierwotną strukturę swych tkanek.

Zarówno próchnica bezpostaciowa właściwa jak i próchnica torfowa mogą być wysycone różnymi kationami.

Próchnicę, która wysycona jest w dużym stopniu kationami wodorowymi (H^+) i glinowymi (Al^{+++}), nazywamy nienasyconą, kwaśną. Próchnicę wysyconą kationami o charakterze zasadowym nazywamy nasyconą.

Próchnica bezpostaciowa nasycona kationami Ca^{++} , Mg^{++} nazywana jest próchnicą „słodką”, natomiast próchnica wysycona jonami Na^+ nosi nazwę „słonej”.

Stopień nasycenia próchnicy takimi czy innymi kationami ma decydujący wpływ na właściwości próchnicy, a w szczególności na jej stan dyspersji, zdolności peptyzacji i zdolności do trwałego zlepiania gruzełków glebowych.

Każdy typ gleby (bielicowy, czarnoziemny, czarnych ziem, rędzinowy, torfowy i inny) ma swoją próchnicę mało podobną lub nie podobną do próchnicy innego typu.

Próchnica bielicowa występuje w glebach bielicowych, ma barwę szara i wykazuje odczyn kwaśny. W próchnicy tej, ilość fulwokwasów znacznie przewyższa ilość kwasów huminowych. Gromadzenie się próchnicy w glebach bielicowych jest wynikiem:

- a) wiązania fulwokwasów przez wodorotlenki żelaza i glinu;
- b) tworzenie się kompleksowych związków kwasów huminowych i fulwowych.

Próchnica czarnoziemna ma barwę ciemną, jest wysycona kationami wapnia i magnezu i trudno rozpuszczalna w wodzie. Próchnica czarnoziemna decyduje o trwałości agregatów strukturalnych i zawiera duże ilości kwasów huminowych. Próchnica czarnoziemna występuje w czarnoziemach i rędzinach.

Próchnica czarnych ziem własnościami jest zbliżona do próchnicy czarnoziemnej.

Próchnica słońców jest zasobna w wymienny sól i stąd w wodzie dysperguje

Zasobność w próchnicę różnych gleb

Największy niedobór próchnicy wykazują gleby o słabo wykształconym profilu glebowym, a średnio związłym składzie mechanicznym. Należą tu głównie gleby rozmywanych zboczy a więc podlegające procesom erozyjnym. Częste spływy powierzchniowe wód opadowych niszczą poziom próchniczny, i w ten sposób zubożają glebę w próchnicę. Zapasy próchnicy w niektórych typach gleb Polski (w t/ha) przedstawiono poniżej.

Czarnoziemy - należą do najzasobniejszych w próchnicę (1,8-4%). Średnia zawartość próchnicy w czarnoziemach polskich wynosi około 200 ton na hektar, Daje to około 10 ton azotu.

Czarne ziemie, należą również do gleb zasobnych w próchnicę i zawierają najczęściej 200-250 t/ha (niekiedy nawet do 400 t/ha). Mniejsze ilości próchnicy stwierdza się w czarnych ziemiach lekkich.

Mady jako osady dolin rzecznych zawierają niekiedy bardzo duże ilości substancji organicznej o różnym stopniu humifikacji. Minimalne zawartości próchnicy wynoszą od 40 ton w glebach piaskowych do 80 ton w glebach ilastych. Maksymalne zawartości są niemal identyczne jak w czarnych ziemiach (350 t/ha).

Rędziny kumulują dużo więcej próchnicy niż wynikałoby to z ich wilgotności. Znaczenie podstawowe ma tu więc korzystny skład mineralny zwietrzliny wapiennej. Ilość próchnicy wynosi średnio dla rędzin kredowych około 160 ton i blisko 140 ton dla jurajskich.

Gleby brunatne właściwe i wylugowane zawierają od 30 do 120 ton próchnicy na ha. Gleby piaszkowe zawierają przeciętnie 55-60 ton, gliniaste lekkie i średnie 70 ton, a gliniaste i ilaste ciężkie około 85 ton próchnicy na 1 ha. Podobnie kształtuje się zawartość próchnicy w glebach brunatnych kwaśnych.

Gleby pseudobielicowe gliniaste i pyłowe zawierają około 60-65 ton, a wytworzone z piasków naglinowych poniżej 60 t próchnicy na 1 ha.

Procentową zawartość próchnicy w poziomach akumulacyjnych ważniejszych gleb Polski przedstawia tabela 41.

Tab. 41. Zawartość próchnicy w poziomach akumulacyjnych ważniejszych gleb Polski (wg R. Turskiego i in.)

Klasa genetyczna	Typ, rodzaj, gatunek	Zawartość próchnicy w procentach
Gleby wapniowcowe	rędziny kredowe	$\frac{3,4^*}{2,1-6,3^{**}}$
	rędziny jurajskie	$\frac{4,4}{1,5-7,0}$
Gleby czarnoziemne	czarnoziemy	$\frac{2,8}{1,8-4,0}$
Gleby brunatnoziemne	brunatne wytworzone z piasków	$\frac{1,5}{0,9-2,2}$
	brunatne wytworzone z gliny lekkiej i średniej	$\frac{1,8}{1,1-3,0}$
	brunatne wytworzone z gliny ciężkiej	$\frac{2,5}{1,6-3,7}$
	brunatne wytworzone z utworów pyłowych	$\frac{1,7}{1,3-1,9}$
	brunatne wytworzone z lessów i utworów (glinek) lessowatych	$\frac{1,9}{1,4-2,6}$
	płowe wytworzone z utworów pyłowych	$\frac{1,9}{1,4-2,4}$
	płowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych	$\frac{1,8}{1,0-2,5}$
	płowe wytworzone z gliny lekkiej	$\frac{1,6}{1,0-2,6}$
Gleby bielicoziemne	bielcowe wytworzone z piasków	$\frac{1,5}{1,1-2,0}$
Gleby zabagniane	opadowo i gruntowo-glejowe wytworzone z glin	$\frac{1,6-4,4^{***}}$
	opadowo-glejowe wytworzone z pyłów	$\frac{1,6}{1,2-2,1}$
Gleby pobagienne	czarne ziemie wytworzone z piasków	$\frac{1,8}{1,2-2,1}$
	czarne ziemie wytworzone z glin lekkich i średnich	$\frac{2,6}{1,2-5,7}$
	czarne ziemie wytworzone z glin ciężkich i ilów	$\frac{4,9}{2,5-5,6}$
Gleby napływowe	mady rzeczne i deluwialne wytworzone z piasków	$\frac{2,9}{1,5-5,2}$
	mady rzeczne i deluwialne wytworzone z pyłów	$\frac{3,5}{1,7-5,8}$
	mady rzeczne i deluwialne wytworzone z ilów	$\frac{4,2}{2,4-6,8}$

*średnia zawartość próchnicy w danej jednostce systematycznej

**granice zmienności zawartości próchnicy w danej jednostce systematycznej

***dla gleb Pomorza, uzupełnione przez autorów.

Właściwości próchnicy

Próchnica jest substancją koloidalną, ale w przeciwieństwie do koloidów mineralnych jest amorficzna, tzn. nie wykazuje budowy krystalicznej. Jej powierzchnia właściwa i pojemność sorpcyjna są o wiele większe niż któregośkolwiek minerału ilowego.

Pojemność wymienna próchnicy gleb mineralnych waha się w granicach od 150-300 milirównoważników na 100 g (cmol/kg).

Mała plastyczność i przyczepność próchnicy ma duże znaczenie praktyczne. Jej obecność w drobnoziarnistych glebach polepsza ich właściwości strukturalne wywołane dużą zawartością minerałów ilowych, zwiększa bowiem zgrużlenie takich gleb. Równocześnie ulegają poprawie właściwości wodno-powietrzne.

Próchnica działa regulująco na odczyn gleb. Wpływ substancji organicznej (a w tym i próchnicy) na właściwości gleby można ująć w zarysie w następujący sposób.

1. Oddziałuje na barwę gleby;
2. Wpływa na fizyczne właściwości gleby:
 - a) polepsza zgrużlenie;
 - b) zmniejsza przyczepność i lepkość;
 - c) zwiększa ogólną pojemność wodną;
3. Wpływa na zdolności sorpcyjne gleby:
 - a) zwiększa 2-30 razy pojemność sorpcyjną w stosunku do koloidów mineralnych;
 - b) warunkuje 30 do 90% pojemności sorpcyjnej gleb mineralnych;
4. Dostarcza składników pokarmowych i przyczynia się do ich uruchamiania dzięki:
 - a) zawartości łatwo wymiennych kationów;
 - b) wiązaniu N, P, S w formie związków organicznych;
 - c) uwalnianiu składników pokarmowych z minerałów dzięki zawartości kwasów humusowych.

17. Próchnica a żyzność gleb

Niemal wszystkie gleby zasobne w wysokowartościową próchnicę, znajdujące się w odpowiednich warunkach wilgotnościowych, należą do najurodzajniejszych gleb.

Zagadnienie żyzności gleb wiąże się z próchnicą, ponieważ zmagazynowane są w niej poważne ilości N, P, S, Ca, Mg, K, które przy jej powolnej mineralizacji przechodzą w związki przyswajalne dla roślin. Utrzymywanie w glebach dużej ilości wysokowartościowej próchnicy jest ważnym czynnikiem regulującym w nich własności biologiczne, fizyczne, sorpcyjne oraz obieg składników mineralnych.

Kwasy humusowe próchnicy wobec dostatecznej ilości kationów Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{+++} , Fe^{+++} lub minerałów ilastych są materiałem klejącym. Tak więc próchnica decyduje o trwałości gruzełków glebowych, a więc o dobrej strukturze gleb.

Próchnica odgrywa pośrednią rolę jeżeli chodzi o zaopatrywanie roślin w CO_2 , wydziela się on podczas mineralizacji substancji organicznej.

W glebach, próchnica przeciwdziała uwstecznianiu się wymiennych jonów potasowych.

Związki próchniczne pobudzają system korzeniowy roślin do intensywniejszego rozwoju dzięki czemu rośliny mogą lepiej zużytkować zawarte w glebie składniki pokarmowe. Próchnica nadaje glebie lekkiej spójność a glebom związłym kruchość i pulchność.

Bez próchnicy w glebach nie mogłyby normalnie rozwijać się pożyteczne mikroorganizmy.

Ciemna barwa próchnicy przyczynia się do intensywnego pochłaniania promieni słonecznych, a więc zwiększa zdolność gleb do nagrzewania się.

B. Czynniki biotyczne gleby

W glebie żyje olbrzymia liczba drobnoustrojów i większych organizmów, których działalność ma wyjątkowo duże znaczenie ekologiczne dla roślin wyższych zakorzeniających się w glebie. Szczególnie duże znaczenie mają drobnoustroje bezchlorofilowe gleby, w pierwszym rzędzie bakterie, grzyby, promieniowce, a dalej różne pierwotniaki. Rozkładając związki organiczne i nieorganiczne gleby, udostępniają je dla roślin zielonych. Bez nich nie do pomyślenia jest żyzność gleby i procesy glebotwórcze.

W glebie znajduje się olbrzymia ilość i różnorodność drobnoustrojów bezchlorofilowych. W każdym gramie gleby liczy się je na wiele setek tysięcy, milionów a nawet miliardów. Szczególnie dużo jest ich w glebach pól, ogrodów, sadów i w innych glebach znajdujących się w uprawie.

Wapnowanie gleb kwaśnych i nawożenie zwiększa ilość drobnoustrojów w glebie oraz wzmacnia ich działalność. W glebach o odczynie obojętnym jest dużo bakterii a mniej grzybów, natomiast w glebach kwaśnych ilość bakterii maleje, a grzybów jest więcej niż w glebach obojętnych.

W przekroju pionowym gleby drobnoustroje rozłożone są nierównomiernie. W glebach typu bieliec (leśnych) jest ich szczególnie mało w poziomie zbielicowanym wymywania A_2 (Ees*). W glebach polnych warstwa orna jest bogatsza w drobnoustroje niż warstwy głębsze. Ilość drobnoustrojów zmniejsza się w miarę zagłębiania się, ale znajdowano je na głębokości 10 m. i głębiej. Ilość drobnoustrojów zmienia się w przekroju glebowym w związku z fizyko-chemicznymi właściwościami poszczególnych poziomów genetycznych gleby a także w związku z sezonowym wahaniami ciepła, wilgotności, przewodności gleby i ze zmianami szaty roślinnej.

W zależności od składu fizyko-chemicznego gleby i od szaty roślinnej same drobnoustroje wywierają silny wpływ na procesy glebowe i życie roślin wyższych.

Pod wpływem specjalnych bakterii następuje rozkład minerałów glebowych. Np. bakterie krzemowe powodują rozkład glinokrzemianów, wydzielają z nich potas, który w ten sposób staje się dostępny dla roślin. Inne bakterie utleniają związki żelaza szkodliwe dla roślin wyższych, bakterie nityfikacyjne zamieniają sole amonowe w azotyny i azotany (*Nitrosomas* i inne, *Nitrobacter*).

Istnieją bakterie utleniające i unieszkodliwiające siarkowodór, metan i inne gazy w glebie. Samożywne bakterie są pionierami kształtowania się gleby na surowych skałach.

Rozkład resztek organicznych w glebie jest także procesem bakteryjnym. Specjalne bakterie rozkładają błonnik, związki pektynowe, białka, tłuszcze itd.

Bakterie brodawkowe przyswajają wolny azot (*Azotobacter*, *Clostridium*).

Grzyby znajdujące się w glebie mają często nie mniejsze znaczenie dla procesu glebotwórczego niż bakterie. Strzępki grzybów w ściółce leśnej są jednym z głównych czynników jej rozkładu. Oprócz grzybni grzybów wyższych znajduje się w glebie mnóstwo pleśniaków i drożdży. Wszystkie one żyją rozkładając resztki organiczne.

Oprócz organizmów bezchlorofilowych znajdujemy w glebie znaczne ilości drobnych glonów: sinice, okrzemki, zielenice. Niektóre sinice przyswajają wolny azot z powietrza. Są one łącznie z bakteriami pionierami życia na nagich skałach i przyczyniają się do ich nagrzewania.

* wg Systematyki gleb Polski, 1989.

niają się tam, jak również i w glebie do nagromadzania związków organicznych. Służą przez nie wydzielany cementuje luźne cząstki gleby.

C. Oznaczanie chemicznych właściwości gleby

Oznaczanie kwasowości czynnej i wymiennej (pH)

- a) potencjometryczne,
- b) kolorymetryczne,
- a) **potencjometrycznie** (elektrometrycznie).

Metoda elektrometryczna pomiaru pH polega na zmierzeniu potencjału elektrody zanurzonej do roztworu lub zawiesiny glebowej. Potencjał ten zależy od stężenia jonów wodorowych w glebie i jego wartość rośnie ze wzrostem koncentracji jonów H^+ . Chcąc określić wielkość potencjału takiej elektrody zwanej elektrodą pomiarową, dobieramy drugą elektrodę o znanym potencjale tzw. elektrodę porównawczą. Powstaje w ten sposób ogniwo stężeniowe. Różnica potencjału tego ogniwa czyli siła elektromotoryczna będzie uzależniona od ilości jonów wodorowych w glebie. Najczęściej stosowaną elektrodą pomiarową jest elektroda szklana, a porównawczą elektroda kalomelowa. Elektrody podłączone są do przyrządu pomiarowego zwanego pH-metrem, wyskalowanego w jednostkach pH i mV.

Przygotowanie próbek glebowych do pomiaru pH

Według PTGleb. pomiarów pH dokonujemy przy zachowaniu stosunku gleby do wody lub 1 M KCl jak 1:2,5. Nie dotyczy to gleb organicznych.

Odważyć po 5 g gleby do szklanych naczynek i zalać 12,5 ml H_2O dest. Dla pomiaru kwasowości czynnej lub 12,5 ml 1 M KCl dla oznaczenia kwasowości wymiennej. Pomiaru pH w tak przygotowanych próbkach należy dokonać na drugi dzień.



Ryc. 37. Pomiar odczynu gleby przy użyciu pH-metru polowego; A - płytka porcelanowa z zagłębieniami i barwną skalą pH, B - wskaźnik glebowy do pH, C - łyżeczka do pobierania próbek gleby

b) **kolorymetrycznie** (metoda połowa Hellige'a)

Metody kolorymetryczne oparte są na zmianie barwy indykatorów jaka zachodzi w momencie zetknięcia się wskaźnika (indykatora) z jonami wodorowymi znajdującymi się w glebie. Zmiana barwy następuje dlatego, że niezdisocjowane drobiny indykatora mają inną barwę niż po dysocjacji.

Przebieg oznaczenia pH

W zagłębieniu płytki porcelanowej umieszczamy niewielką ilość gleby i zalewamy wskaźnikiem tak aby przykryć całą próbkę glebową. Po upływie 1-2 minut poruszając płytką mieszamy roztwór glebowy znajdujący się w zagłębieniu, a następnie klarowny roztwór z nad gleby przelewamy do rowka umieszczonego między barwną skalą. Porównując barwę skali na płytce z barwą roztworu odczytujemy wielkość pH z dokładnością do 0,5 jednostki.

Oznaczanie kwasowości hydrolitycznej wg Kappena

Odwaga się 40 g powietrznie suchej i przesianej przez sito o oczkach 1 mm gleby, wysypuje do kolby o pojemności 250 ml i zalewa 100 ml 1 M roztworu octanu sodu lub wapnia (przy stosowaniu octanu sodu otrzymuje się bardziej klarowne przesącze).

Kolbę wstrząsa się w mieszadle przez 1 godz., a następnie przesącza zawartość (początkowo mętny przesącz przelewa się z powrotem na lejek). Z klarownego przesącza odmierza się 50 ml i miareczkuje wobec fenoloftaleniny 0,1 M NaOH do słabo różowego zabarwienia. Kwasowość hydrolityczną wyraża się ilościowo w milirównoważnikach H^+ na 100 g gleby (cmol/kg g). Po pomnożeniu ilości mililitrów 0,1 M NaOH przez poprawkę na miano, otrzymaną wielkość należy podzielić przez 10, daje to ilość milirównoważników H^+ (milimoli H^+) w objętości zmiareczkowanego roztworu. Ponieważ 50 ml przesącza odpowiada 20 g gleby, to w celu przeliczenia wyniku na 100 g gleby otrzymaną liczbę mnoży się przez 5.

Jednorazowe traktowanie gleby octanem sodu lub wapnia nie spowoduje wyparcia wszystkich jonów wodorowych z kompleksu sorpcyjnego do roztworu. Aby uniknąć kilkakrotnego i uciążliwego wytrząsania gleby ustalono dla celów praktycznych empirycznie, że wynik obliczeń mnoży się przez 1,75 i w ten sposób otrzymuje się wartość całkowitej kwasowości hydrolitycznej w 100 g gleby. Wyliczenie wielkości kwasowości hydrolitycznej dokonujemy według wzoru:

$$H = \frac{a \cdot T \cdot 5 \cdot 1,75}{10}$$

gdzie:

H - kwasowość hydrolityczna w milirównoważnikach H^+ na 100 g gleby (cmol/kg g),

a - ilość ml 0,1 M ługu NaOH,

T - poprawka na miano ługu.

Obliczanie dawki wapna

Kwasowość hydrolityczną wykazują prawie wszystkie gleby Polski, nie wyłączając nawet słabo alkalicznych rędzin.

Oznaczenie całkowitej kwasowości hydrolitycznej pozwala na obliczenie dawek wapnia, jakie należy stosować przy nawożeniu gleb zbyt kwaśnych.

Obliczanie dawki wapna, dla odkwaszenia gleby, na podstawie kwasowości hydrolitycznej przeprowadza się następująco:

1 milirównoważnik* H^+ będzie zrównoważony przez 1 milirównoważnik $CaCO_3$
 X milirównoważników H^+ (wielkość kw. hydrolit.) zrównoważy - a mg $CaCO_3$
 dlatego, że reakcje chemiczne zachodzą w ilościach równoważnikowych.

Obliczanie milirównoważników węglanu wapnia
 masa cząsteczkowa:

$$\begin{array}{rcl} Ca & - & 40 \\ C & - & 12 \\ O_3 & - & 48 \\ \hline & 100 & \end{array} \quad 100 : 2 = 50 \text{ mg } CaCO_3$$

stąd:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ milirównoważnik } H^+ & \text{—} & 50 \text{ mg } CaCO_3 \\ X \text{ milirównoważników } H^+ & \text{—} & a \text{ mg } CaCO_3 \\ \hline a = \frac{X \text{ milirównoważników } H^+ \cdot 50 \text{ mg } CaCO_3}{1} \end{array}$$

Oznaczenie wielkości kwasowości hydrolitycznej dokonano dla 100 g gleby (0,1 kg).

Warstwa orna gleb mineralnych o miąższości 20 cm na obszarze 1 ha waży w przybliżeniu ok. 3000000 kg ponieważ przyjmuje się, że ciężar objętościowy gleby w warstwie ornej wynosi śr. 1,5 g/cm³

na 0,1 kg gleby należy zastosować a mg $CaCO_3$
 3000000 kg gleby trzeba będzie b mg $CaCO_3$

$$b \text{ mg } CaCO_3 = \frac{3000000 \cdot a \text{ mg } CaCO_3}{0,1}$$

następnie wynik w mg $CaCO_3$ należy zamienić na q lub tony i wyrazić dawkę wapna w t/ha. Podobne obliczenia można przeprowadzić przy stosowaniu CaO i $Ca(OH)_2$

Oznaczanie sumy zasad wymiennych metodą Kappena

Jedną z najprostszych i najszybszych, choć mniej dokładną, jest metoda Kappena. Polega ona na wyparciu kationów zasadowych z gleby wodorem 0,1 M kwasu solnego oraz oznaczeniu w przesączu pozostałego po reakcji kwasu. Różnica pomiędzy początkową ilością HCl a pozostałą, daje ilość HCl zużytą na wyparcie kationów. Metoda Kappena jest metodą orientacyjną i jest odpowiednia tylko dla gleb bezwęglanowych.

Wykonanie analizy

20 g gleby powietrznie suchej, roztartej i przesianej przez sito o oczkach 1 mm wysypuje się do kolby Stohmana i zalewa 100 ml 0,1 M HCl . Kolbę z zawartością wstrząsa się przez 1 godz. Po ukończeniu wstrząsania kolbę pozostawia się na 1 dobę w spokoju po czym miesza zawartość kolby i sączy. Z klarownego przesączu odmierza się pipetą 50 ml do erlenmayerki, a następnie dodaje 2-3 krople fenoloftaleiny i ogrzewa się na siatce azbestowej do wrzenia; gotuje się 3-5 min i na gorąco miareczkuje 0,1 M $NaOH$ do słabo różowego zabarwienia. Jeżeli przy miareczkowaniu wystąpi zmętnienie z powodu wytrącenia się wodorotlenku żelaza i glinu, należy poczekać aż osad opadnie, następnie dodawać kroplami ług, aż klarowna ciecz nad nim wykaże właściwe zabarwienie. Z ilości zużytego 0,1 M $NaOH$ oblicza się ilość 0,1 M HCl zużytego na zobojętnienie zasad wymiennych w badanej ilości gramów gleby i przelicza ją na 100 g gleby.

*obecnie milimol.

Sumę zasad wymiennych S można wyrazić w milirównoważnikach na 100 g gleby (cmol/kg g.):

$$S = \frac{(50 \text{ ml } 0,1 \text{ M HCl} \cdot T_1) - a \text{ ml } 0,1 \text{ M NaOH} \cdot T_2}{10} \cdot 10$$

gdzie:

T_1 - poprawka na miano HCl,

T_2 - poprawka na miano NaOH.

Liczbę 10 w liczniku wprowadza się, by przeliczyć wyniki miareczkowania na 100 g gleby (w 50 ml jest 10 g gleby). Dzieli się przez 10, gdyż trzeba przejść z 0,1 M HCl na 1 M. Ilość zasad wymiennych można wyrażać także w gramach CaO; w tym celu wyniki podane w milirównoważnikach należy pomnożyć przez równoważnik CaO=28 i podzielić przez 1000.

Obliczanie stopnia nasycenia gleb zasadami

Obecność zasorbowanych jonów wodorowych w kompleksie sorpcyjnym gleby powoduje tzw. stan nienasycenia gleb. Pojęcie to zostało wprowadzone przez K. Giedrojca i oznacza, że pewna część kompleksu sorpcyjnego gleby nie jest wysyciona zasadami (Ca, Mg, K, NH_4), lecz jonami wodoru. Im część ta jest większa tym gleba jest kwaśniejsza.

Jeśli za miarę zdolności sorpcyjnej gleby (T) przyjąć ogólną ilość kationów, którą jest zdolna zasorbować, to:

$$T = S + H$$

przyjmując za S sumę zasorbowanych zasad i za H kwasowość gleby (hydrolityczną) w milirównoważnikach na 100 g gleby. Aby stan nasycenia gleby wyrazić w liczbach względnych (%), trzeba zastosować wzór:

$$\frac{S}{T} \cdot 100 = V\%$$

Wskaźnikiem tym można posługiwać się przy porównywaniu różnych typów gleb oraz przy wyciąganiu wniosków co do tak ważnych zabiegów jak wapnowanie i fosforytowanie.

Praktyczne wykorzystanie wielkości V (%)

Aby dać odpowiedź na to, czy glebę należy lub też nie należy wapnować, trzeba oprócz absolutnej wielkości kwasowości hydrolitycznej znać jeszcze jej udział (tj. jonów wodorowych) w kompleksie sorpcyjnym gleby.

Wyjaśni to następujący przykład. Przypuśćmy, że analizy 3 prób gleby przedstawionych w tabeli dały następujące wyniki:

Gleby	Suma zasad wymiennych	Kwasowość hydrolityczna	Stopień nasycenia gleb zasadami
Nr 1	30	5	85,7
Nr 2	10	4	71,4
Nr 3	6	3	66,6

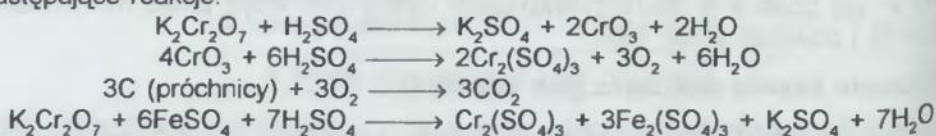
Opierając się tylko na absolutnych wskaźnikach wielkości kwasowości hydrolitycznej bardzo łatwo dojść do błędnego wniosku, a mianowicie, że gleba nr 1, o największej kwasowości hydrolitycznej, najbardziej wymaga wapnowania.

W rzeczywistości jednak gleba nr 3, chociaż ma nieznaczną kwasowość hydrolytyczną w liczbach absolutnych, powinna być zaliczona do gleb, które bardziej wymagają wapnowania, ponieważ kwasowość zajmuje stosunkowo największą część jej kompleksu sorpcyjnego w porównaniu z dwiema poprzednimi glebami.

Przyjmuje się, że gleby lekkie wymagają wapnowania przy V mniejszym od 40%, a gleby ciężkie przy V mniejszym od 70%.

Oznaczanie zawartości węgla organicznego metodą Tiurina

Metoda Tiurina polega na utlenianiu próchnicy kwasem chromowym w obecności HgSO_4 jako katalizatora. Nadmiar kwasu chromowego redukuje się solą Mohra $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\cdot\text{FeSO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ w obecności ortofenantroliny jako indykatora. Zachodzą tu następujące reakcje:



Wykonanie analizy:

W zależności od przypuszczalnej zawartości próchnicy odważa się 0,1-0,5 g gleby przesianej przez sito o $\varnothing$ 0,25 mm. Naważkę umieszcza się w erlenmayerce o pojemności 100 ml i dodaje 10 ml 0,067 M = 0,4 M wg Tiurina roztworu dwuchromianu potasu w kwasie siarkowym (1:1) oraz około 0,2 g HgSO_4 . Następnie erlenmayerkę zakrywamy małym lejkiem, który spełnia rolę chłodnicy zwrotnej i podgrzewamy do słabego wrzenia (pojedyncze banieczki) przez 5 minut. Następnie zawartość erlenmayerki ochładzamy, a lejek opłukujemy wodą destylowaną. Dodajemy 4 ml stężonego H_2SO_4 , studzimy i po dodaniu 5 kropli ortofenantroliny (indykator) przystępujemy do miareczkowania. Roztwór w erlenmayerce miareczkujemy 0,2 M roztworem soli Mohra. Barwa podczas miareczkowania zmienia się - początkowo z pomarańczowej poprzez zieloną do ciemnoczerwonej. Dlatego też miareczkowanie należy przeprowadzić bardzo ostrożnie, a roztwór przez cały czas miareczkowania należy silnie mieszać.

Wzór na obliczanie węgla organicznego i próchnicy

$$\% \text{ C (węglu organicznego) } = \frac{(a-b)M \cdot 0,003 \cdot 100}{g}$$

$$\% \text{ próchnicy } = \% \text{ C} \cdot 1,724$$

gdzie:

- a - ilość ml soli Mohra zużyta na zmiareczkowanie próby zerowej;
- b - ilość ml soli Mohra zużyta na zmiareczkowanie badanej naważki gleby;
- M - molarność roztworu soli Mohra;
- 0,003 - milirównoważnik węgla wynikający z ciężaru atomowego węgla (12) podzielonego przez wartościowość = 3 g w 1000 ml, to 1 ml odpowiada 0,003;
- 100 - przeliczenie na procent;
- g - naważka gleby pobranej do analizy (w gramach);
- 1,724 - współczynnik przeliczeniowy z ilości węgla organicznego na ilość próchnicy przy założeniu, że w próchnicy znajduje się 58% węgla stąd $\frac{100}{58} = 1,724$

Metoda ta daje nieco zawyżone wyniki dla glebowych poziomów gleb podmokłych (utlenianie się Fe^{+2} do Fe^{+3}). W przypadku gleb zasolonych należy zamiast HgSO_4 dodawać 0,1 g Ag_2SO_4 . Temperatura wrzenia nie może przekraczać 180°C .

Przygotowanie odczynników:

- 0,4 M roztwór $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 40 g sproszkowanego $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ rozpuszcza się w 1 litrze wody destylowanej, następnie do tego dodajemy 1 l stężonego H_2SO_4 . Miano ustalamy miareczkując 0,2 M solą Mohra;
- 0,2 M sól Mohra - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (siarczan żelazowo-amonowy). 160 g soli Mohra rozpuszcza się w 2 litrach wody zawierającej 40 ml stężonego H_2SO_4 . Roztwór należy chronić od dostępu powietrza, aby zapobiec zmianie miana. Miano soli Mohra ustala się za pomocą 0,02 M KMnO_4 (=0,1 M wg Tiurina);
- ortofenantrolina. Przy jej sporządzaniu należy rozpuścić 1,485 g soli ortofenantroliny + 0,695 g FeSO_4 w 100 ml wody destylowanej;
- próba zerowa. Do elenmayérki o pojemności 100 ml wazymy też 0,2 g piasku wyprażonego (pozbawionego substancji organicznej) i następnie postępujemy podobnie jak z nawązką gleby.

Zagadnienia i pytania sprawdzające

- Jakie wyróżniamy rodzaje kwasowości?
- Wyjaśnić pojęcie „buforowość gleby”.
- Czy wybór nawozu wapniowego jest uzależniony od składu mechanicznego gleby?
- Wymień podstawowe właściwości próchnicy.
- Jak dużo próchnicy zawierają podstawowe typy gleb Polski?
- Od czego uzależniona jest wielkość pojemności sorpcyjnej gleby?
- Na czym polega sorpcja wymienna?
- O czym informują rolnika wartości stopnia wysycenia gleb zasadami?
- Jakie mikroorganizmy żyją w glebie? Jakie są ich wymagania względem pH gleby?
- Z czego czerpią energię potrzebną im w procesach życiowych?

ZJAZD VIII

Temat: Wprowadzenie do gleboznawstwa terenowego

Zakres tematyki ćwiczeń

Przygotowanie do zajęć terenowych. Wprowadzenie do kartografii gleboznawczej

1. Opis profilu glebowego
2. Systematyka gleb
3. Organoleptyczne (w palcach) oznaczanie składu mechanicznego (przypomnienie wiadomości ze składu mechanicznego)
4. Ogólne wprowadzenie do pojęć: wartość i przydatność rolnicza gleb

Uwaga! Zajęcia praktyczne przeprowadzane będą na monolitach glebowych.

Na VIII zjeździe dydaktycznym w czasie ćwiczeń należy wykonać szczegółowy opis profilu glebowego, ustalić jednostki systematyki gleby, wartość rolniczą (klasę bonitacyjną), przydatność rolniczą (kompleks przydatności rolniczej). Podczas ćwiczeń wymagana będzie umiejętność wykorzystania poznanej dotychczas wiedzy gleboznawczej i stosowanej terminologii.

Tematy do opracowania

1. Kryteria ustalania jednostek Systematyki gleb Polski - wydanie czwarte, 1989 (Dział, rząd, typ, podtyp, rodzaj, gatunek gleby)
2. Charakterystyka typologiczna gleb wybranych działów i rządów*:

Dział	Rząd
II. Gleby autogeniczne	IIA. Gleby czarnoziemne IIB. Gleby brunatnoziemne IIC. Gleby bielicoziemne
III. Gleby semihydrogeniczne	IIIB. Czarne ziemie IIIC. Gleby zabagniane
IV. Gleby hydrogeniczne	IVB. Gleby pobagienne
V. Gleby napływowe	VA. Gleby aluwialne VA. Gleby deluwialne

3. Wartość i przydatność rolnicza gleb Polski (klasy bonitacyjne, charakterystyka kompleksów przydatności rolniczej gleb).

Znajomość powyżej podanych zagadnień jest podstawą prawidłowego opisu profilu glebowego a ponadto koniecznym warunkiem do samodzielnego i prawidłowego wykonania pracy kontrolnej.

*w niniejszym skrypcie zagadnienia te ujmują ryciny 41-51.

1. Jednostki systematyczne gleb

Systematykę gleb Polski opracowuje V Komisja Genezy, Klasyfikacji i Kartografii Gleb Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego. Ostatnio obowiązująca do 1989 roku systematyka jest już nieaktualna. Ku pamięci warto odnotować, że w oparciu o kryteria genetyczne i z uwzględnieniem właściwości fizycznych, fizykochemicznych i biologicznych gleb, a także środowiska geograficznego, wyodrębniała ona 5 zasadniczych jednostek systematycznych: klasę, typ, podtyp, rodzaj, gatunek.

Czwarte wydanie **Systematyki gleb Polski, 1989**, oparte jest również o kryteria przyrodnicze. Wyodrębnione w tym wydaniu Systematyki jednostki różnią się od poprzednich. Wszystkie gleby podzielono na **działy**, w których wyróżniono rzędy, typy i podtypy, w zależności od przebiegu procesów glebotwórczych. Dalszymi jednostkami hierarchicznymi są: rodzaj i gatunek gleby. Trzy ostatnie jednostki: podtyp, rodzaj, gatunek gleby w swoim znaczeniu są identyczne z jednostkami starej Systematyki (1974), inne jednostki otrzymały nowe określenia.

Dział. Dział jest nadrzędną jednostką systematyki. Obejmuje on gleby wytworzone albo pod przeważającym wpływem jednego z czynników glebotwórczych (gleby litogeniczne, semihydrogeniczne, hydrogeniczne i antropogeniczne), albo pod wpływem wszystkich czynników bez wyraźnej przewagi jednego z nich (gleby autogeniczne).

W ramach poszczególnych działów wyróżnia się rzędy gleb.

Rząd. Rząd obejmuje gleby o podobnym kierunku rozwoju. Poszczególne rzędy mogą obejmować gleby różniące się morfologicznie, ale zbliżone do siebie pod względem ekologicznym.

Typ gleby. Typ obejmuje gleby o takim samym układzie głównych poziomów genetycznych, zbliżonych właściwościach chemicznych i fizykochemicznych, jednakowym rodzaju wietrzenia, przemieszczania się i osadzania składników, o podobnym typie próchnicy. W warunkach naturalnych lub zbliżonych do naturalnych każdemu typowi gleby odpowiada określone zbiorowisko roślinne. W naturalnym rozwoju gleby typ stanowi względnie trwałą fazę jej ewolucji, pozostającą w równowadze z aktualnym zbiorowiskiem roślinnym. Typ gleby jest podstawową jednostką systematyki gleb.

Podtyp gleby. Podtyp gleby wyróżnia się wówczas, gdy na cechy głównego procesu glebotwórczego nakładają się dodatkowo cechy innego procesu glebotwórczego, modyfikujące właściwości biologiczne, fizyczne, chemiczne i związane z nimi cechy morfologiczne profilu glebowego.

Rodzaj gleby. Rodzaj gleby określany jest na podstawie genezy i właściwości skały macierzystej, z której wytworzyła się gleba.

Gatunek gleby. Gatunek gleby określa uziarnienie utworu glebowego całego profilu. Uziarnienie gleby określa się na podstawie podziału przyjętego przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze.

2. Opis profilu glebowego na glebach ornych

Przy opisie profilu glebowego pomocnym jest wzór opisu (załącznik 1) stosowany w kartografii gleboznawczej, który uwzględnia kilka informacji o środowisku przyrodniczym oraz szereg cech i właściwości gleby. Omówimy je kolejno.

Rzeźba terenu w obszarach pozagórskich powinna być opisana zgodnie z opracowaniem IUNG - tab. 42. Teren o deniwelacjach 0-2 m należy ocenić jako najkorzystniejszy dla rozwoju rolnictwa.

Tab. 42. Morfotypy krajobrazu wyróżnione na podstawie wahań wysokości względnych i przeważających spadków wg M. Strzemskiego

Morfogrupy regionów fizyczno geograficznych	Lp morfotypów	Morfotypy krajobrazu Rzeźba:	Wahania wysokości względnych na odcinku w linii prostej 750 m	Przeważające spadki w stopniach
A. Grupa nizinno-wyzynna	I	1. płaskorówninna	do 3 (5) m	do 1(2)°
	II	2. niskofalista	3(5)-7(10) m	do 3(4)°
		3. niskopagórkowata		
	III	4. falista	7(10)-20(25) m	do 5(6)°
		5. pagórkowata		
	IV	6. wysokofalista	20(25)-40(50) m	do 8(10)°
		7. wysokopagórkowata		
	V	8. wzgórzowa	40(50)-75(100) m	do 15(20)°

Uwagi: 1) W zakresie rzeźby płaskorówninnej podajemy liczby bez nawiasów, charakteryzujące równiny płaskie typowe oraz liczby w nawiasach, odnoszące się do równin płaskich poprzecinanych przez głębokie rynny przepływowe.

2) Liczby bez nawiasów w zakresie jednostek A/II - A/V odnoszą się do rzeźby szerokofalistej (płaskofalistej), względnie szerokopagórkowatej albo szerokowzgorzowej.

3) Liczby z zakresu jednostek A/II - A/V ujęte w nawiasy odnoszą się do rzeźby wąskofalistej (ostrofalistej), względnie otropagórkowatej albo stromopagórkowatej.

Przy deniwelacjach sięgających 2-5 m (na odcinku 100 m długości) zaznacza się erozję wodną umiarkowaną, przy deniwelacjach 5-10 metrów należy się liczyć z możliwością występowania erozji intensywnej.

W terenie stokowym podajemy przeważający rodzaj stoków (skłonów) i ich wystawę w stosunku do stron świata.

Jako kryteria rodzajowe stoków przyjmujemy następujące nachylenia:

I nachylenie do 2° - określamy jako tereny płaskie i stoki o minimalnym nachyleniu;

II nachylenie od 2° do 3° (spłaszczenia) - określamy jako stoki bardzo łagodne;

III nachylenia od 3° do 6° - określamy jako stok łagodny;

IV nachylenia od 6° do 10° - określamy jako średni stok;

V nachylenia od 10° do 20° - określamy jako silny stok;

od 10° do 15° - określamy jako średnio silny stok

VI nachylenia od 15° do 20° - określamy jako bardzo silny stok;

VII nachylenia od 20° do 30° - określamy jako bardzo silnie spadzisty stok.

Położenie odkrywki dotyczy usytuowania odkrywki w rzeźbie terenu (charakterystyka miejsca w którym wykonano odkrywkę, np. położenie grzbietowe, na zboczu, w obniżeniu, płaskie)

Zgruzlenie - patrz rozdział „Struktura gleby”.

Stan uwilgotnienia podajemy oddzielnie dla każdego poziomu genetycznego, co stanowi informację dodatkową w związku z określeniami zabarwienia gleby (barwa gleby zależy między innymi od jej uwilgotnienia).

Oglejenie podajemy oddzielnie dla każdego opisywanego poziomu genetycznego.

Oglejenie jest cechą charakterystyczną dla gleb podmokłych i okresowo podmokłych lub okresowo wilgotnych. Występuje ono w postaci zielonych, zielononiebieskich i szaroniebieskich plam, smug i poziomów, obejmujących część profilu glebowego. Wyrażenie wykształcone poziomy glejowe spotykamy na ogół w środkowej i dolnej części profilu glebowego (oglejenie oddolne - gleby stagnoglejowe, gruntowo-glejowe) w

górną część profilu glebowego (oglejenie odgórne - gleby opadowo glejowe). Woda nie wywołuje samoistnie oglejenia gleby, jej rola jest pośrednia. Polega ona głównie na:

- a) ograniczeniu cyrkulacji powietrza między gruntem a atmosferą;
- b) stworzeniu środowiska dla rozwoju mikroorganizmów (beztlenowych) i przemian chemicznych w obrębie organicznych i mineralnych składników gleby.

W przypadku gdy nadmiar wody ogranicza (zmniejsza) dopływ powietrza atmosferycznego, zostaje szybko zużyty cały zapas wolnego tlenu w glebie, a dalszy rozwój życia biologicznego prowadzi do redukcji różnych, zasobnych w tlen składników mineralnych. Tlen oddają stosunkowo łatwo związki żelaza i manganu, które w stanie utlenionym barwią glebę na kolor żółto-brunatny, brunatny, rdzawy a niekiedy także czerwony.

Proces utraty tlenu nazywamy redukcją, a składniki lub związki pozbawione tlenu określamy jako zredukowane. Oprócz żelaza i manganu redukcji podlega także szereg innych związków, do których zaliczają się między innymi: azotany, siarczany, fosforany.

Zainteresowanie nasze procesami redukcyjnymi w glebie nie jest podyktowane wyłącznie chęcią poznania samego zjawiska. Nie mniej ważny jest tu element praktyczno-rolniczy, ponieważ skutek redukcji ulegają przemianie właściwości podstawowych składników mineralnych gleby, w tym także niektórych składników pokarmowych. Na przykład utlenione związki manganu i żelaza są praktycznie nierozpuszczalne w wodzie, ale z chwilą gdy ulegną redukcji stają się bardzo łatwo rozpuszczalne. Mangan jest - jak wiemy - jednym z podstawowych składników pokarmowych, ale nadmierne jego ilości działają ujemnie na rozwój roślin.

Biorąc pod uwagę, że redukcji podlegają także azotany stwierdzić należy, że oglejenie gleby wpływa ujemnie na azotowe odżywianie się roślin. Redukcja siarczanów w glebie jest szczególnie niekorzystna dla rozwoju systemu korzeniowego roślin.

Ogólnie rzecz biorąc występowanie oglejenia w glebie jest zjawiskiem ujemnym, gdyż świadczy ono o okresowym, lub stałym niedoborze tlenu. Z drugiej zaś strony biorąc pod uwagę, że proces glejowy jest bardzo dynamiczny oraz to, że słabe jego natężenie zwiększa rozpuszczalność więc i przyswajalność niektórych składników pokarmowych, nie należy pomniejszać wartości gleby (np. bonitacji) odznaczającej się korzystną budową profilu i dobrymi właściwościami fizycznymi, a wykazującej okresowo obecność plam lub zacieków glejowych. Występowanie plam i słabych zacieków glejowych w głębszych warstwach gleby świadczy często o dość korzystnym układzie stosunków wodnych, szczególnie w tych regionach, gdzie ilość opadów atmosferycznych jest stosunkowo niska, a większość gleb wykazuje zbyt małą wilgotność.

Formy i stopnie oglejenia

Duża dynamika procesów oksydacyjno-redukcyjnych nie pozwala na ściśle określenie stopnia oglejenia gleby. Trudność polega na tym, że w różnych porach roku stopień oglejenia dowolnego poziomu w tej samej glebie może się wahać w szerokich granicach, począwszy od braku plam, a zakończywszy na niemal całkowitym oglejeniu, tworzącym poziom o dużej miąższości.

Natężenie barwy zielonej i zielononiebieskiej zależy ponadto nie tylko od stopnia zredukowania gleby, lecz także od jej odczynu. W glebach kwaśnych oglejenie nie daje tak wyraźnych efektów barwnych, a w glebach o odczynie obojętnym, lub słabo kwaśnym. Wynika stąd, że w glebach kwaśnych oglejenie jest trudniej dostrzegalne, toteż bywa ono nieuwzględniane przy ocenie wartości gleby. W takich przypadkach uciekać

się należy do innych wskaźników procesu glejowego, zresztą o wiele bardziej trwałych, jakimi są różnego rodzaju wytrącenia żelaziste i wybielenia podglejowe.

W profilu glebowym przyjęto zasadę zjawiskowego przedstawiania oglejenia, pod tym pojęciem rozumie się zobrażowanie takiej jego formy, która rysuje się na tle przekroju gleby.

Wyróżnia się następujące formy oglejenia:

Oglejenie plamiste występuje przede wszystkim w górnej części profilu glebowego, gdzie stanowi pierwszy etap oglejenia odgórnego. Jeżeli plamy glejowe stanowią odrębne elementy zaznaczające się na tle przekroju glebowego, wówczas natężenie procesów rekucyjnych jest niewielkie oraz stosunkowo krótkotrwałe. Nie obniża ono także w istotny sposób urodzajności gleby.

Oglejenie zaciekowe jest charakterystyczne dla utworów zwięzłych, których głębsze warstwy pękają okresowo wskutek przesychnania. Powstające w ten sposób szczeliny pionowe stanowią drogi, którymi woda opadowa przenika szybko do głębszych warstw profilu glebowego. W szczelinach zapełnionych okresowo wodą tworzą się odpowiednie warunki dla rozwoju procesu glejowego. Oglejenie zaciekowe, podobnie jak i plamiste nie wpływa ujemnie w istotny sposób na warunki rozwoju roślin uprawnych.

Oglejenie marmurkowe powstaje wyniku dalszego rozwoju oglejenia plamistego lub zaciekowego. W miarę wzrostu nasilenia procesu plamy i zacieki łączą się ze sobą tworząc w ten sposób system rozgałęzionych plam glejowych i poglejowych, kontrastujących z zasadniczym tłem utworu macierzystego. Oglejenie marmurkowe występuje zarówno w górnej jak i środkowej oraz w dolnej części profilu glebowego i wskazuje na okresowo wadliwy układ stosunków powietrzno-wodnych w glebie. Obniża to wartość rolniczą wielu gleb.

Oglejenie strefowe stanowi dalszy etap rozwoju oglejenia marmurkowego. Elementy glejowe dominują tu wyraźnie nad elementami tła wyjściowego. Strefa tego oglejenia zarysowuje się w profilu glebowym i nosi do pewnego stopnia cechy poziomu genetycznego. Jeżeli gleby zwięźlejsze wykazują oglejenie strefowe, to ich układ stosunków wodno-powietrznych trzeba uznać za zdecydowanie wadliwy.

Oglejenie całkowite spotyka się stosunkowo rzadko w glebach ornych. Jest ono charakterystyczne dla utworów typu bagienne, w których obejmować może nawet cały profil glebowy.

Wytrącenia żelaziste

Zredukowane związki żelaza, jako łatwo rozpuszczalne w wodzie, mogą być przemieszczane w glebie. Przemieszczanie to zachodzi w różnych kierunkach. Większość zredukowanego żelaza przenika do miejsc zasobnych w tlen i wytrąca się tu jako osad rdzawobrunatnego wodorotlenku żelaza trójwartościowego. Osad ten gromadzi się często w różnego rodzaju porach glebowych, przybierając ich kształty. Wytrącenia związków żelaza trójwartościowego powstają także w jednorodnej masie glebowej, o ile ukształtują się w niej dwa różne układy potencjału oksydo-redukcyjnego, jak np. oglejenie lokalne, lub wywołane przez stagnację wody. Forma wytrąceń żelazistych jest więc charakterystyczna dla określonego środowiska. Z tego też względu istotne jest, aby formy te wyróżniać prawidłowo i rejestrować je w opisach profilów glebowych.

Pseudogrzebnie stanowią wytrącenia żelaziste (rdzawo-brunatne i rdzawoczerwone) powlekające ścianki drobnych kanałików glebowych, zbudowanych przez system

korzeniowy roślin lub cyrkulację fazy gazowej. Pseudogrybnie występują zwykle w poziomie próchnicznym gleb okresowo podmokłych.

Pasemka są to wytrącenia żelaziste, które rysują się wyraźnie na tle profilu glebowego i stwarzają wrażenie elementów obcych w stosunku do otaczającego je środowiska. Dzięki daleko posuniętej cementacji i wyraźnym konturom, pasemka te można wyodrębnić często z całości materiału glebowego co zaznacza się szczególnie wyraźnie w sypkich utworach drobnoziarnistych (piaski, pyły). Są to cechy przeszłości. Obecność w profilu tego rodzaju elementów ogranicza nadmierny przesiąk wód opadowych, co w poważnym stopniu wpływa na układ stosunków wodnych licznych gleb piaszkowych.

Smugi podobne są do pasemek, nie mają jednak tak wyraźnych konturów. Intensywność zabarwienia może być podobna do pasemka, lecz przejście smugi do otaczającej masy glebowej jest stopniowe.

Otoczki są to smugi rdzawo-brunatnych i rdzawo-czerwonych wytrąceń żelazistych ukształtowanych na granicy między wybieleniami poglejowymi, a nie zmienionym pod względem barwy - środowiskiem glebowym. Większość otoczek żelazistych powstała wskutek rozkładu obumarłych korzeni palowych, toteż forma ograniczonych przez nie wybieleni poglejowych jest przeważnie walcokształtna, co w przekroju poprzecznym daje obraz koła lub elipsy.

Smugi pionowe powstają w pobliżu pionowych spękań gleby, do których przedostaje się łatwo nadmiar wody wraz z odpowiednią ilością rozpuszczonych w niej składników organicznych. W ten sposób szczeliny pionowe, które w czasie suszy mogą zawierać nadmiar powietrza, podlegają okresowo silnej, choć krótkotrwałej redukcji.



Ryc. 38. Konkrecje żelaziste występujące w glebach wytworzonych z utworów zwałowych; Lipki k. Stargardu Szczecińskiego

Plamy stanowią najbardziej pospolitą postać rozproszonej koncentracji wytrąceń związków żelaza trójwartościowego. Plamy tworzą się w glebach wykazujących okresowo, lub stale obecność rozpuszczalnych w wodzie związków żelaza dwuwartościowego.

wego, które jest utleniane w różnokształtnych kanalikach, komorach i spękaniach gleby. Pod pojęciem plam rozumie się więc zbiorowość wytrąceń żelazistych słabo scementowanych i nie mających bliżej określonych form.

Pieprze są to wytrącenia żelaziste o średnicy do 5 mm, których stopień cementacji pozwala na ich wyodrębnienie ze środowiska macierzystego.

Groszki są to konkrety żelaziste o średnicy 5-10 mm.

Rudawce stanowią większe skupiska wytrąceń żelazistych, które cementują i barwią większą część profilu glebowego, tworząc w ten sposób swego rodzaju poziom genetyczny gleby, charakterystyczny dla niektórych utworów typu bagiennego oraz poziomów iluwialnych niektórych biellic.

Rurki obecność rurek żelazistych nie dowodzi jeszcze, że układ stosunków powietrzno-wodnych jest aktualnie wadliwy, zarejestrowanie tego faktu jest ważne z punktu widzenia genezy gleby.

Poza wymienionymi wytrąceniami żelazistymi - konkretykami, o małych wymiarach (do 20 mm), w glebach spotyka się często większe konkrety sferyczne (ryc. 38).

3. Kategorie stosunków wodno-powietrznych wg IUNG

Na podstawie cech i właściwości badanego profilu glebowego ustala się odpowiednią kategorię stosunków wodno-powietrznych dominujących w glebie. Stosunki wilgotnościowe stanowią jeden z podstawowych czynników decydujących o urodzajności i przydatności rolniczej gleb. Mówiąc o stosunkach wilgotnościowych mamy także na uwadze czynnik powietrza glebowego, który jest ściśle uzależniony od zawartości i dynamiki wody w glebie.

Dla produkcji roślinnej niezmiernie ważne jest aby układ stosunków powietrzno-wodnych nie podlegał zbyt dużym wahaniom i zapewniał niezbędne ilości wody i tlenu w glebie. Tak zrównoważony układ wilgotnościowy w glebie określamy mianem układu „właściwego” lub „optymalnego”. Odpowiada to zresztą znanemu i stosowanemu w praktyce pojęciu wilgotności właściwej.

Większe wahania układu stosunków powietrzno-wodnych w glebie noszą cechy układów mniej lub bardziej wadliwych. Wadliwość powodowana jest w części gleb przez okresowy lub stały nadmiar wilgoci i odpowiadający mu okresowy lub stały niedobór powietrza (tlenu).

Wadliwość innych gleb powodowana jest natomiast przez okresowy lub stały niedobór wilgoci.

Wyróżnia się następujące kategorie wilgotności, w gruntach ornych:

- gleby o właściwym uwilgotnieniu,
- gleby okresowo nadmiernie uwilgotnione,
- gleby okresowo podmokłe,
- gleby podmokłe (trwale),
- gleby okresowo suche,
- gleby suche (stałe).

Na użytkach zielonych:

- gleby optymalnie uwilgotnione,
- gleby okresowo mokre
- gleby mokre (trwale)
- gleby okresowo suche,
- gleby suche (trwale).

Szczegółowszego wyjaśnienia wymaga ustalenie kategorii stosunków powietrzno-wodnych - „gleby okresowo nadmiernie uwilgotnione”. Gleby takie występują w zasadzie na płaskowyżach i równinach o małych spadkach terenu. W glebach tych nie stwierdza się obecności poziomu wody gruntowej, a dolna część ich profilu może nie wykazywać nawet cech oglejenia. Okresowe stany nadmiernego uwilgotnienia zaznaczają się więc nie w dolnej lecz w górnej (rzadziej środkowej) części profilu. Tutaj pojawia się też czasowo odgórne oglejenie.

Przyczyną występowania stanów nadmiernego uwilgotnienia jest duże zróżnicowanie składu mechanicznego w górnej części gleby. Powierzchniowa warstwa gleby o miąższości około 35-50 (60) cm zawiera znacznie mniejszą ilość ilu koloidalnego niż warstwa zalegająca bezpośrednio poniżej tej głębokości. Takie zróżnicowanie składu mechanicznego wykazują niemal wszystkie gleby płowe wytworzone z glin i pyłów oraz piasków gliniastych zalegających na podłożach zwięźlejszych. Prawdopodobnie ta zaznacza się także w niektórych glebach brunatnych wylugowanych i kwaśnych oraz w czarnych ziemiach.

Przedstawione wyżej zróżnicowanie zawartości ilu koloidalnego powoduje, że górna warstwa gleby (mniej zasobna w koloidy) łatwo przesycą się wodą podczas większych deszczów. Woda nie przesiąka dostatecznie szybko w głąb profilu glebowego, ponieważ warstwy podpowierzchniowe są wzbogacone w koloidy i mają zagęszczoną strukturę.

Słaby przesiąk wody w omawianych glebach powodowany jest nie tylko przez zróżnicowanie zawartości ilu koloidalnego ale także przez silnie scemetnowany krzemionką koloidalną podczas przesychania gleby (często również i przez wytrącenia Fe), poziom A_{3g} , obecnie oznaczany Eet. Poziom ten nie wykazuje większych zmian objętości, toteż brakuje w nim większej ilości szczelin pionowych, zdolnych do szybkiego przewodzenia wody z powierzchniowych do głębszych warstw gleby. Występowanie poziomu glejowo-eluwialnego (Eet,g) między warstwą orną, a poziomem iluwialnym stanowi poważną przeszkodę dla przesiąku wody.

Wynika z powyższego, że omawiane gleby nie są pokrewne gruntom podmokłym, ponieważ poziom wody gruntowej znajduje się tu poza zasięgiem profilu glebowego. Uregulowanie stosunków powietrzno-wodnych w tego rodzaju glebach wymaga więc innych, niż w przypadku gruntów podmokłych, rozwiązań technicznych. Drenaż poziomy nie rozwiązuje tu w całości problemu, gdyż nie usuwa on zasadniczej przyczyny ujemnych zjawisk.

Dodać należy, że chociaż drenaż nie rozwiązuje problemu do końca, to jednak poprawia warunki gospodarowania na glebach okresowo nadmiernie uwilgotnionych.

Oprócz opisanego wyżej układu, okresowe stany nadmiernego uwilgotnienia wykazują także gleby wytworzone z ilów i glin ciężkich mimo iż nie mają one wyraźnego zróżnicowanego składu mechanicznego. Słaba przesiąkalność gleb ciężkich połączona z małymi spadkami terenu jest powodem przewilgocenia powierzchniowych warstw gruntu, gdzie pojawia się okresowo oglejenie marmurkowane.

„Gleby okresowo podmokłe” występują w różnych obniżeniach terenowych, będących czasowo lub trwale pod wpływem działania wysokiego poziomu wód gruntowych, jak też okresowych (zwłaszcza wiosennych) zalewów powierzchniowych. Gleby okresowo podmokłe spotykamy obok trwale podmokłych, a nawet bagiennych. Gleby okresowo podmokłe są oglejone intensywnie w środkowej, a niekiedy także w dolnej części profilu. Oglejenie to utrzymuje się dość długo i jest łatwe do stwierdzenia.

„Gleby podmokłe” pozostają w zasięgu oddziaływania wód gruntowych, powodujących stały stan oglejenia, zwłaszcza w środkowej i dolnej części profilu. Gleby te

występują w bezodpływowych obniżeniach terenu, w rejonach bagiennych i dolinach rzecznych. Gleby orne trwale podmokłe występują tylko lokalnie, przylegając najczęściej do użytków zielonych. Z punktu widzenia racjonalnej gospodarki gleby te winny być przeznaczone pod trwałe użytki zielone gdzie wykazywałyby uwilgotnienie optymalne. W uprawie polowej stanowią zło konieczne, gdyż opóźniają i utrudniają uprawę roślin, zmniejszając przez to wydajność z jednostki powierzchni.

„Gleby okresowo suche” występują pospolicie na terenie całego kraju niezależnie od składu mechanicznego i genezy skały macierzystej.

Przyczyną okresowego niedoboru wilgoci może być:

- tekstura utworu (układ gleby),
- położenie w rzeźbie terenu,
- roczne sumy opadów atmosferycznych.

„Gleby trwale za suche” najliczniej reprezentowane są w grupie piasków luźnych i słabogliniastych oraz żwirów piaszczystych. Do kategorii trwale za suchych gleb należą również: rędziny bardzo płytkie, gleby wytworzone z piasków gliniastych lekkich występujące na zboczach o dużych spadkach i wierzchołkach pagórków, bardzo płytkie gleby wytworzone z wszystkich skał zwięzłych jeżeli podścielone są piaskiem luźnym lub żwirami piaszczystymi i nie mają kontaktu z wodą gruntową.

4. Kategorie wilgotności gleb użytków zielonych

„Gleby optymalnie uwilgotnione” poziom wody gruntowej w glebach piaskowych luźnych i słabogliniastych powinien znajdować się na głębokości 40-70 cm.

w glebach wytworzonych z piasków gliniastych lekkich i mocnych 50-100 cm,

w glebach pyłowych i gliniastych 60-120 cm

w glebach torfowych i murszowych 50-60 cm.

„Gleby okresowo podmokłe” i **„gleby mokre”** przyczyną podmokłości są: wysoki poziom wód gruntowych bądź wyraźne cechy zabagnienia terenu.

„Gleby okresowo za suche” i **„gleby suche”** przyczyny suchości są podobne jak w glebach gruntów ornych. Z punktu widzenia środowiska przyrodniczego nie nadają się pod trwałe użytki zielone.

5. Opis profilu glebowego na użytkach zielonych

Opis budowy profilu gleb organicznych

Przy opisie budowy profilu gleb organicznych obowiązują takie same zasady jak przy opisie gleb mineralnych, jednak ze względu na odmienny charakter organicznego tworzywa glebowego, niektóre cechy gleb organicznych należy opisać nieco w inny sposób. Dotyczy to głównie cechy „skład mechaniczny”, stanowiącej (określającej) gatunek gleb mineralnych.

Gatunek gleb organicznych określamy przez podanie stopnia rozkładu masy organicznej w rubryce „skład mechaniczny”. Sposób określenia stopnia rozkładu masy organicznej ilustruje tab. 8. Poza tym musimy pamiętać, że torf o małym stopniu rozłożenia ma strukturę włóknistą, jedynie torf silnie rozłożony (mursz) będzie wykazywał strukturę drobno lub gruboagregatową, tzw. „kaszkowatą” lub bryłowatą, co odpowiednio wpisujemy w rubryce „zgrużlenie”. W masie organicznej nie dopatrujemy się oglejnia, chociaż istnieją ku temu warunki w pojęciu tego procesu tak jak dla gleb mineralnych i pamiętamy o podaniu głębokości występowania poziomu wody gruntowej w profilu.

Uzupełniający opis odkrywki glebowej na użytku zielonym

Użytki zielone poza opisem profilu glebowego wymagają jeszcze oznaczenia cech szczególnych, mających zasadniczy wpływ na charakter i wartość użytkową danego użytku zielonego. Cechy te podajemy wypełniając formularz dodatkowy (zał. 2).

Na terenach nizinnych i wyżynnych wyróżnia się następujące typy siedliskowe użytków zielonych na podstawie podziału J. Bury-Zaleskiej i J. Prończuka.

Grądy - występują w obrębie najwyższych części terenów łąkowo-pastwiskowych, prawie wyłącznie na glebach mineralnych. Wydajność ich zależy w bardzo dużym stopniu od opadów, które stanowią główne źródło wody. Użytkowane są częściej jako pastwiska niż jako łąki.

Łęgi są to zalewne trwałe użytki zielone ulegające zamuleniu w toku procesów aluwialnych i deluwialnych. Mogą one występować zarówno na glebach mineralnych, jak i silnie zamulonych glebach organicznych. Ze względu na częściej występujące wysokie stany wód gruntowych są przeważnie użytkowane jako łąki, rzadziej jako pastwiska.

Łąki bagienne oraz łąki i pastwiska pobagienne

Jeżeli efekty procesu torfotwórczego górują wyraźnie nad efektami namulenia aluwialnego lub deluwialnego, to mamy już do czynienia z glebami organicznymi w pełnym znaczeniu tego słowa. Na podłożu gleb organicznych rozwijają się łąki bagienne, które w nomenklaturze łąkarskiej noszą ludowe miano bielaw.

Łąki i pastwiska pobagienne (murszowo-torfowe i murszowe) powstają pod wpływem naturalnego lub sztucznego obniżenia wód gruntowych w glebach torfowych bielaw, gdzie proces torfotwórczy ustępuje procesowi murszenia. Przesuszone i zmurszałe w górnych poziomach bielawy nazywamy łąkami pobagiennymi. Jeżeli proces murszenia przebiegał powoli, a torf ulegał nie tylko wietrzeniu, ale i humifikacji, użytek zalicza się do wyższej klasy bonitacyjnej.

6. Określenie wskaźnika ciężkości gleby i stopnia trudności do uprawy

Wskaźniki ciężkości do uprawy gleby znajdują się w tabeli 43, a stopnie trudności do uprawy gleby w tab. 44.

Tab. 43. Wskaźnik ciężkości do uprawy gleby

Określenie słowne ciężkości do uprawy gleby	Zawartość % części spławialnych	Zawartość części pyłowych	Wskaźnik ciężkości gleby
Bardzo lekkie w uprawie	0-15 (20)	różna	1
Lekkie w uprawie	(15) 20-35 (40)	powyżej 35 (40)	2
Średnio ciężkie w uprawie	(15) 20-35 (40) oraz (35) 30-50 (55)	poniżej 35 (40) powyżej 35 (40)	3
Ciężkie w uprawie	(35) 30-50 (55) oraz (50) 45-65	poniżej 35 (40) powyżej 25	4
Bardzo ciężkie w uprawie	(50) 45-65 oraz powyżej 65	poniżej 25 poniżej 35	5

Podane w tabelce cyfry w nawiasach przedstawiają odchylenia jakim ulegać może zależność wskaźnika ciężkości gleby od wzajemnego stosunku frakcji spławialnej i frakcji pyłowej. Odchylenia te uzależnione są od % zawartości części koloidalnych w poziomie orno-próchnicznym gleby.

W tabeli 44 wyróżnia się 7 stopni trudności do uprawy. Gleby oznaczone tymi stopniami uzyskują w odniesieniu do trudności ich do uprawy określenia następujące:

Tab. 44. Stopień trudności do uprawy gleby

Wskaźnik ciężkości gleby	Stopień trudności do uprawy gleby w zależności od nachylenia pola		
	poniżej 7°	7°-10°	10°-12°
1.	1	1-2	2
2.	2	2-3	3
3.	3	4	4
4.	4	5	6
5.	5	6-7	7

stopień 1. - gleby bardzo łatwe do uprawy,
 stopień 2. - gleby łatwe do uprawy,
 stopień 3. - gleby średniołatwe do uprawy,
 stopień 4. - gleby średnio trudne do uprawy,
 stopień 5. - gleby trudne do uprawy,
 stopień 6. - gleby bardzo trudne do uprawy,
 stopień 7. - gleby wyjątkowo trudne do uprawy.

Gleby położone na polach o nachyleniu przekraczającym 12° wymagają zastosowania do uprawy specjalnych ciągników.

7. Orientacyjne określanie spodziewanego stopnia potencjalnej erozji

Rozwój erozji wodnej zależy przede wszystkim od właściwości samego utworu erodowanego, a następnie od rzeźby terenu i szeregu czynników klimatycznych.

Dla orientacyjnego określenia spodziewanego stopnia erozji potencjalnej bierzemy pod uwagę właściwości fizyczne gleb i nachylenie terenów ich występowania.

Gleby zostały ujęte dla naszego schematu w grupy następujące, poczynając od najbardziej podatnych na erozję:

Grupa 1. Wszystkie gleby lessowe i lessowate oraz ogół lekkich gleb pyłowych.

Grupa 2. Ogół gleb rędzinowych ze szczególnym uwzględnieniem rędzin kredowych

Grupa 3. Piaski gliniaste lekkie. Piaski gliniaste mocne. Gleby, których poziomy powierzchniowe wykazują skład glin lekkich pylistych.

Grupa 4. Piaski gliniaste mocne niepylaste. Gleby gliniaste różne (z wyjątkiem wspominanych w poprzedniej grupie). Gleby ilaste. Nierędzinowe gleby szkieletowe.

Tab. 45. Stopnie zagrożenie erozją dla poszczególnych grup gleb w zależności od nachylenia terenu

Nachylenie terenu w stopniach	do 3°	3°-6°	6°-10°	10°-15°	15° i więcej
	stopnie zagrożenia erozją (erozji potencjalnej)				
Grupy gleb					
1.	0 - 1	2 (+)	3 +	4 +	5 +
2.	0 - 1	1 - 2	2 - 3 (+)	3 - 4 +	5 +
3.	-	0 - 1	2	3 +	4 - 5 +
4.	-	0 - 1	1 - 2	2 - 3 (+)	3 - 5 (+)

Według podanego schematu wyróżniamy następujące stopnie zagrożenia erozją

stopień 1. - zagrożenie erozją słabą,
 stopień 2. - zagrożenie erozją umiarkowaną,
 stopień 3. - zagrożenie erozją intensywną,
 stopień 4. - zagrożenie erozją silną,
 stopień 5. - bardzo silną.

Zagadnienia i pytania sprawdzające

Przedstawić różnice w procesie tworzenia się czarnoziemów i czarnych ziem.

Na czym polega proces murszenia?

Przedstawić różnice w wartości i przydatności rolniczej gleb wytworzonych z piasków żwółowych w stosunku do gleb wytworzonych z piasków rzecznych i elolicznych.

Co decyduje o „ciężkości” gleby w uprawie?

Jaką rolę spełnia zawartość frakcji pyłu przy określeniu stopnia „ciężkości” gleby w uprawie?

Jaką rolę spełnia zawartość frakcji pyłu przy określaniu stopnia podatności gleby na erozję wodną - zmyw powierzchniowy?

Czynniki warunkujące intensywny rozwój erozji wodnej gleby?

ZJAZD IX

Temat: Kartografia gleb. Mapy glebowe w skali 1:5000

Zakres tematyki ćwiczeń

Zapoznanie się z mapami glebowymi:

- klasyfikacyjnymi,
- glebowo-rolniczymi,
- zasobności i odczynu.

A. Rolnicze właściwości gleb

Przydatność i urodzajność gleb zależą zarówno od naturalnych i nabytych właściwości, jak też od stosowanych zabiegów uprawowych, poziomu nawożenia, jakości i stanu melioracji oraz innych czynników. Ocena agroekologiczna musi więc uwzględniać trzy następujące zespoły czynników:

- 1) naturalne właściwości utworów glebowych, zwłaszcza cechy trwale (skład mechaniczny, rzeźba terenu, wystawa);
- 2) właściwości nabyte w wyniku naturalnych procesów glebotwórczych i gospodarczej działalności człowieka, włącznie z różnymi zabiegami zmieniającymi w określonym stopniu układy warunków naturalnych;
- 3) system uprawy, agrotechniczny stan gleby, poziom nawożenia, przebieg pogody itp.

Z wymienionych zespołów czynników najbardziej zmienny jest zespół trzeci, toteż jego wpływ jest najbardziej dostrzegalny, a tym samym w największym stopniu brany pod uwagę przez rolników. Nie mniej jednak ważny jest drugi zespół czynników. Wyraża on względnie trwałe etapy rozwoju gleby, określony przez skład mechaniczny, rzeźbę terenu, stosunki powietrzno-wodne i warunki klimatyczne.

Każdy z wymienionych czynników może w określonych warunkach wywierać dominujący wpływ na przebieg procesu glebotwórczego.

Pozioma i pionowa zmienność składu mechanicznego różnicuje układ stosunków powietrzno-wodnych, przebieg procesów biochemicznych oraz charakter szaty roślinnej. Znajduje to swój wyraz w odmienności cech morfologicznych i właściwości różnych profilów glebowych.

Zróżnicowana rzeźba terenu jest przyczyną różnicowania mikroklimatu, stosunków powietrzno-wodnych i cieplnych w glebie przez co modyfikuje skład botaniczny szaty roślinnej i przyrost biomasy. Urozmaicona rzeźba terenu sprzyja ponadto procesom rozmywania i namywania powierzchniowego (erozja), co w jeszcze większym stopniu różnicuje warunki i tempo przebiegu procesów glebotwórczych.

Nadmiar wody i wynikający stąd niedobór powietrza (tlenu), a także niedobór wody, są czynnikami ograniczającymi lub wręcz niwelującymi działanie pozostałych czynników. Na przykład w warunkach trwałej podmokłości (zabagnienia) gleby zmniejsza się wpływ stopnia rozdrobnienia i składu chemicznego substancji glebowej na przebieg procesu glebotwórczego.

Ilość opadów atmosferycznych i stosunki cieplne decydują w dużej mierze o charakterze i warunkach rozwoju szaty roślinnej, o akumulacji i przemianach substancji organicznej w glebie, o przeważającym kierunku ruchu wody w pionowym układzie profilu glebowego, wreszcie o dominującym kierunku przemieszczania niektórych składników gleby.

Bonitacyjna (rolnicza) klasyfikacja gleb

Bonitacyjną (rolniczą) klasyfikację gleb przeprowadza się według aktualnej lub potencjalnej (spodziewanej) ich produktywności przy rolniczym użytkowaniu.

Klasyfikacja bonitacyjna gleb (klasyfikacja przyrodniczo-gospodarcza) oparta jest na wielkości plonów uzyskiwanych (produkcyjność aktualna) lub możliwych do uzyskania (produkcyjność potencjalna) z jednostek powierzchni użytków rolnych. Przy tym konieczne jest rozpoznanie i określenie przyrodniczego charakteru gleb. Poglębenie przyrodniczej treści klasyfikacji osiąga się przez klasyfikowanie gleb według naturalnych zasięgów ich występowania, a nie według jednostek gospodarczych (pola, łąny, działki własnościowe itd.).

U podstaw obowiązującej obecnie w Polsce klasyfikacji bonitacyjnej leżą następujące właściwości gleb:

- skład mechaniczny;
- miąższość poziomu próchnicznego i zawartość w nim próchnicy;
- wystawa i stopień nachylenia zboczy;
- łatwość uprawy;
- kultura gleby i nawożenie.

Uwzględniając powyższe, w gruntach ornych wyróżnia się 8 klas, oznaczonych symbolami: I, II, IIIa, IIIb, IVa, IVb, V, VI.

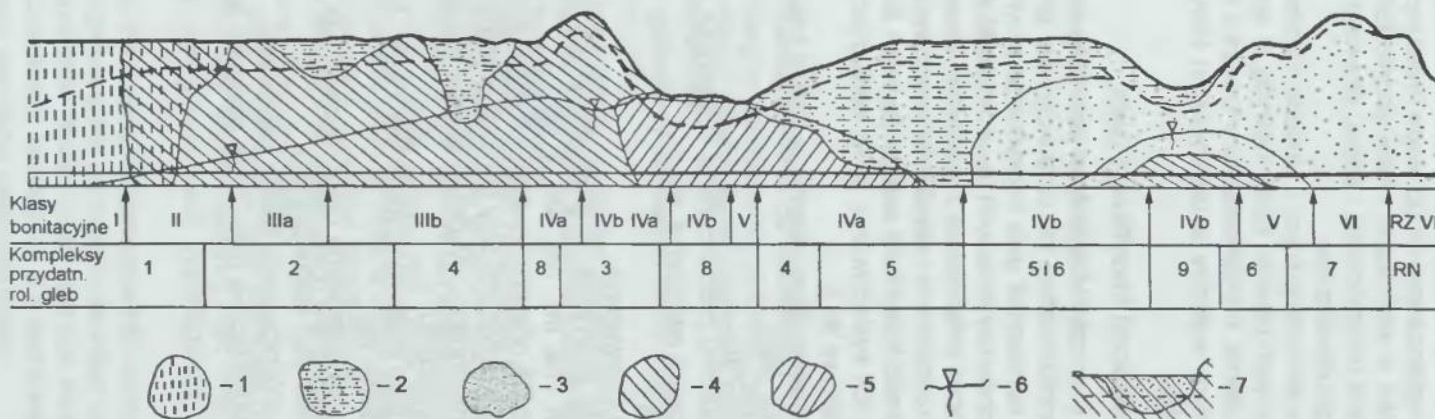
Zasady bonitacji gruntów trwałych użytków zielonych różnią się w dość dużym stopniu od zasad przyjętych przy bonitacji gruntów ornych. Oprócz gleby uwzględnia się tu rodzaj roślinności i wysokość plonów siana. Czynniki te rozpatruje się w ich wzajemnym powiązaniu.

Klasyfikacja gleb trwałych użytków zielonych - łąkowych i pastwiskowych powinna się opierać głównie na:

1. Budowie profilu glebowego i jego cechach jak:
 - a) właściwości skał macierzystych,
 - b) poziomy zróżnicowania profilu glebowego,
 - c) cechy morfologiczne gleb i inne podobne jak przy glebach ornych.

Uproszczony schemat podziału rolniczej przestrzeni produkcyjnej na klasy bonitacyjne i kompleksy przydatności rolniczej - grunty orne
(na podstawie „komentarza do tabeli klas gruntów” 1963 opracował A. Koćmit)

Gleby pszenno-buraczane przydatne pod wszystkie uprawy	Pszenne	Pszenne	Zbożowo-pastwne	Zytnio-ziemniaczane	Zbożowo-pastwne	Zytnio-lubinowe
Pszenica, buraki i inne	Pszenica, buraki i inne, jęczmień, rzepak	pszenica (buraki)	owies, rzepa, brukiew	żyto, ziemniaki, rzepak, jęczmień, owies (pszenica), buraki pastwne	owies, brukiew	(ziemniaki) żyto, lubin
Lucerna, koniczyna czerwona	koniczyna, kukurydza	koniczyna, lucerna	mieszanki pastwne	kukurydza, lubin	mieszanki pastwne	seradela
Warzywa, sady	sady					



Ryc. 39. Uproszczony schemat podziału rolniczej przestrzeni produkcyjnej

Objaśnienia: 1 - lessy, utwory pyłowe i lessowate, utwory pylaste (części spławialne 20-35%, zawartość pyłu powyżej 35%), 2 - piaszki gliniaste, 3 - piaszki słabo gliniaste i luźne, 4 - utwory zwięzłe (gliniaste) o zawartości pyłu poniżej 35%, 5 - utwory ilaste, 6 - poziom wody gruntowej, 7 - miąższość poziomu próchnicznego na tle zmienności gatunkowej gleby.

Uwaga do ryc. 39 i 40.

Charakterystyka gleb w poszczególnych klasach bonitacyjnych i kompleksach przydatności rolniczej gleb gruntów ornych i użytków zielonych znajduje się w podręczniku H. Uggle „Gleboznawstwo rolnicze”. Rysunki powyższe w sposób syntetyczny ujmują związki zachodzące pomiędzy jakością gleby (skład mechaniczny, miąższość poziomu A, rzeźba terenu, poziom wody gruntowej) a jej przydatnością rolniczą.

W glebach użytków zielonych uwzględniono również porost roślinny. Zaleca się równoczesne korzystanie i z rysunku i z podręcznika. Linia powierzchni gruntów ornych lub użytków zielonych sugeruje mniej lub bardziej dokładnie różne sytuacje rzeźby terenu oraz ilustruje charakter powierzchni łąki lub pastwiska. Symbole graficzne i podpisy słowne wyjaśniają rodzaje i gatunki gleb.

W górnej części rysunku znajdują się tabelaryczne zestawienia charakteryzujące porost oraz wydajność użytku zielonego lub przydatność gruntu pod uprawy rolnicze. Czytelnik interesujący się np.: właściwościami gleb w klasie IVa powinien przeanalizować w układzie pionowym ten zakres rysunku, który odpowiada wybranej klasie lub kompleksowi rolniczej przydatności, przy tym należy pamiętać, że ta sama klasa może pojawiać się w różnych miejscach rysunku kilkakrotnie.

Rysunek jest schematem nie wyczerpującym wszystkich sytuacji jakie mogą wystąpić w terenie.

2. Potencjalnych możliwości produkcyjnych gleb uzależnionych od:
 - a) właściwości fizycznych, chemicznych i biochemicznych gleb,
 - b) stosunków wodnych,
 - c) takich czynników jak: stosunki klimatyczne danego terenu, relief, dostępność terenu, pokrycie terenu elementami utrudniającymi użytkowanie.
3. Wpływie technicznych urządzeń melioracyjnych.
 - a) odwodnienia,
 - b) nawodnienia.
4. Składzie gatunkowym roślinności i wydajności (plon).

Czynniki te należy rozpatrywać w ich wzajemnym kompleksowym powiązaniu, uwzględniając przy tym podział typologiczny na grupy rodzajowe trwałych użytków zielonych oraz normy siana łąkowego ustalone przez Polski Komitet Normalizacyjny.

Badając budowę profilów glebowych, należy określić potencjalne możliwości produkcyjne gleb na podstawie:

A. Wyodrębnienia dwóch zasadniczych grup gleb:

grupa gleb trwałych użytków zielonych wykształconych z utworów mineralnych - gleby brunatne i zbielicowane, czarnoziem, czarne ziemie, mady, rędziny, gleby glejowe wytworzone z utworów niezamulanych i z utworów zamulanych;

grupa gleb trwałych użytków zielonych wykształconych z utworów organogenicznych - gleby torfowo-mineralne, torfowe, torfowo-mułowe.

Przy badaniu gleb trwałych użytków zielonych, wykształconych z utworów mineralnych bierze się pod uwagę wszystkie te cechy morfologiczne, co przy badaniu gleb ornych. Należy zaznaczyć jednak, że charakterystycznym dla gleb łąkowych wykształconych z utworów mineralnych jest proces oglejenia, jak również oglejenie podłoża mineralnego gleb wykształconych z torfów.

Przy badaniu gleb trwałych użytków zielonych wykształconych z utworów organogenicznych bierze się pod uwagę obok cech morfologicznych takich, jak w glebach mineralnych, również i te cechy, które są typowe dla gleb hydrogenicznych (bagiennych), a nie występują w glebach mineralnych, np.: stopień rozkładu masy organicznej, stopień zamulenia, zawartość wapna łąkowego i rudy darniowej, wivianitu, gytii itp.

B. Wydzielenia rodzaju gleb na podstawie charakteru skały macierzystej, uwzględniając jej pochodzenie geologiczne.

- C. Wyróżnienie gatunków i odmian glebowych na podstawie składu mechanicznego, względnie składu masy organogenicznej gleb wykształconych z torfów oraz innych cech morfologicznych.

W ramach stosunków wodnych - jako drugiego kryterium klasyfikacji bonitacyjnej gleb trwałych użytków zielonych - należy uwzględnić:

- a) stopień uwilgotnienia - w zrozumieniu zasobów wilgoci zabezpieczającej rozwój roślinności w ciągu okresu wegetacyjnego,
- b) charakter wody (jej ruch i pochodzenie),
- c) żyzność wody, tzn. jej zasobność w substancje użyźniające lub szkodliwe.

Uwzględniając roślinność i plonowanie jako podstawy klasyfikacji bonitacyjnej gleb trwałych użytków zielonych należy brać pod uwagę:

- a) średni plon siana w q/ha i jego jakość,
- b) jakość otrzymywanej w stanie surowym paszy, względnie możliwość pełnego wyżywienia w okresie wegetacyjnym określonej ilości dorosłych sztuk bydła.

Jako czynniki uzupełniające przy klasyfikacji bonitacyjnej trwałych użytków zielonych należy uwzględnić:

1. Stosunki klimatyczne danego terenu,
2. Wzniesienie nad poziom morza (szczególnie przy trwałych użytkach zielonych w terenach górskich i podgórskich)
3. Ukształtowanie terenu,
4. Dostępność terenu.

Pokrycie terenu elementami utrudniającymi użytkowanie (pnie, kamienie, zabagnienie, itp).

Ogólna charakterystyka gleb w poszczególnych klasach bonitacyjnych

W rozdziale tym czytelnik znajdzie ogólną charakterystykę gleb w poszczególnych klasach bonitacyjnych przeprowadzoną w oparciu o „Komentarz do tabeli klas gruntów” i graficznie przedstawione zależności między właściwościami gleby a ich wartością użytkową (ryc. 39 i 40).

Grunty orne (ryc. 39)

Najbardziej korzystne rolniczo gleby (najlepsze i dobre) mieszczą się w lewej części rysunku, klasy I, II, IIIa a także IIIb. Gleby te sklasyfikowane są tak wysoko z następujących powodów:

- a) występują w dobrych warunkach fizjograficznych, to jest na równinach lub na bardzo łagodnych pochyłościach;
- b) posiadają dobrze wykształcony i głęboki poziom akumulacyjny zasobny (około 2% i więcej) w słodką próchnicę nie wykazującą większego zakwaszenia;
- c) posiadają dobrą naturalną strukturę, nawet na znacznej głębokości;
- d) są łatwe, do uprawy, ciepłe, czynne, przepuszczalne i przewiewne, ale przy tym dostatecznie wilgotne;
- e) posiadają dobre stosunki wodno-powietrzne, nie wymagają melioracji lub są już zmeliorowane;
- f) udają się na nich i wysoko plonują wszystkie rośliny uprawne, a przede wszystkim buraki cukrowe, pszenica, lucerna, rzepak, koniczyna czerwona i warzywa;
- g) są to najlepsze i nieco gorsze odmiany czarnoziemów; mady pyłowe próchniczne i średnio dobre mady pyłowe; czarne ziemie wytworzone z glin marglistych, z

utworów pyłowych, z ilów marglistych oraz najlepsze czarne ziemie lekkie, rędziny czarnoziemne, namyle, rędziny kredowe brunatne, rędziny gipsowe, gleby brunatne utworzone z lessów, utworów lessowatych, glin, utworów pyłowych, a także gleby słabo zbielicowane (przemyte) utworzone z glin, ilów pylastych, utworów pyłowych, dobre gleby orne utworzone na torfach.

Wszystkie najlepsze właściwości przypisuje się glebom zaliczanym do klas I i II, gleby sklasyfikowane w klasie IIIa znajdują się już w gorszych warunkach fizjograficznych, wykazują gorsze właściwości fizyczne i chemiczne, pewne oznaki procesu degradacji, gorsze stosunki wodno-powietrzne, na ogół mniejszy wybór roślin uprawnych. Gleb tych jeszcze nie można nazwać wadliwymi, gdyż ujemne cechy występują w stopniu nieznacznym.

Gleby sklasyfikowane w klasie IIIb posiadają w jeszcze większym stopniu zaznaczające się gorsze właściwości fizyczne i chemiczne lub fizjograficzne. Poziom wód gruntowych ulega większym wahaniom, a plony uzależnione są w większym stopniu od warunków atmosferycznych. Niekiedy bywają to gleby okresowo za suche, inne mogą być okresowo mokre. Oznaki procesu degradacji, o ile występują, to są już zazwyczaj wyraźnie zaznaczone. Gleby te, choć zasadniczo jeszcze dość dobre, mogą być uważane już za gleby w pewnym, choć stosunkowo nieznacznym stopniu wadliwe.

Najbardziej niekorzystne rolniczo gleby (słabe i najslabsze) zajmują prawą część rysunku, są to klasy V i VI. Gleby te są sklasyfikowane tak nisko z następujących powodów:

- a) bardzo często występują w niekorzystnych warunkach fizjograficznych;
- b) są mało żyzne i zawodne w plonach, zbyt lekkie;
- c) posiadają płytki poziom akumulacyjny ubogi w próchnicę;
- d) mogą to być gleby za suche, przydatne do uprawy żyta, łubinu, a w latach obfitszych w opady - ziemniaków i seradeli. Ich odmiany najsuchsze i niespójne przydatne są głównie pod łubin, a w lata sprzyjające także pod żyto;
- e) gleby zbyt mokre, nie zmeliorowane lub nie nadające się do melioracji, przydatne bardziej pod niektóre rośliny pastewne;
- f) mogą to być również gleby ciężkie podmokłe, przydatne pod brukiew, kapustę, mieszanki traw;
- g) zalicza się tu gleby lekkie i bardzo lekkie, żwirowe i piaszczyste całkowicie lub niecałkowicie na wapieniach, glinach, lessach, utworach pyłowych; piaski murszowate; czarne ziemie piaszczyste lub zwięzłe silnie podmokłe; bardzo płytkie rędziny utworzone z twardych wapieni; mady piaszczyste bardzo lekkie lub ciężkie; gleby orne na torfach o nieregulowanych stosunkach wodnych.

Gleby w klasie VI w stosunku do gleb w klasie V są słabsze, bardziej wadliwe i zawodne, dają plony niskie i niepewne.

Gleby średniej jakości (klasy IVa i IVb) zajmują środkową część rysunku. Są one dość mocno zróżnicowane pod względem ich potencjalnej żyzności, od dużej (grupa gleb zwięzłych) do małej (grupa gleb lekkich).

Są to gleby o zdecydowanie mniejszym wyborze roślin uprawnych niż gleby wyższych klas, dają plony średnie w znacznym stopniu uzależnione od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych, szczególnie w okresie wegetacyjnym. Gleby te nieraz

występują w gorszych położeniach fizjograficznych, na większych spadkach, często narażone na erozję wodną.

Gleby takie można podzielić na dwie grupy:

- gleby zwięzłe;
- gleby lekkie.

Gleby zwięzłe są zasobne w składniki pokarmowe i charakteryzuje je duża żyzność potencjalna lecz są: podmokłe i przez to mało przewiewne, zimne i mało czynne, ciężkie do uprawy, co wynika z położenia w zagłębieniach terenu lub wysokiego poziomu wód gruntowych. W okresach upałów zyschają się tworząc głębokie spękania i szczeliny lub bryły trudne do rozbicia, uprawiane na mokro mażą się, wymagają więc umiejętnego uchwycenia pory upraw.

Gleby takie wymagają drenowania, po wykonaniu którego mogą przejść do wyższych klas (nawet do II). Mogą to być także gleby zbyt suche, co wynika z położenia na silnych spadkach, zerodowanych szczytach wzgórz, z przepuszczalnego podłoża występującego płytko w profilu.

Gleby lekkie o naturalnej małej potencjalnej żyzności, są glebami żytio ziemniaczanymi, często wrażliwymi na suszę. Wyjątkowo, o ile są one w wysokiej kulturze i przy dobrych warunkach atmosferycznych, udać się na nich mogą inne rośliny uprawne (jęczmień, a nawet pszenica, i owies, buraki pastewne).

Do klas IVa i IVb zalicza się bardzo dużo gatunków i odmian gleb wytworzonych ze żwirów gliniastych, piasków gliniastych lekkich całkowitych i niecałkowitych na głęboko występującym zwięzłym podłożu, piaski gliniaste na wapieniach, żwirach i piaskach o łżejszym składzie mechanicznym;

piaski słabogliniaste pylaste i piaski słabogliniaste średnio głębokie na wapieniach, żwirach, piaskach luźnych;

gleby brunatne lub zbielicowane wytworzone z glin, ilów, utworów pyłowych, lessów, utworów lessowatych. Są to gleby niecałkowite, na przepuszczalnym podłożu, lub na erodowanych zboczach, za suche lub podmokłe;

czarnoziemy podmokłe;

czarne ziemie średniej jakości zwięzłe i lekkie oraz czarne ziemie silniej oglejone zwięzłe i piaszczyste;

średniej jakości mady pyłowe, lekkie, średnie i ciężkie oraz mady płytkie wszystkich wymienionych obok gatunków i wysoko oglejone mady ciężkie;

Płytkie rędziny kredowe, rędziny gipsowe, rędziny wytworzone z twardych wapieni; gleby wytworzone na torfach.

Gleby klasy IVb są zasadniczo zbliżone swymi właściwościami do gleb klasy IVa, ale są bardziej od nich wadliwe, albo zbyt suche, albo zbyt wilgotne. Plony wahają się w szerokich granicach i w pierwszym rzędzie są uzależnione od warunków atmosferycznych.

Użytki zielone (ryc. 40)

Do klasy I zalicza się trwałe użytki zielone na glebach mineralnych, zasobnych w próchnicę, o trwałej strukturze gruzelkowej ziarnistej, przewiewnych, przepuszczalnych, zasobnych w składniki odżywcze, które zapewniają bez nawożenia wysoki plon siana o wysokiej wartości. Ponadto użytki te znajdują się w warunkach umożliwiających dowolne regulowanie stosunków wodnych, bądź też w warunkach naturalnych, posiadających najkorzystniejszy układ tych stosunków. Położenie dostępne w każdej

porze roku, powierzchnia równa, bez kamieni, kęp i zarośli, umożliwiającą wszelkie prace maszynowe.

Do klasy I gleb trwałych użytków zielonych należy przede wszystkim zaliczyć trwale użytki zielone zalewne na macach średnich, lekkich pyłowych i pylastych, ciężkich pylastych strukturalnych, na utworach pyłowych oraz grądowe śródpolne na piaskach gliniastych mocnych, zalegających na podłożu gliniastym i glinach spieczonych, często zawierających CaCO_3 na utworach pyłowych itp. zasilane przeważnie zalewami żyzną wodą z pól z łatwym odpływem.

Do klasy II zalicza się trwale użytki zielone na glebach mineralnych i mulowotorfowych o właściwościach i położeniu podobnym jak w klasie I, lecz bez pełnej możliwości dowolnego regulowania stosunków wodnych.

Do klasy III zalicza się trwale użytki zielone na glebach mineralnych i mulowotorfowych o właściwościach fizycznych i chemicznych gorszych niż w klasie I i II oraz na glebach torfowych wytworzonych z torfów niskich o uregulowanych stosunkach wodnych. W przypadkach gleb mineralnych uwilgotnienie może być okresowo niewłaściwe (za mokro lub za sucho). Jeżeli zdarzają się zalewy to w mniej odpowiedniej porze niż na użytkach klasy II, mniej żyznymi wodami lub przy gorszym odpływie. Użytki tej klasy mają powierzchnię równą i na ogół łatwy dostęp (utrudniać jednak dostęp mogą roztopy, długotrwałe deszcze itp.).

Praktycznie w terenie rzadko spotyka się gleby trwałych użytków zielonych na glebach torfowych w klasie III, częściej są to gleby mineralne i mulowo-torfowe.

Do klasy IV zalicza się trwale użytki zielone na glebach mineralnych, mulowotorfowych i murszowych, występujących w gorszych stanowiskach utrudniających zagospodarowanie na skutek zakrzaczenia, obecności większej ilości kamieni lub pni, ukształtowania terenu bądź utrudnionego dostępu.

Stosunki wodne, panujące w glebach tej klasy, bywają najczęściej wadliwe (za suche lub nadmiernie uwilgotnione), jeżeli występują zalewy, to w różnym czasie, a woda ma utrudniony odpływ i pozostaje na powierzchni co najmniej przez kilkanaście dni. Odpływ jest wyraźnie zahamowany. Zalew przyczynia się do rozwoju turzyc. Warunki pozwalają na uprawę powierzchniową konną lub bardzo ograniczone, co do czasu i rozmiaru, prace zmechanizowane i w małym tylko stopniu zmechanizowany sprzęt. Powierzchnia darni lekko (na całości) lub silnie (w 1/3) kępiasta.

Do klasy V zalicza się trwale użytki zielone na glebach mineralnych - słabo próchnicznych, ubogich w składniki pokarmowe, zbyt suchych lub zbyt wilgotnych w ciągu dłuższego czasu okresu wegetacyjnego, na glebach mulowo-torfowych przesuszonych, na glebach mulowo-torfowych i torfowych zbyt mokrych (podtapianie) o utrudnionym użytkowaniu oraz na glebach torfowych zdegradowanych. Przy względnie dobrych stosunkach wodnych momentem obniżającym wartość użytkową jest zakrzaczenie, obecność pni, kamieni, niekorzystne ukształtowanie terenu itp.

Uprawa łąk i sprzęt mechaniczny są bardzo utrudnione. Woda przeważnie podtapia teren, jeżeli nawet jest to woda zalewowa, nie polepsza ona jakości zbiorów. Powierzchnia nierówna i kępiasta. Zaliczyć tu należy trwale użytki zielone zalewne o bardzo nieregularnych zalewach i z trudnym odpływem, zbyt mokre, zakrzaczone, śródleśne; trwale użytki zielone górskie użytkowane głównie jako pastwiska trudno dostępne, kamieniste i zakrzaczone z okresem wypasu krótszym niż 100 dni.

Do klasy VI zalicza się trwale użytki zielone będące częściowo nieużytkami na glebach torfowych mocno zdegradowanych (zmurszałych), rozpylonych gdzie roślin-

ność nie tworzy zwartej darni, pozostawiając puste płaty bez porostu oraz na glebach mineralnych lub torfowych stale podtapianych, trudnodostępnych, gdzie sprzęt siana odbywa się w trudnych warunkach i nie corocznie. W górach łąki rzadko sprzątane. Uprawa i sprzęt mechaniczny jest wręcz niemożliwy.

Wskaźnik bonitacji gleb

W praktyce rolniczej często zachodzi konieczność porównywania ze sobą wartości gleb poszczególnych gospodarstw. W tym celu ekonomiści stosują tzw. wskaźniki bonitacji gleb. Punktem wyjścia są tu klasy bonitacyjne gleb, które wyceniono umownie przy pomocy liczb. Ministerstwo Rolnictwa poleca następującą wycenę klas bonitacyjnych:

I klasa bonitacyjna gleby	- 3,0
II klasa bonitacyjna gleby	- 2,6
IIIa klasa bonitacyjna gleby	- 2,3
IIIb klasa bonitacyjna gleby	- 2,1
IVa klasa bonitacyjna gleby	- 1,8
IVb klasa bonitacyjna gleby	- 1,6
V klasa bonitacyjna gleby	- 1,3
VI klasa bonitacyjna gleby	- 1,0

W celu uzyskania wskaźnika bonitacji gleb dla całego obszaru gospodarstwa należy powierzchnię poszczególnych klas gleby pomnożyć przez przyjęte dla tych klas współczynniki liczbowe. Uzyskane w ten sposób dane (iloczyn) należy zsumować i podzielić przez ogólną powierzchnię gospodarstwa uwzględnianą w tym przeliczeniu.

$$\text{Wskaźnik bonitacji gleb} = \frac{(\text{areal kl. I} \cdot 3,0) + (\text{areal kl. II} \cdot 2,6) + \text{itd}}{\text{ogólny areal gospodarstwa (ha)}}$$

Wskaźniki bonitacji gleb dla większości gospodarstw w Polsce mieszczą się w granicach 1,60-1,70. Gospodarstwa o wskaźniku bonitacji gleb powyżej 1,80 charakteryzują się dobrymi warunkami glebowymi, natomiast wskaźnik bonitacji mniejszy od 1,50 świadczy o słabej jakości gleb.

Przydatność rolnicza gleb

Klasyfikacja bonitacyjna ma jednak wadę, że chociaż opiera się na przesłankach ekologicznych, to jej wynik końcowy sprowadza się do ogólnej wyceny wartości (urodzajności) gleby. Klasy bonitacyjne mówią o urodzajności gleby, lecz nie informują o przydatności gleb do uprawy określonych roślin. Dlatego też, opracowano podział gleb według kryteriów agroekologicznych.

Na jego podstawie sporządza się mapy przydatności rolniczej gleb w skali 1:5000. Podstawowymi jednostkami wyróżnianymi na tych mapach są „agroekologiczne typy gleb”, zwane kompleksami przydatności rolniczej gleb. Kompleksy te łączą gleby bliskie sobie pod względem agroekologicznych właściwości, ukształtowanych zarówno w toku procesów naturalnych, jak też przekształconych w wyniku gospodarczej działalności człowieka.

O przydatności gleb decyduje, przede wszystkim, wypadkowa takich czynników jak: skład mechaniczny, stosunki powietrzno-wodne, odczyn i zasobność w składniki pokarmowe, miąższość i stopień wykształcenia poziomu próchnicznego oraz warunki klimatyczne.

2. Mapy zawierające podział gleb wg jakości są mapami bonitacyjnymi;
3. Mapy zawierające treść przyrodniczą i bonitację są mapami glebowo-bonitacyjnymi.

C. Rodzaje map glebowych; skala czyli podziałka mapy

Rodzaje map glebowych

Treść każdej mapy zależy głównie od celu jej opracowania, czyli inaczej mówiąc zależy od tego dla jakiego odbiorcy dana mapa jest przeznaczona. Mapy glebowe mogą mieć bardzo różne przeznaczenie i dlatego opracowywane są w różnych wersjach. W Polsce (podobnie jak i w innych krajach) najczęściej sporządzane były mapy ogólnogleboznawcze zwane po prostu mapami glebowymi, glebowo-przyrodniczymi lub glebowo-genetycznymi (przykłady: w szerszym użytkowaniu znajdują się: „Mapa gleb Polski” 1:300000 (1956); „Mapa gleb Polski” 1:500000 (1972); i inne).

Treść tych map stanowią z reguły następujące elementy:

- 1) typ (i ew. podtyp) genetyczny gleby,
- 2) rodzaj gleby,
- 3) gatunek i ew. odmiana gleby (skład mechaniczny i budowa profilu glebowego).

Na podstawie tych map możemy więc uzyskać informacje o cechach genetycznych gleby, ukształtowanych w wyniku działania określonego procesu glebotwórczego oraz o pochodzeniu skały macierzystej i jej składzie mechanicznym. Ogólnie rzecz biorąc mapy glebowe (glebowo-genetyczne) dostarczają wielu informacji w zakresie podstawowych cech i właściwości gleb określonego obszaru. Nie dostarczają one jednak bezpośrednich danych na temat właściwości rolniczych i przydatności rolniczej gleb.

Poza mapami glebowo-genetycznymi na uwagę zasługują:

- mapy glebowo-bonitacyjne (klasyfikacyjne),
- mapy glebowo-rolnicze,
- mapy zasobności gleb i odczynu.

Poza wyżej wymienionymi sporządza się mapy specjalne, na których uwzględnia się szczegółowo tylko niektóre właściwości gleb (np. mapy melioracyjne, mapy urządzenia lasu).

Skala, czyli podziałka mapy

W zależności od celu opracowania i charakteru odbiorcy mapy glebowe sporządza się w różnych skalach. W innej skali opracowuje się mapę dla obszaru wsi, w innej dla obszaru gminy, a jeszcze w innej dla obszaru województwa czy kraju. W zależności od skali dzielimy mapy na:

- wielkoskalowe (szczegółowe),
- średnioskalowe,
- małoskalowe (przeglądowe).

Mapy wielkoskalowe sporządza się w skalach od 1:500 do 1:10000. Mapy glebowo-rolnicze dla obszaru całego kraju sporządza się w skali 1:5000. Jest to skala na tyle duża, że pozwala na umieszczenie na mapie każdego konturu glebowego o powierzchni powyżej 0,25 ha (1 cm² na mapie), a wyjątkowo nawet o powierzchni ok. 0,1 ha/0,4 cm² (na mapie), z tym jednak, że do tej minimalnej granicy schodzi się tylko w przypadkach skrajnych. Mapy te sporządza się dla pojedynczych wsi lub spółdzielni produkcyjnych. W niektórych przypadkach stosuje się również inne skale. Na przykład dla pól doświadczalnych sporządza się mapy bardziej szczegółowe, w skali 1:1000 lub nawet 1:500. Dla gmin natomiast zestawia się niekiedy mapy zgeneralizowane (uogólnione) w skali 1:10000.

Mapy średnioskalowe sporządza się je dla większych obszarów w skalach odpowiednio mniejszych 1:25000 ze względów technicznych nie można przedstawić konturów o powierzchni mniejszej od 1 ha (16 mm²). Korzystając z map glebowych czy glebowo-rolniczych w skalach średnich należy pamiętać, że mapy te mają mniejszy stopień dokładności i szczegółowości niż mapy wielkoskalowe.

Mapy małoskalowe (przeglądowe) sporządza się dla większych obszarów jak województwo czy kraj. Rzecz zrozumiała, że stopień generalizacji treści jest tu jeszcze większy.

1. Mapy glebowo-bonitacyjne (klasyfikacyjne)

Mapy takie zostały sporządzone w skali szczegółowej (głównie 1:5000) dla obszaru całego kraju. Główny cel sporządzania tych map stanowiła ocena i szczegółowa inwentaryzacja gleb (rejestry bonitacyjne gleb). Stąd też zasadniczą ich treść stanowią kontury klas bonitacyjnych. Mapy glebowo-bonitacyjne informują więc użytkownika o jakości gleby, nie dając konkretnych wskazań, jak daną glebę należy użytkować, aby uzyskać najlepsze rezultaty. Do tej samej klasy bowiem (np. IV) należeć mogą zarówno gleby ciężkie okresowo nadmiernie uwilgotnione, jak również gleby zbyt lekkie, okresowo za suche.

Mapa klasyfikacyjna (podobnie jak mapy: glebowo-rolnicza i zasobności gleb) sporządzana była na pokładzie topograficznym, na który w wyniku prac polowych (badania gleby w terenie) nałożona została treść rolnicza (kontury klas glebowych). Wobec powyższego, korzystając z mapy klasyfikacyjnej mamy do czynienia z treścią topograficzną (geodezyjną) i treścią rolniczą. W zakresie treści topograficznej wchodzi granice obiektu, drogi i koleje, cieki wodne, granice własnościowe, granice zbiorników wodnych, użytków rolnych i leśnych, terenów zabudowanych, nieużytków rolnych, w przypadku wsi numery działek indywidualnych rolników. Na mapie znaczą je linie ciągle cienkie i cienkie przerywane.

W zakres treści rolniczej wchodzi kontury klas bonitacyjnych i kontury zasięgów typów glebowych. Kontury typów glebowych znaczone są grubą linią przerywaną (opis symboli typów również linią grubą), kontury klasyfikacyjne znaczone są linią przerywaną cienką - dwie kreski dwie kropki. W przypadku nakładania się konturu klasyfikacyjnego na zasięg użytku (np. łąki) wyznaczony przez geodetę, brak jest dodatkowego zaznaczenia konturu klasyfikacyjnego. Na mapie kolejnym numerem zaznaczone są miejsca i numery odkrywek glebowych. Numery „w kółku” oznaczają odkrywki opisane na specjalnych drukach, bez „kółka” oznaczają odkrywki nie opisane, ale podobne do opisanych wcześniej odkrywek i zaznaczonych jak wyżej.

Na mapie klasyfikacyjnej wyodrębnia się typy i podtypy wyszczególnione w tabeli 46, a także następujące rodzaje gleb.

Rodzaje gleb (określenie genezy skały macierzystej, symbole cyfrowe)

1. Żwiry różnej genezy,
2. Piaski zwałowe, fluwiogłacjalne, akumulacji rzecznej,
3. Gliny zwałowe,
gliny o nieustalonej genezie,
4. Iły różnej genezy,
5. Pyły wodnego pochodzenia,
pyły o nieustalonej genezie,
6. Lessy i twory lessowate.

Kontur klasyfikacyjny poza zaznaczeniem wykonanych w jego zasięgu odkrywek posiada następujące elementy:

- kolejny numer,
- klasę bonitacyjną,
- sposób użytkowania,
- rodzaj gleby,
- pośrednio gatunek i typ gleby.

Tab. 46. Typy i podtypy gleb uwzględniane na mapie klasyfikacyjnej

Symbol literowy	Typy i podtypy gleb	Symbol literowy	Typy i podtypy gleb
A	gleby bielcowe właściwe gleby pseudobielcowe	F	mady o niewykształconym profilu mady brunatne mady czarnoziemne
B	gleby brunatne właściwe gleby brunatne wylugowane gleby brunatne kwaśne	G	rędziny o niewykształconym profilu rędziny brunatne rędziny czarnoziemne
C	czarnoziemy właściwe czarnoziemy zdegradowane	AB	gleby bielcowe i gleby brunatne wytworzone z piasków i żwirów gleby bielcowe właściwe gleby pseudobielcowe gleby brunatne właściwe gleby brunatne wylugowane gleby brunatne kwaśne
D	czarne ziemie właściwe czarne ziemie zdegradowane i nie-dokształcone		
E	gleby glejowe gleby bagienne gleby murszowe na torfach gleby murszowe na podłożu mineralnym gleby murszaste (murszowate)	bez znaku	gleby początkowego stadium rozwojowego

Przykład 1

48-R-V-2a (załącznik 3), kontur leży w obrębie zasięgu typu AB.

Objaśnienie kolejnych symboli:

- 48 - kolejny numer konturu,
R - sposób użytkowania - grunt orny,
V - klasa bonitacyjna,
2 - gleba wytworzona z piasku (rodzaj gleby),
a - gatunek gleby, opis znajduje się w „Komentarzu do tabeli klas gruntów” i jest następujący:

„a) piaski słabo gliniaste, całkowite, piaski słabo gliniaste, głębokie podścielone poniżej 100 cm piaskiem luźnym lub piaskami gliniastymi, piaski gliniaste lekkie i lekkie pylaste, podścielone na głębokości powyżej 50 cm piaskiem luźnym, lub słabogliniastym oraz piaski gliniaste mocne i mocne pylaste, podścielone na głębokości powyżej 50 cm piaskiem luźnym lub słabo gliniastym. Są to gleby brunatne lub zbielcowane o mało strukturalnym, słabo wykształconym poziomie próchnicznym, miąższości przeważnie około 20-25 cm. Gleby suche, przewiewne, zbyt przepuszczalne. Plony roślin uprawnych uzależnione od ilości opadów w okresie wegetacyjnym. Uprawia się na nich żyto, łubin żółty i seradela. Ziemiaki dają niezłe plony tylko w lata obfite w deszczę”.

Przykład 2

36-Ps-IV-a (załącznik 3), kontur leży w obrębie zasięgu typu DZ, D - oznacza typ gleby (czarna ziemia), Z - oznacza, że gleba użytkowa jest jako użytek zielony; podobnie należy rozumieć symbole BZ, EZ i inne.

Objaśnienie symboli:

36 - kolejny numer konturu,

Ps - sposób użytkowania - pastwisko,

IV - klasa bonitacyjna,

a - gatunek gleby: „a) czarne ziemie wytworzone z piasków gliniastych, zalegających na piasku luźnym, oglejonym na głębokości 50 cm. Miąższość poziomu próchniczno-darniowego około 25-30 cm.”

Klasyfikacja bonitacyjna daje jednak tylko ogólną wycenę wartości gleby. Mając np. glebę klasy IVa, lecz nie znając bliżej jej właściwości, nie wiemy czy bardziej nadaje się ona pod uprawę żyta, czy też pszenicy. Nie wiemy również, który z czynników obniża jej urodzajność powodując zaliczenie do klasy IVa, niedobór wody, podmokłość, nadmierna zwięzłość, czy rzeźba terenu? Znajomość ogólnej wartości gleby jest wystarczająca do określenia wysokości podatku. Lecz nie wystarcza do racjonalnej organizacji produkcji roślinnej, dla której konieczne jest dokładne poznanie agrotekologicznych właściwości gleby.

W latach sześćdziesiątych opracowano podział gleb wg kryteriów agroekologicznych, który stanowi zasadniczą treść map glebowo-rolniczych, sporządzonych dla całego kraju w skali 1:5000 oraz map pochodnych.

2. Mapy glebowo-rolnicze

Mapy glebowo-rolnicze przeznaczone są przede wszystkim dla rolników producentów i organizatorów produkcji rolniczej. Dlatego też mapy te, w swej treści obok cech i właściwości przyrodniczych gleby, zawierają ujętą syntetycznie informację dotyczącą ważniejszych właściwości rolniczych i przydatności rolniczej gleby. Najważniejszym elementem treści map glebowo-rolniczych są **kompleksy przydatności rolniczej gleb**. Oznaczenie dotyczące typu, rodzaj i składu mechanicznego stanowią niejako elementy uzupełniające, drugoplanowe

Na mapach glebowo-rolniczych uwzględnia się, poza wspomnianymi już kompleksami przydatności rolniczej gleb, typy i podtypy gleb, skład mechaniczny warstw powierzchniowych i głębszych oraz rodzaj i głębokość zalegania podłoża.

Podstawę do wydzielania na mapach glebo-rolniczych jednostek typologicznych gleb stanowi klasyfikacja gleb opracowana przez PTG (patrz treść map klasyfikacyjnych).

Mapy glebowo-rolnicze zawierają w swej treści następujące typy i podtypy gleb

gleby o niewykształconym profilu - (bez znaku)

Gleby bielcowe i pseudobielcowe - symbol A

Gleby brunatne

gleby brunatne właściwe - B

gleby brunatne wylugowane i brunatne kwaśne - Bw

Czarnoziemy

czarnoziemny właściwe - C

czarnoziemny zdegradowane i gleby szare - Cz

Czarne ziemie

czarne ziemie właściwe - D

czarne ziemie zdegradowane	- Dz
Gleby glejowe	- G
Gleby mułowo-torfowe	- E
Gleby torfowe i murszowo-torfowe	- T
Gleby murszowo-mineralne i murszowate	- M
Mady	- F
Rędziny	
rędziny słabo wykształcone	- R
rędziny brunatne	- Rb
rędziny próchniczne (czarnoziemne)	- Rc
rędziny deluwialne (namyte)	- Rd

Rodzaje i gatunki gleb

Na mapach glebowo-rolniczych oznaczenia rodzaju gleby zostały poważnie zredukowane. Podział gleb na rodzaje uwzględnia się w pełnym zakresie tylko na mapach glebowo-przyrodniczych (mapy te nie są przeznaczone do powszechnego użytku). Na mapach glebowo-rolniczych specjalne znaki dla określenia rodzaju stosuje się tylko w odniesieniu do gleb wytworzonych ze skał masywnych. Praktycznie rzecz biorąc rodzaje gleb oznaczamy tylko w terenach górzystych. Nie zawsze też pochodzenie utworu macierzystego decyduje o właściwościach gleby, która wykształciła się z tego utworu. Biorąc to wszystko pod uwagę zrezygnowano z oznaczenia na mapie glebowo-rolniczej rodzaju gleb wykształconych z utworów lodowcowych.

Nie znaczy to, że mapy glebowo-rolnicze nie informują w ogóle z jakiej skały wykształciła się gleba. Pośrednią, ale dość dobrą informację w tym zakresie uzyskujemy na podstawie oznaczeń składu mechanicznego gleby. Jeśli z mapy dowiadujemy się, że gleba ma skład mechaniczny piasku, to jasne jest, że gleba ta wykształciła się z piasku najczęściej zwałowego lub wodnolodowcowego, jeśli zaś gleba wykazuje skład mechaniczny gliny, to znaczy, że jej skałą macierzystą jest przeważnie glina zwałowa. W niektórych przypadkach sam typ gleby określa jej rodzaj. Na przykład mady są utworami aluwialnymi, rędziny wykształciły się ze skał wapiennych (rędziny gipsowe oznacza się specjalnym znakiem).

Na mapach glebowo-rolniczych uwzględnia się bezpośrednio skład mechaniczny (czyli podział gleb na gatunki), stosując podział na grupy mechaniczne wg PTG.

Znakowanie map glebowo-rolniczych

Zasadniczą treść map glebowo-rolniczych stanowią kontury wydzielonych jednostek glebowych wyrysowane grubą linią (0,5 mm), w których wpisane są „tłustym” pismem technicznym odpowiednie symbole. Symbole te tworzone są z cyfr arabskich oraz dużych i małych liter alfabetu łacińskiego. Czasem tylko (dla oznaczenia rodzaju gleby) stosuje się znaki figurowe. Symbole te są znakami umownymi i obowiązującymi przy sporządzaniu wszystkich map glebowo-rolniczych w skalach 1:5000 i 1:25000 w całym kraju.

Przykład symboli:

2B	4Bw	5Bw	8Dd	8D	6Bw	2zDd
gl	pgm.gl	pgm.pgl	pgm.gl	gl:gs	pgl.ps	gl.plz

(załącznik 4).

Górna część symboliu zaczyna się zawsze cyfrą arabską, która oznacza określony kompleks przydatności rolniczej gleb.

Niezależnie od znaków cyfrowych kontury kompleksów oznaczone są za pomocą barw. Każdy kompleks ma określony kolor. Duże litery oznaczają typy gleb, a umieszczone obok nich litery małe - podtypy (wykaz typów i podtypów). W dolnej części symbolu, jak gdyby w mianowniku ułamek, podany jest skład mechaniczny gleby. Symbole składu mechanicznego utworzone zostały z pierwszych liter nazw grup mechanicznych, np.: pl. - piasek luźny, gl - glina lekka itp. Symbol pojedynczy - gl oznacza, że gleba ma jednakowy skład mechaniczny do głębokości 150 cm (glinę lekką). Jeśli gleba wykazuje na różnych głębokościach odmienny skład mechaniczny, wówczas symbol jest bardziej złożony. Po znaku określającym skład mechaniczny warstwy powierzchniowej występują jedna, dwie lub trzy kropki, a po nich zawsze znaki literowe. Odpowiednią liczbą kropek oznacza się na mapach głębokość, na której występuje zmiana składu mechanicznego.

I tak jedna kropka oznacza, że zmiana następuje płytko, tj. nie głębiej niż 50 cm, dwie kropki - średnio głęboko, tj. 50-100 cm, trzy kropki - głęboko, tj. 100-150 cm. W miarę dokładne określenie pionowej zmienności składu mechanicznego w profilu glebowym jest bardzo istotne dla rolnika. Inne bowiem będzie miała właściwości gleba wytworzona z piasku gliniastego lekkiego na glinie występującej płytko, a inne wytworzona z tego samego piasku ale głębokiego, gdzie glina występuje poniżej 1 metra.

Symbol 8D - oznacza kompleks 8 - zbożowo - pastewny mocny, gleba jest czarna gl.gs ziemią właściwą, wytworzoną z gliny, od powierzchni glina lekka, poniżej 50 cm, ale nie głębiej niż 100 cm występuje glina średnia.

Niezależnie od zasadniczej treści, na które składają się grube linie konturów i symbole określające kompleks, typ i podtyp, rodzaj i skład mechaniczny gleby - mapa glebowo-rolnicza zawiera inne elementy treści.

Mapy glebowo-rolnicze w skali 1:5000 sporządzone są na podkładzie mapowym, który zawiera treść sytuacyjną, jak granice obrębu (wsi), granice władania (własnościowe), drogi, cieki naturalne i rowy, tereny zabudowane i inne (podkład ten stanowi mapa klasyfikacyjna). Elementy te pozwalają na łatwe zorientowanie mapy w terenie. Wykreślone są one liniami cienkimi i przez to nie zaciemniają treści zagadnieniowej (glebowo-rolniczej). Klasy bonitacyjne wpisane są cyframi rzymskimi od I do VI z uwzględnieniem podziału klas III i IV na a i b.

Niezależnie od wyżej wymienionych elementów treści, każdy kontur zawiera informację o powierzchni. W górnym lewym rogu każdego konturu drobnym pismem podana jest liczba w postaci ułamka. Nad kreską figuruje numer danego konturu, pod kreską zaś jego powierzchnia w ha. Na przykład $\frac{38}{4,1}$ oznacza, że kontur ten został oznaczony numerem 38, a jego powierzchnia wynosi 4 hektary i 10 arów. W przypadkach, gdy droga lub większy rów dzieli kontur glebowo-rolniczy, każda z części konturu ma odrębny numer, a powierzchnia podana jest jedynie dla tej części konturu.

Numery konturów ułatwiają w znacznym stopniu korzystanie z aneksów do map. W aneksach tych bowiem podanych jest wiele informacji, z odniesieniem do konkretnych konturów.

Czasem na mapie możemy znaleźć informacje pozornie sprzeczne. Na przykład z treści bonitacyjnej wynika, że mamy do czynienia z pastwiskiem klasy III (symbol Ps III).

a jednocześnie symbol treści glebowo-rolniczej wskazuje, że jest to gleba orna (^{2D}_{gl}). Wynika to stąd, że bonitacja gleb uwzględniała stan aktualny. Znaczy to, że jeśli na gruntach ornych było założone i urządzone pastwisko, teren ten klasyfikowano jako użytek zielony. Treść glebowo-rolnicza ustalana jest natomiast zawsze według naturalnej przydatności gleby, niezależnie od tego jak w danym momencie gleba jest użytkowana. Tak więc mapa glebowo-rolnicza informuje jak dana gleba powinna być użytkowana, a nie jakie jest jej obecne użytkowanie.

3. Aneksy opisowe i liczbowe do map glebowo-rolniczych

Nie wszystkie informacje dotyczące gleby możemy uwzględnić na mapie. Umieszczenie zbyt wielu elementów czyniłoby mapę nieczytelną i mało przejrzystą. Stąd też niektóre informacje przenosimy do aneksów. Aneksy sporządza się przeważnie oddzielnie dla map poszczególnych wsi lub dla gminy.

Część pierwsza aneksu poświęcona jest ogólnej charakterystyce warunków przyrodniczych danego obiektu (wsi lub gminy). Omówione są tu takie elementy jak: budowa geologiczna, rzeźba terenu, stosunki hydrologiczne oraz klimat lokalny.

Część druga dotyczy charakterystyki pokrywy glebowej. Znajdujemy to opis wyróżnionych na mapie jednostek glebowych. Następnie podana jest charakterystyka wyróżnionych na mapie kompleksów przydatności rolniczej gleb. W odpowiednich tabelach podane są powierzchnie oraz procentowy udział poszczególnych kompleksów i klasy bonitacyjne. Dużo miejsca poświęca się omówieniu stosunków wodnych gleb oraz potrzebom ich melioracji. W specjalnej tabeli podane są numery konturów gleb, które wymagają uregulowania stosunków wodnych. Dla terenów bardziej urzeźbionych, gdzie zachodzą procesy erozji, w aneksie podaje się, które kontury i w jakim stopniu są zagrożone erozją. Omawia się też stopień trudności gleb do uprawy i inne. Dalszy rozdział poświęcony jest zasobności gleb i potrzebom nawozowym.

Tak więc aneks zawiera wiele informacji, które wraz z informacjami zawartymi w treści samej mapy dają pełny obraz warunków glebowych danego terenu.

Typologia zastosowana w kartografii gleboznawczo-rolniczej pochodzi z przełomu lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych i zgodnie z zasadami obowiązującymi w kartografii nie może ulegać istotnym przekształceniom aż do zakończenia prac kartograficznych.

4. Kierunki i sposoby wykorzystania map glebowo-rolniczych

Mapy glebowo-rolnicze w skali 1:5000 wykorzystywane są głównie w następujących kierunkach:

- opracowanie planów urządzeniowo-rolnych gospodarstw wielkoobszarowych,
- opracowanie programów i planów rozwoju wsi i gminy,
- dobór gatunków i odmian roślin uprawnych do lokalnych warunków klimatyczno-glebowych,
- kontraktacja produkcji roślinnej,
- dobór odpowiednich maszyn i narzędzi rolniczych,
- optymalizacja nawożenia,
- ocena potrzeb i projektowanie melioracji rolnych,
- prace scaleniowe,
- ochrona gleb,
- planowanie przestrzenne.

Urządzenia gospodarstw wielkoobszarowych

Dla opracowania planu urządzeniowo-gospodarczego obiektu wielkoobszarowego niezbędna jest znajomość wielu czynników. Wśród nich najważniejsze miejsce zajmuje gleba.

Właśnie mapy glebowo-rolnicze, które ujmują całość gleb w niewielką ilość kompleksów o określonej przydatności rolniczej mogą stanowić podstawę do opracowania takich planów, a przede wszystkim do zaprojektowania odpowiednich układów pól uprawowych i płodozmianów. Mapa glebowo-rolnicza poprzez uwypuklenie kompleksów przydatności rolniczej gleb sugeruje niejako podział rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Współczesna organizacja produkcji roślinnej wymaga, aby pola uprawowe były odpowiednio duże. Przy podziale areалу gospodarstwa na pola niezbędnym staje się łączenie poszczególnych konturów glebowych w jeden kompleks uprawowy. Podawanie gotowych recept w tym zakresie byłoby rzeczą trudną i mało przydatną. Każde bowiem rozpatrywane konkretne gospodarstwo jest inne od drugiego, posiada swoją specyfikę. Ograniczymy się więc do podania ogólnych zasad łączenia konturów różnych kompleksów przydatności rolniczej w większe kompleksy uprawowe. Obowiązuje tu ogólna zasada łączenia konturów o podobnej przydatności rolniczej gleb. Najbardziej poprawny układ uzyskujemy, jeśli uda nam się wydzielić większe kompleksy uprawowe:

- pszenne,
- żytnie dobre,
- żytnie słabe,
- zbożowo-pastewne.

Kompleksy uprawowe pszenne - w skład tego kompleksu poza kompleksami typowo pszennymi (1, 2, 3) wchodzić mogą mniejsze kontury żytniego bardzo dobrego (4) oraz kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego (8). Dopuszcza się również (jeśli jest to nieuniknione) obecność drobnych konturów kompleksu żytniego dobrego (5). Jest zrozumiałym, że ilość konturów tworzących kompleksy uprawowe oraz procentowy udział powierzchni poszczególnych kompleksów w każdym konkretnym przypadku będą inne.

Kompleks uprawowy pszenno-słabszy - uzyskujemy przez łączenie (w równej lub nieco większej ilości) konturów kompleksu 2 i 4, podobnie jak w poprzednim przypadku kompleksami towarzyszącymi mogą być kompleksy: pierwszy, trzeci i ewentualnie piąty. W terenach podgórskich kompleks uprawowy pszenno-słabszy tworzymy najczęściej z kompleksów: 2 i 10, a w górskich z 10 i 11.

Kompleks uprawowy żytni bardzo dobry - otrzymujemy przez połączenie konturów kompleksów 4 i 5 jeśli gleby znajdują się w wysokiej kulturze, w płodozmianie dla tego pola można uwzględnić pszenicę, ale tylko odmiany o mniejszych wymaganiach glebowych.

W przypadku zaś niskiej kultury gleby, albo gdy zmuszeni byliśmy włączyć kontury kompleksu 6, uzyskujemy kompleks uprawowy **żytnio-ziemniaczany dobry**. Kontury kompleksów 6 i 7 w połączeniu dają kompleks żytni **słaby**. W zależności od przewagi jednego (6) lub drugiego (7) będzie to pole żytnio-ziemniaczane lub żytnio-lubinowe.

Kompleksy zbożowo-pastewne otrzymujemy z połączenia konturów kompleksów 8 i 9, przeznaczone są dla płodozmianu pastewnego. W skład pola o płodozmianie pastewnym poza kompleksami zbożowo-pastewnymi (8 i 9) wchodzić mogą kompleksy 2 i 4.

Większe obszary zagrożone erozją wydziela się jako kompleks uprawowy **erozyjny** (plodozmian przeciwerozrywny).

Mapa glebowo-rolnicza (poza jej wykorzystaniem do wydzielenia kompleksów uprawowych i pól) stanowi doskonałą pomoc przy projektowaniu innych elementów urządzeń, jak podejmowanie decyzji w sprawie lokalizacji zabudowy, projektowania dróg, miejsc na kopce, składowiska, place itd.

Niezależnie od wykorzystania mapy glebowo-rolniczej do opracowania planu urządzeniowo-gospodarczego powinna ona służyć za podstawę do bieżącej organizacji produkcji roślinnej. Szczególnie pomocna jest przy ustalaniu doboru gatunków i odmian roślin, programowaniu nawożenia i określaniu niezbędnych zabiegów agrotechnicznych, doboru odpowiednich narzędzi i maszyn rolniczych i in.

Mapa glebowo-rolnicza jako pomoc przy opracowywaniu programów i planów gospodarczego rozwoju wsi i gminy.

Dla poszczególnych wsi i gmin sporządza się wieloletnie programy (planowanie przestrzenne). Podstawę do tych opracowań stanowi: analiza warunków przyrodniczych i ekonomicznych danej wsi czy gminy oraz ramowe wytyczne odnośnie rozwoju rolnictwa w danym regionie.

Mapa glebowo-rolnicza (wraz z aneksem) pozwala na przeprowadzenie dokładnej analizy możliwości (produkcyjnych wsi lub gminy) nawet z indywidualnym uwzględnieniem poszczególnych gospodarstw. Dane liczbowe zawarte w aneksie do mapy pozwalają na szczegółowe programowanie nie tylko kierunku gospodarki, ale także optymalnej struktury zasiewów, potrzeb melioracji, zapotrzebowania na nawozy, możliwości kontraktacji roślin itp.

Przy opracowywaniu programów i planów tego rodzaju dążymy do jak najbardziej racjonalnego wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Ważną więc rzeczą jest ustalenie możliwości uprawy poszczególnych gatunków roślin ze zwróceniem uwagi na wprowadzenie roślin intensyfikujących produkcję rolniczą, lecz wymagających lepszych warunków glebowych. Na podstawie mapy glebowo-rolniczej (i załączonego aneksu do tej mapy) możemy opracować optymalną strukturę zasiewów dla każdej wsi i gminy. Zawarte w aneksie do map zestawienia liczbowe pozwalają na ujęcie tego zagadnienia ilościowo i to z dużą dokładnością.

5. Mapy zasobności gleb i mapy odczynu gleb

Mapa zasobności i odczynu gleb wykonywana jest w skali 1:5000 dla indywidualnych gospodarstw w postaci „zaleceń nawozowych dla gospodarstw indywidualnych” przez Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze. W zasadzie mapy te wykonywane są na specjalne zamówienia zainteresowanych.

Treść tych map stanowią odpowiednio nanoszone barwne znaki świadczące o zasobności poszczególnych pól w przyswajalne składniki pokarmowe: fosfor, potas, magnez lub wskazujące potrzeby wapnowania (tab. 47 i 48).

Dla każdego składnika pokarmowego (np. K_2O , P_2O_5) wykonuje się oddzielną mapę, na której wydziela się kontury różnej zasobności w ten pierwiastek, np. niskiej i znaczy je odpowiednim kolorem, w tym przypadku czerwonym. Badany obszar na mapie jest różnokolorowy i według zróżnicowania kolorów określamy zróżnicowaną zasobność gleb w składniki pokarmowe bądź określamy potrzeby wapnowania.

Tab. 47. Objaśnienie znaków na mapie lub szkicu gospodarstwa

Składnik pokarmowy	Zawartość składników pokarmowych			Wapnowanie
	niska	średnia	wysoka	
Fosfor				czerwone - konieczne
Potas	barwa czerwona	barwa żółta	barwa ciemno- niebieska	żółte - wskazane
Magnez				niebieskie - ograniczyć

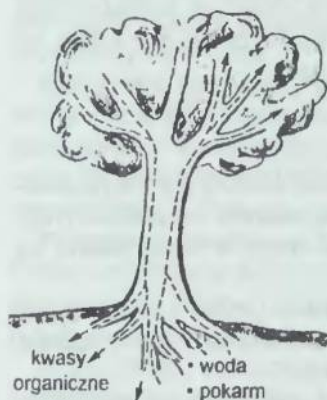
Tab. 48. Potrzeby wapnowania ustala się na podstawie następujących wartości odczynu gleb (pH) oznaczonego w 1 M KCl

Wapnowanie	Wartości pH na glebach		
	lekkich	średnich	ciężkich
Konieczne	do 4,5	do 5,0	do 6,0
Wskazane	4,6-5,5	5,1-6,0	6,1-7,0
Ograniczyć	od 5,6	od 6,1	od 7,1

Mapa zasobności i odczynu stanowi podstawę do sporządzenia planu nawożenia mineralnego i planu wapnowania pól gospodarstwa. Na podstawie znanej zasobności w przyswajalne składniki pokarmowe dla poszczególnych pól płodozmianowych możemy obliczyć potrzeby nawozowe (fosfor, potas), a w połączeniu z mapą glebowo-rolniczą określić rodzaj nawozu wapniowego i ustalić potrzeby nawożenia wapniowo-magnezowego.

Gleby należy wapnować systematycznie, najlepiej co roku 1/4 areалу gospodarstwa. W ten sposób każde pole będzie wapnowane co 4 lata. Pole przeznaczone do wapnowania ustalamy na podstawie zakwaszenia gleby uwzględniając przy tym następstwo roślin (nie wapnować pól pod ziemniaki, len i łubin).

Przeanalizuj poniższą rycinę.

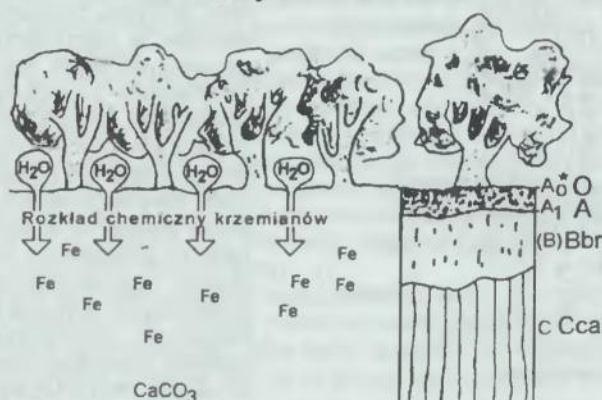


Ryc. 41. Szata roślinna jako czynnik glebotwórczy

Gleba i roślina to dwa żywe systemy wymieniające między sobą składniki pokarmowe. Korzenie roślin wydzielają różne substancje (a zwłaszcza kwasy organiczne) wywierające duży wpływ na różne procesy glebowe idące w kierunku zakwaszania, wymywania, bielcowania i innych. Ponadto korzenie roślin pobierają składniki mineralne między innymi z głębszych warstw gleby, transportują je do części nadziemnych roślin, np. liści i przez to przyczyniają się do gromadzenia składników organicznych i mineralnych na powierzchni gleby (ściółka leśna, poziom próchniczny). Świat roślin tak silnie związany z glebą, jest jednym z wielu czynników glebotwórczych, np.: pod lasami iglastymi powstają warunki do bielcowania gleb, pod lasami liściastymi tworzą się gleby brunatne, pod zespółami trawiastymi powstają gleby organiczne (torfy) lub czarnoziemne.

Przeanalizuj poniższą rycinę.

IIB.1. Gleby brunatne właściwe



Ryc. 42. Powstawanie gleb brunatnych właściwych

Gleby brunatne właściwe powstają z różnych utworów macierzystych bogatych w zasady. Zasadnicza budowa profilu gleb brunatnych właściwych jest następująca w naturalnych siedliskach leśnych:

O - poziom organiczny tworzący się z materii organicznej opadającej z drzew na powierzchnię utworu mineralnego przy pełnym dostępie powietrza;

A - poziom próchniczny;

Bbr - poziom nieiluwialnego wzbogacenia (wzbogacenie in situ), jest to typowo rozwinięty poziom cambic, barwy brunatnej, o strukturze agregatowej różnego kształtu i wielkości;

Cca - poziom skały macierzystej wykazujący akumulację węglanu wapnia.

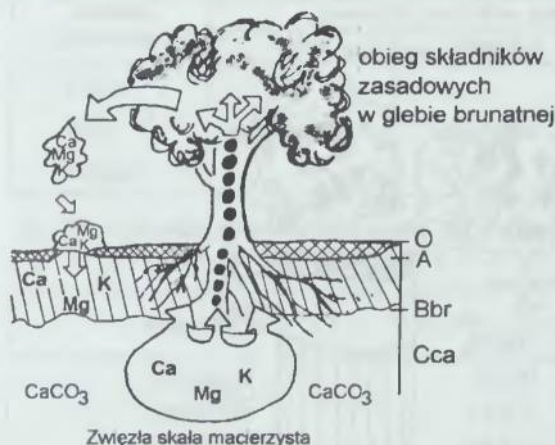
W procesie powstawania gleb brunatnych dużą rolę odgrywa proces wietrzenia chemicznego. Zakwaszona woda ($H_2O + CO_2$) łącznie z kwaśnymi wydzielinami roślin powodują rozkład glinokrzemianów. W procesie tym poza powstaniem wtórnych minerałów ilastych i uwalnianiem się składników pokarmowych, uwalniane jest również żelazo. Żelazo łączy się z tlenem i wodą tworząc wodorotlenek żelaza. Powstające w glebie związki żelaza mają najczęściej barwę od żółtej do ciemno-brunatnej. Związki żelaza jak również i glinu podlegają koagulacji tzn. wytrącaniu z roztworu glebowego pod wpływem jonów Ca^{++} , Mg^{++} lub Al^{+++} (w glebach kwaśnych) i przez to powodują tworzenie się brunatnych otoczek na ziarnach glebowych.

Żelazo łączy się również z związkami próchnicznymi tworząc na ziarnach mineralnych szaro-brunatne otoczki. łącznie powoduje to powstanie poziomu cambic. W powierzchniowej części gleby tworzy się poziom próchniczny zawierający dobrze zhumifikowaną próchnicę typu mull, wysyconą jonami C^{++} , Mg^{++} . Gleby brunatne charakteryzują się wymyciem węglanów do głębokości na ogół nie większej niż 60-80 cm oraz brakiem przemieszczania lub słabym przemieszczaniem frakcji ilastej, wolnego żelaza i glinu. Są to gleby eutroficzne i mezotroficzne.

Przejęcie gleb brunatnych przez człowieka pod uprawę rolną powoduje przerwanie naturalnego krążenia w nich składników odżywczych. Krążenie tych składników trwa nadal lecz nie jest zbyt silnie związane z ich pobieraniem z głębszych warstw i przenoszeniem w postaci opadu roślinnego na powierzchnię gleby gdzie następuje jego szybka mineralizacja. W uprawianych glebach brunatnych obieg substancji odżywczych uzależniony jest od stosowanych zabiegów agrotechnicznych. Profil gleby brunatnej uprawnej wykazuje następującą budowę: Ap-Bbr-Cca.

*Symbole wg starej Systematyki, 1974.

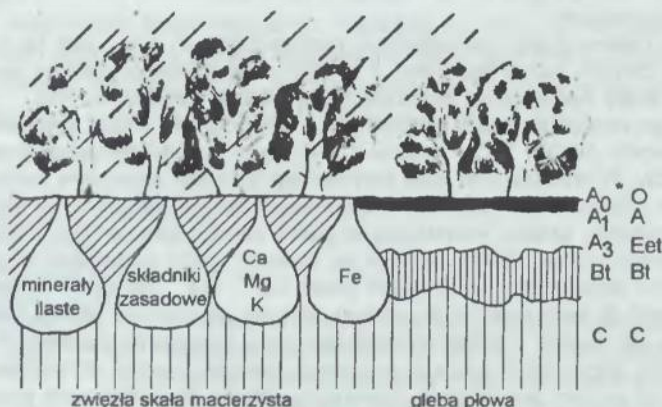
Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 43. Obieg składników o charakterze zasadowym w glebie brunatnej

Przeanalizuj poniższą rycinę.

IIB.3. Gleby płowe



Ryc. 44. Powstawanie gleb płowych

Proces wymywania prowadzi do wykształcenia się gleby płowej (lessivés), wykazującej następującą budowę profilową:

O - poziom organiczny (las liściasty lub mieszany),

A - szaropopielaty poziom próchniczny o nietrwałej strukturze zubożony we frakcje ilaste (ochric).

Eet - poziom wymywania o barwie słomkowo-żółtej (płowej), słabo strukturalny (luvic),

Bt - poziom wzbogacenia o barwie żółtobrunatnej, strukturalny silnie wzbogacony w części ilaste w porównaniu z poziomami nad nim leżącymi i ze skałą macierzystą, w stanie suchym rozpada się na agregaty, natomiast w stanie wilgotnym ma cechy zbityści i jest trudno przepuszczany, iluwialna akumulacja frakcji ilastej (argillic),

C - skała macierzysta, są to przeważnie utwory pyłowe, piaski gliniaste i gliny zwałowe.

*Symbole wg starej Systematyki, 1974.

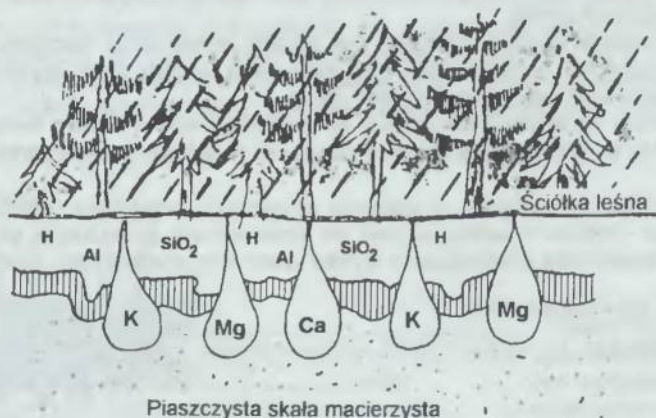
W glebie płowej podlegają wymywaniu koloidalnie rozproszone drobne cząsteczki ilaste i przemieszczaniu w głąb profilu glebowego. Towarzyszą temu również procesy ługowania, tzn. wymywania różnych rozpuszczalnych soli i związków mniej rozpuszczalnych jak węglanu wapnia i magnezu. Jednocześnie pod wpływem przesiąkającej wody glebowej z kompleksu sorpcyjnego wypierane są różne kationy o charakterze zasadowym. Procesy te zachodzą w warunkach słabo kwaśnego odczynu środowiska.

Il koloidalny, który powstaje w wyniku wietrzenia chemicznego glinokrzemianów (patrz powstawanie gleb brunatnych), przemieszczany jest z wyższych warstw gleby do niższych (poziom Bt) gdzie osadza się na ściankach porów glebowych lub drobnych szczelin w postaci ilastych błon.

Przemieszczanie się w głąb gleby minerałów ilastych (ilu koloidalnego) jest mechaniczne, tzn. nie podlegają one przedtem rozkładowi chemicznemu lecz przybierając formę zbliżoną do cieczy w całości spływają w głąb gleby. Razem z iliem przemieszczaniu ulegają związki żelaza. Powoduje to odbarwienie górnej części profilu glebowego (barwy płowej) i wzmocnienie barwy poziomemu wzbogacenia (intensywnie żółto-brunatna).

Gleby płowe odznaczają się znacznym wylugowaniem związków zasadowych, znacznym zakwaszeniem, pogorszeniem się struktury powierzchniowej części gleby, zróżnicowaną pionową przepuszczalnością wody opadowej, która może doprowadzać do częstego występowania cech ogłębienia odgórnego w poziomie Eet lub w górnej części poziomu wzbogacenia Bt.

Przeanalizuj poniższą rycinę.



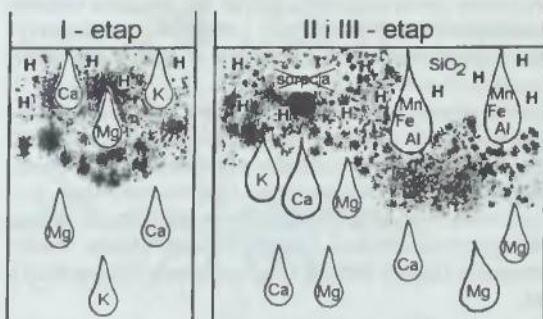
Ryc. 45. Niektóre czynniki wpływające na przebieg procesu bielicowania

Procesowi bielicowania sprzyjają:

- skały macierzyste ubogie w związki zasadowe i łatwo przepuszczające wodę opadową,
- roślinność leśna lasów iglastych, tworząca się w takich warunkach ściółka leśna zawiera dużo słabo zhumifikowanych kwaśnych substancji organicznych ubogich w składniki popielne i azot, zasobnych w trudno rozkładające się związki organiczne,
- tworzenie się na powierzchni gleby kwaśnych form próchnicy pod zbiorowiskami kwasolubnej (acidofilnej) roślinności borowej (świerka, sosny, borówki, wrzosów i innych),
- tworzące się związki organiczne rozpuszczalne w wodzie dają silnie kwaśne roztwory i powodują rozkład chemiczny niektórych minerałów pierwotnych i nielicznie występujących minerałów ilastych, jednocześnie rozpuszczają one i przemieszczają inne związki zasadowe lub związki żelaza i glinu,
- niższe temperatury i dostateczna ilość opadów powodująca wsiąkanie wody w glebę.

Przeanalizuj poniższą rycinę.

Bielicowanie



Ryc. 46. Proces bielcowania

Procesy bielcowania są znane już od dawna, jednak ich złożony mechanizm do tej pory nie został w sposób wyczerpujący wyjaśniony. Rysunek w sposób sztuczny dzieli ten proces na pewne etapy i chociaż taki pogląd odbiega nieco od aktualnego wyobrażenia procesu bielcowania, to jednak pozwoli on studentowi na łatwiejsze zrozumienie istoty tworzenia się bielicy.

W pierwszym stadium procesu bielcowania pod wpływem działania zakwaszonych roztworów glebowych wypłukiwane są sole łatwo rozpuszczalne oraz węglany wapnia i magnezu. Po wylugowaniu tych składników następuje wypieranie kationów o charakterze zasadowym z kompleksu sorpcyjnego i zastępowanie ich kationami wodoru i glinu występujących w nadmiarze w roztworze glebowym. Całkowite wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami H^+ , Al^{+++} powoduje niszczenie kompleksu sorpcyjnego oraz zmniejszenie się właściwości sorpcyjnych gleby.

Pochodzące z rozpadu kompleksu sorpcyjnego związki żelaza, glinu, manganu i fosforu przechodzą w stan roztworów rzeczywistych i są wymywane w głąb przez przesiakającą wodę. Powoduje to odbarwienie wierzchnich warstw gleby.

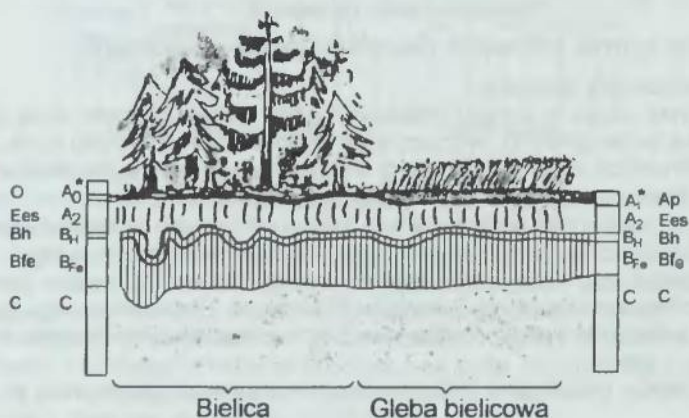
W silnie kwaśnym środowisku rozkładane są również wtórne minerały ilaste, produkty ich rozpadu Fe, Al, Mn są wypłukiwane razem z kwaśnymi związkami organicznymi z wierzchnich warstw gleby.

Związki te stracają się następnie w poziomie iluwialnym - wmywania. Wierzchnia warstwa profilu glebowego - poziom eluwialny, zostaje tak silnie wymyta, że budują ją głównie bielejące ziarna kwarcu i krzemionka powstająca w wyniku wietrzenia chemicznego glinokrzemianów.

Przeanalizuj poniższą rycinę.

IIC2. Gleby bielcowe

IIC3. Bielice



Ryc. 47. Bielica a gleba bielkowa

*Symbole wg starej Systematyki, 1974.

W wyniku intensywnego oddziaływania procesu bielcowego tworzy się gleba o następującej budowie profilowej:

- O - poziom organiczny, w jego skład wchodzi trzy podpoziomy: Ol - ściółki, Of - materii organicznej, częściowo rozłożonej, Oh - zhumifikowanej, dobrze rozłożonej materii organicznej;
- Ees - poziom wymywania (eluwalne wymycie żelaza i glinu), barwa szarobiała, silnie kwaśny i skrajnie ubogi w łatwo rozpuszczalne związki mineralne;
- B - poziom wzbogacania (iluwalna akumulacja żelaza i materii organicznej) zwykle zwięzły, a nawet zbity, składa się z dwóch podpoziomów:
 - Bh - barwa brunatnoczarna, podpoziom wmytych związków żelazisto-próchnicznych,
 - Bfe - barwa brunatno-rdzawa, wzbogacony w związki żelaza i glinu;
- C - skała macierzysta, najczęściej gruboziarnista.

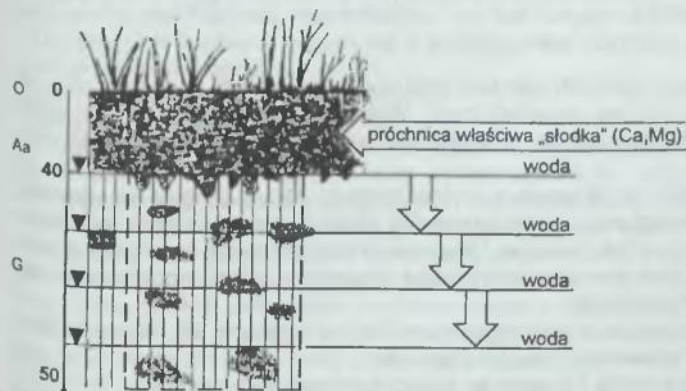
Glebę taką nazywamy bielcą, jest to gleba leśna charakteryzuje się ona bardzo silnym stopniem zbielcowania.

Zaznaczyć należy, że opisany wyżej profil bielcowy spotykany jest dość rzadko. Zarówno miąższość, jak i stopień wykształcenia się poszczególnych poziomów genetycznych waha się w szerokich granicach, w zależności od rodzaju roślinności, mineralnego, mechanicznego i chemicznego składu skały macierzystej, stosunków wodnych itp. Często w bielcowanych glebach leśnych, w górnej części gleby, na styku z poziomem Ees tworzy się słabo wykształcony poziom próchniczny A o bardzo małej miąższości i niedużej zawartości próchnicy.

Przez wycięcie lasu i oddanie gleb zbielcowanych pod uprawę rolną zahamowany zostaje proces bielcowania. W wyniku uprawy profil byłej gleby leśnej zostaje zmieniony przez zabiegi agrotechniczne, które powodują wykształcenie się poziomu Ap. Zmianie podlegają również właściwości chemiczne np. odczyn staje się mniej kwaśny. Wytworzoną w ten sposób glebę nazywamy glebą bielcową, różni się ona od typowej bielicy wyraźnie uformowanym poziomem próchnicznym. Budowa profilowa takiej gleby uprawnej jest następująca: Ap-Ees-Bhfe-C.

Przeanalizuj poniższą rycinę.

IIIB. Czarne ziemie



Ryc. 48. Powstawanie czarnych ziem

Czarne ziemie powstały w warunkach dużej wilgotności, pod wpływem procesu - darniowo-glejowego, przy na ogół znacznej zasobności skał macierzystych w węglany wapnia i wysokiego wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami.

Czarne ziemie w naturalnych siedliskach leśnych lub łąkowych wykazują najczęściej następującą budowę profilową:

- O - poziom organiczny, akumulacja materii organicznej w warunkach okresowego podtopienia;
- Aa - poziom próchniczny, czarno zabarwiony, o znacznej miąższości często przekraczającej 40 cm, poziom ten charakteryzuje się dobrą strukturą gruzełkową, dość dużą zawartością substancji organicznej a w tym próchnicy wykazującej trwałe połączenia organiczno-mineralne wysyczone kationami wapnia i magnezu; poziom diagnostyczny mollic;
- G - poziom glejowy, skała macierzysta w zasięgu wody gruntowej.

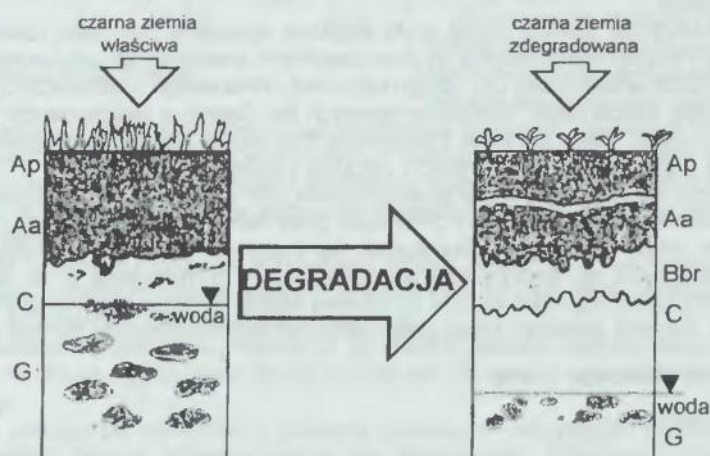
Gleby takie tworzą się przy udziale roślinności trawiastej, głównie łąkowej i ewentualnie łęgów olchowo-jesionowych z bogatym podszyciem i bujnym runem. Stopniowe odwodnienie naturalne lub sztuczne przerywa proces bagieny.

W warunkach pobagiennych gromadzona corocznie duża masa substancji organicznej pochodzącej z obumarłych resztek roślinności podlega humifikacji i powoduje tworzenie się głębokiego i zasobnego w próchnicę poziomu próchnicznego. W poziomie tym tworzy się próchnica beżowa, w której liczne połączenia organiczno mineralne wysycone są kationami Ca^{++} , Mg^{++} . Próchnica taka podlega powolnej mineralizacji.

Poziom wody gruntowej na terenie występowania tych gleb może podlegać wahaniom w ciągu roku, stąd poniżej poziomu próchnicznego obserwuje się w profilu występowanie lub ślady procesu glejowego (na rycinie szare plamy).

Czarne ziemie są glebami żyznymi, biologicznie czynnymi, o odczynie obojętnym lub zasadowym w całym profilu glebowym.

Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 49. Procesy degradacji czarnych ziem

W zagospodarowanych rolniczo czarnych ziemiach właściwych działalność człowieka zmienia wyraźnie charakter naturalnego procesu glebotwórczego. Wskutek zbyt długiego osuszenia, ekstensywnej uprawy, erozji, następuje proces degradacji czarnych ziem. Proces ten obejmuje głównie poziom próchniczny.

W górnej części poziomu Aa, w poziomie ornopróchnicznym Ap, wzmagają się procesy mineralizacji i humifikacji substancji organicznej i następuje stopniowe zmniejszenie się zasobności i ilości materii organicznej w tym poziomie. W wyniku zmniejszenia się zawartości próchnicy, poziom ornopróchniczny staje się mniej intensywnie zabarwiony, ulega częściowemu zakwaszeniu, pogarsza się w nim struktura.

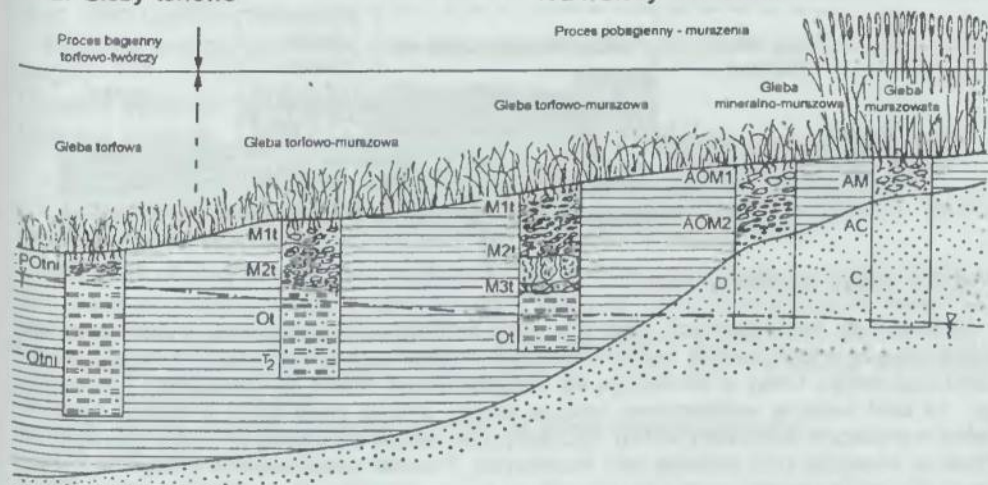
Poniżej poziomu Aa występuje rdzawo-brunatny poziom Bbr, wzbogacony we frakcje ilaste o strukturze pryzmatycznej i nie zawierający węglanu wapnia.

Skąła macierzysta pozostaje z mniej lub bardziej widocznymi cechami oglejenia.

Przeanalizuj poniższą rycinę.

IVA2. Gleby torfowe

IVB1. Gleby murszowe



Ryc. 50. Procesy: bagienny i pobagienny

Torfy (organiczna skała macierzysta gleb) powstają w warunkach procesu torfotwórczego, który sprzyja gromadzeniu substancji organicznej przy dużej wilgotności i małej lub bardzo małej dyfuzji tlenu. Taką skałę organiczną porasta hydrofilna roślinność bagienna oddziałująca na jej powierzchniowe warstwy, tworząc glebę torfową. Nie zostaje jednak przy tym przerwany **proces torfotwórczy** i dlatego gleby takie zaliczamy do gleb bagiennych. Gleby torfowe mają budowę profilu POTni-Otni. Podtypy gleb torfowych dzielą się na rodzaje i gatunki w zależności od pochodzenia, charakteru i właściwości masy torfowej oraz torfowiska (np. torf turzycowy, torfowcowy, olchowy).

Do typu gleb torfowych zalicza się 3 podtypy:

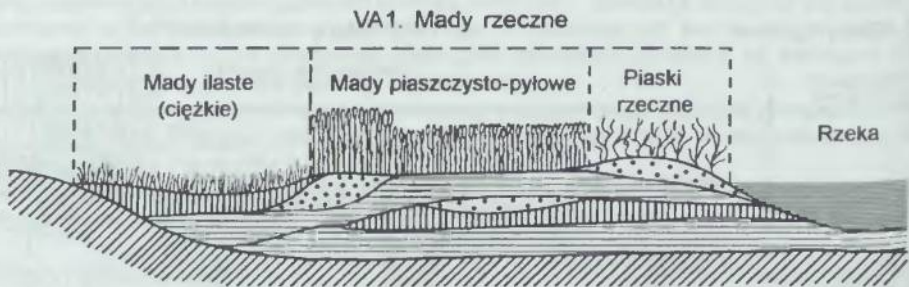
- * gleby torfowisk niskich;
- * gleby torfowe torfowisk przejściowych;
- * gleby torfowe torfowiskich wysokich.

Proces torfotwórczy (bagienny) często zostaje przerwany wskutek naturalnego bądź sztucznego obniżenia poziomu wody gruntowej. Zmiana warunków uwilgotnienia i natlenienia prowadzi do rozwinięcia się procesów pobagiennych - murszenia. **Murszeniem nazywamy proces, który przebiega w górnych poziomach gleb bagiennych w warunkach okresowej aerobiozy i anaerobiozy wywołanej dużymi wahaniami poziomu wody gruntowej i prowadzi do stopniowej mineralizacji masy torfowej oraz jej przekształcenia w właściwą amorficzną próchnicę.** Gleba torfowa objęta takim procesem zmienia się w glebę torfowo-murszową o budowie profilu M1t-M2t-Ot. Z punktu widzenia rolniczego jest to proces korzystny pod warunkiem, że jego przebieg będzie kontrolowany odpowiednio wysokim poziomem wody gruntowej. O wartości użytkowej gleb torfowo-murszowych decyduje stopień i głębokość zmurszenia oraz stan przesuszenia i rozpylenia wierzchnich warstw gleby.

Jeżeli murszenie przebiega w warunkach zbyt małego uwilgotnienia masy torfowej (zwłaszcza przy nadmiernym odwodnieniu złoża) to prowadzi ono w miarę jego nasilania do coraz większego rozpylania zmurszałej masy organicznej w poziomie M1t oraz pogłębienia zasięgu tego procesu w profilu gleb torfowo-murszowych. Proces taki uwidacznia się pojawieniem poziomu M3t o niekorzystnej strukturze pryzmatycznej. W tak degradowanych glebach powstają spękania, szczeliny, a zachodząca dehydratacja koloidów organicznych powoduje powstanie bardzo niekorzystnej, trwałej struktury drobnopryzmatycznej zwanej strukturą „koksikową”. W tym przypadku proces murszenia staje się procesem nieporządanym, a nawet szkodliwym.

Na obrzeżach torfowisk płytko zalegających na piaskach gdzie torf najszybciej podlega murszeniu, tworzą się gleby mineralno-murszowe lub przy większym stopniu przesuszenia i zmineralizowania masy organicznej - gleby murszowate.

Przeanalizuj poniższą rycinę.



Ryc. 51. Gleby aluwialne (mady)

W Polsce do mad rzecznych zaliczamy gleby aluwialne (fluwiogeniczne) wytworzone bądź powstające ze współczesnych osadów rzecznych w warunkach niesprzyjających rozwojowi procesu bagiennego. Gleby te odznaczają się: zróżnicowaniem składu mechanicznego i mineralnego, na ogół wyraźną warstwową budową profilu, wysoką zawartością próchnicy (niekiedy także w głębszych warstwach profilu) oraz dużą zmiennością w stosunkach wodno-powietrznych (duże w przeciągu roku wahania wód gruntowych). Poziome zróżnicowanie składu mechanicznego występuje zarówno wzdłuż osi rzeki jak i w poprzek jej doliny. Stąd też w strefie przybrzeżnej umiejscowiły się piaszki rzeczne, dalej mady piaszczyste i pyłowe, a najdalej od koryta rzeki mady cięższe bogate w części sypialne. Ten układ może być naruszony przez procesy deluwialne, w wyniku których materiał zwięzły może być przykryty lub zmieszany z materiałem lżejszym (części pyłowe, piaszczyste a niekiedy szkieletowe).

Cechy morfologiczne i właściwości mad wynikają z specyfiki osadów. Osady te są częściami składowymi uprzednio uformowanych gleb w zlewni rzeki, a następnie zniszczone przez procesy erozyjne i w wyniku transportu wodnego złożone w dolinie rzecznej. Stają się one specyficzną skałą macierzystą, która niemalże bezpośrednio po złożeniu staje się glebą zdolną do zaspokajania potrzeb pokarmowych roślin. Zróżnicowanie genetyczne mad rzecznych zależy więc w dużej mierze od rodzaju osadów mineralnych i organicznych, ich położenia w dolinie oraz od składu chemicznego wód rzecznych. Wyróżniamy następujące podtypy mad rzecznych:

- mady rzeczne właściwe A-AC-G;
- mady rzeczne próchniczne A-AC-CG lub DG;
- mady rzeczne brunatne A-Bbr-C lub D.

W poszczególnych podtypach mad rzecznych w zależności od składu mechanicznego wierzchnich warstw wyróżnia się następujące gatunki:

- mady piaszczyste (bardzo lekkie) - zawierające w wierzchnich warstwach 0-10% części sypialnych;
- mady lekkie zawierające w wierzchnich warstwach 10-20% części sypialnych;
- mady średnie zawierające w wierzchnich warstwach 20-35% części sypialnych;
- mady ciężkie zawierające w wierzchnich warstwach 35-50% części sypialnych;
- mady bardzo ciężkie zawierające w wierzchnich warstwach ponad 50% części sypialnych.

Szczególnie dobre właściwości fizyczne wykazują mady średnie pyłowe. Na glebach tych udają się między innymi: pszenica, rzepak, chmiel, len, buraki cukrowe i pastewne, warzywa.

Zagadnienia i pytania sprawdzające

Wymienić glebowe czynniki wpływające na wycenę bonitacyjną gleb uprawnych oraz gleb użytków zielonych.

Na czym polega wadliwość gleb zaliczanych do kompleksu 3- pszennego wadliwego?

Objaśnij symbole: 22-R-IVa-2a; 61-Ł-IV-d.

Objaśnij symbole: 3B 8Dd
gl i pgm-glp:pli

Wymień najważniejsze cechy i właściwości gleb zaliczanych do kompleksów zbożowo-pastewnych 8 i 9.

Wskazać na możliwości wykorzystania map glebowo-rolniczych do celów projektowania potrzeb nawozowych gospodarstwa. Wskazać najbardziej dogodną skalę map glebowo-rolniczych wykorzystywanych na następujących szczeblach administracyjnych: Urząd Wojewódzki, Gmina, wieś. Uzasadnić dobór skali i wskazać na dokładność poszczególnych map.

Jakie rośliny można uprawiać na polu, w skład którego wchodzi:

60% gleb kompleksu drugiego,

30% gleb kompleksu czwartego,

10% gleb kompleksu trzeciego.

Zadania:

1. Na podstawie symboli przedstawionych w pkt. 4 naszkicuj budowę profili tych dwóch gleb; umieść odkrywki w rzeźbie terenu występującej na tym polu; określ stosunki wodno-powietrzne tych gleb; wskaż rośliny jakie powinno uprawiać się na tych glebach.
2. Odszukaj mapy glebowo-rolnicze w skali 1:5000 (Urzędy Gminne) dotyczące terenu na którym pracujesz i zapoznaj się ze zróżnicowaniem pokrywy glebowej interesującego ciebie obszaru.

ZJAZD X

Temat: Kształtowanie żyzności gleb

Zakres tematyki ćwiczeń

Tematy zajęć seminaryjnych:

1. Rola niektórych właściwości gleby w kształtowaniu jej żyzności.
2. Procesy degradacji gleb i środowiska rolniczego.
3. Odporność gleb na degradację.

Pojęcia podstawowe

Żyzność gleby jest podstawową cechą, która odróżnia ją od nieożywionych skał. **Żyzność** to naturalna zdolność gleby do zaspokajania potrzeb roślin, czyli produkowania masy roślinnej poprzez dostarczenie wody, powietrza, składników pokarmowych oraz regulowania odczynu, uwarunkowana przez właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby.

Poza żyznością gleby i siedliska w gleboznawczej literaturze wyróżnia się jeszcze inne pojęcia: urodzajność, zasobność, produkcyjność, zmęczenie gleby, degradację gleby i środowiska, rekultywację i rehabilitację.

Urodzajność - stan gleby będący wynikiem pracy rolnika, określający jej zasobność w składniki pokarmowe i zdolność zaspokajania potrzeb roślin dzięki dobrym właściwościom fizycznym, chemicznym i biologicznym.

Zasobność gleby jest to sumaryczna zawartość w glebie składników mineralnych makro i mikrośladników oraz próchnicy i szczątków organicznych w różnym stopniu rozkładu.

Produkcyjność gleby to zdolność gleby do wydawania plonów roślin (z uwzględnieniem zarówno jakości i składu gleby, jej położenia w reliefie, jak i warunków makro i mikroklimatycznych). Produkcyjność gleb jest pojęciem stosowanym w ekonomice.

Zmęczenie gleby - zjawisko obniżenia produkcyjności gleby, którego przyczyny są różnorodne i bardzo złożone (często związane z jednostronną uprawą) m.in. wyczerpanie zasobów pokarmowych, utrata struktury, nagromadzenie szkodliwych dla roślin substancji, osłabiona lub wadliwa działalność drobnoustrojów spowodowana zakłóceniem równowagi biologicznej środowiska np. nadmiernym rozmnażaniem się swoich szkodników, chwastów, bakteriofagów itp.

Degradacja środowiska przyrodniczego, jest rozumiana jako względnie trwałe pomniejszenie aktywności biologicznej środowiska, pogarszanie wskaźników jakościowych atmosfery, wody, gleby i produktów roślinnych oraz obniżenie walorów klimatycznych, sanitarnych i krajobrazowych szaty roślinnej.

Degradacja gleby polega na względnie trwałych niekorzystnych zmianach właściwości fizycznych, chemicznych, fizykochemicznych i obniżeniu jej aktywności biologicznej, co prowadzi do pogarszania warunków zaopatrzenia roślin w składniki pokarmowe, wodę i powietrze.

Rekultywacja gleby - rekonstrukcja aktywności biologicznej środowiska glebowego. Dotychczasowe pojęcie rekultywacji dotyczy gruntów silnie i całkowicie zdewastowanych, a więc w zasadzie bezglebowych. Tymczasem rekultywacji wymagają także duże powierzchnie gleb o różnym stopniu zdegradowania przez przemysł i rolnictwo.

Rehabilitacja środowiska przyrodniczego - odtwarzanie lub powiększanie aktywności biologicznej środowiska, poprawa wskaźników jakościowych atmosfery, hydrosfery, gleby i jej produktów roślinnych oraz zwierzęcych, zwiększenie walorów klimatycznych, sanitarnych i krajobrazowych szaty roślinnej. Pojęcie to jest odwrotnością definicji degradacji środowiska przyrodniczego przy czym nie jest możliwe osiągnięcie stanu wyjściowego.

Naturalne i agrotechniczne czynniki żyzności gleb

W praktyce rolniczej żyzność gleby, jej urodzajność, bywają często utożsamiane tylko z zasobnością gleby w składniki pokarmowe. Z gleboznawczego punktu widzenia takie uproszczenie jest niewłaściwe, ponieważ żyzność gleby stanowi pojęcie znacznie szersze. Obejmuje ono bowiem nie tylko pośrednictwo gleby w dostarczaniu roślinom składników odżywczych, lecz także jej zdolność do przekazywania bytującym w niej roślinom wody, powietrza i ciepła. W przekazywaniu tym zasadniczą rolę odgrywają właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne.

Kowlaiński porównuje żyzność gleby do pracy zdrowego organizmu, kiedy wszystkie czynności jego organów przebiegają bez zaburzeń. Stan żyzności gleby (Sz) autor ten wyraża następującym wzorem:

$$Sz = f(Z, B, Wf, Wch, Wb, Mk)$$

gdzie:

- f - oznacza funkcję,
- Z - zasobność gleby,
- B - budowę profilu glebowego,
- Wf - właściwości fizyczne,
- Wch - właściwości chemiczne,
- Wb - właściwości biologiczne,
- Mk - mikroklimat glebowy.

Każdy z czynników ujętych w tym wzorze wpływa bezpośrednio lub pośrednio na stan żyzności i stąd w nowoczesnym rolnictwie konieczna jest dążność do ich optymalizacji. Oznacza to, że działalność rolnika, poprzez zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne, powinna stwarzać takie warunki glebowe, aby wymienione czynniki były optymalne dla wzrostu roślin. Rozpatrzmy więc oddzielnie każdy z czynników kształtujących żyzność gleby.

Zasobność - definicję zasobności przytoczono już we wstępnej części niniejszego rozdziału. Należy podkreślić, że dla praktyki rolniczej oznaczenia zasobności gleby w przyswajalne składniki pokarmowe wykonują Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze.

Analizami jednak obejmują one jedynie poziom orno-próchniczny (Ap) i na tej podstawie ustala się potrzeby nawozowe. Takie zawężenie badań przeważnie do 20 centymetrowej wierzchniej warstwy gleby nie daje pełnego obrazu jej zasobności,

gdyż niektóre gatunki roślin mogą pobierać składniki z głębszych poziomów genetycznych. Ponadto z makropierwiastków oznacza się przede wszystkim tylko przyswajalny potas, fosfor i magnez, podczas gdy roślinom do normalnego wzrostu potrzebne są, oprócz wymienionych pierwiastków, także azot, wapń, siarka, a z mikroelementów głównie bor, molibden, mangan, cynk, kobalt i miedź.

Z wieloletnich badań Adamusa, Boratyńskiego, Czuby i innych wynika że coroczne nawożenie fosforem (P_2O_5) w dawkach powyżej 70 kg i potasem (K_2O powyżej 80 kg powoduje dość trwałą akumulację tych pierwiastków w glebach. Potwierdzają to także wyniki badań Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Szczecinie za okres 1976-1982. W świetle tych badań gleby woj. szczecińskiego na ogół są dobrze zaopatrzone w przyswajalny fosfor i średnio zasobne w przyswajalny potas. Niekiedy jednak zawartość tych składników w poziomie Ap gleb uprawnych, a zwłaszcza pod sadami, bywa bardzo wysoka. Sytuacja taka zaistniała w latach 1976-1978 w czarnych ziemiach pyrzyckich, gdzie niektóre pola Państwowych Gospodarstw Rolnych zawierały w Ap 31,5-58,0 mg P_2O_5 /100 g gleby i 35,3-53,0 mg K_2O /100 g gleby, co świadczy o nadmiarze tych składników. Natomiast bardzo niepokojąco przedstawia się zasobność gleb Pomorza Zachodniego w przyswajalny magnez. Aktualnie w woj. szczecińskim aż 39% użytków rolnych wymaga nawożenia magnezowego, w woj. koszalińskim niedobory magnezu zaznaczają się jeszcze ostrzej. Fakty te napawają niepokojem, gdyż taki stan niedoboru magnezu w glebach Pomorza Zachodniego trwa już bardzo długo. Potwierdzeniem tego może być opracowanie Piszczka z 1967 r., w którym autor stwierdził, iż około 250 000 ha gleb ornych woj. szczecińskiego i około 500 000 ha gleb woj. koszalińskiego wymagała natychmiastowego nawożenia magnezem. Zakwaszenie gleb oraz wysoka ich zasobność w potas i niska bądź zła w magnez wywołuje w glebach zachwianie równowagi jonowej i obniża wartość paszową roślin ocenianą na podstawie zawartości w roślinie K, Mg, Ca lub stosunku K:(Ca+Mg). Jeżeli zawartość potasu w suchej masie rośliny przekracza 2,2-2,4% oraz gdy stosunek K:(Ca+Mg) w paszy jest szerszy niż 2,2:1 to istnieje między innymi prawdopodobieństwo zachorowania bydła na tężyczkę pastwiskową. Wieloletnie doświadczenia dowodzą, że wysokie dawki potasu wyraźnie rozszerzają stosunek K:(Ca+Mg) w roślinach i pogarszają ich wartość paszową, natomiast nawożenie magnezem stosunek ten zawęża. Dlatego też nawożenie magnezem należy uznawać za ważny zabieg poprawiający żyzność gleby, pod warunkiem, że nawóz w swoim składzie nie będzie zawierał metali ciężkich takich jak cynk, ołów, kadm.

Ważnym składnikiem glebowym jest także siarka. Jednakże nie stosujemy specjalnego nawożenia gleb tym pierwiastkiem, gdyż siarkę wprowadzamy do gleby z siarczanem amonu, siarczanem potasu, superfosfatem pojedynczym, solą potasową, obornikiem, a także z niektórymi preparatami ochrony roślin i poprzez emisję przemysłowe

Na ogół przy niskim pH większość naszych gleb mineralnych nie wymaga nawożenia takimi mikroelementami jak mangan, cynk, miedź, żelazo. Niedobory tych pierwiastków, a także boru mogą mieć jednak miejsce po wapnowaniu pól. Dlatego też „świeżo” zwapnowane gleby przeznaczone pod buraki, lucernę, koniczynę i wiele gatunków warzyw powinny być nawożone borem.

Ogromne znaczenie w zatrzymywaniu (sorbowaniu) składników pokarmowych odgrywa próchnica glebowa, której zawartość w glebach mineralnych waha się w granicach 0,6-6,0% (najczęściej w granicach 1,0-1,8%). Jednakże w glebach Pomorza Zachodniego dość często ujawnia się ujemny bilans próchnicy co oznacza przewagę

procesów mineralizacji nad humifikacją. Ważną rolę w poprawianiu tego bilansu oraz w polepszaniu jakości próchnicy spełnia racjonalne zmianowanie oraz nawożenie organiczne, zwłaszcza obornikiem. Duże znaczenie ma przy tym również utrzymanie w glebie odpowiednich warunków wodno-powietrznych (tab. 49).

Tab. 49. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na strukturę i kapilarną pojemność wodną gleby lekkiej wg Jagody i Skąpskiego

Rodzaj nawozów i dawki stosowane co roku	Próchnica* (%)	Procentowa zawartość frakcji gruzełków**		Kapilarna pojemność wodna (%)
		>1 mm	<0,25 mm	
Obornik, 60 t/ha	2,56	30	41	27,5
Obornik, 20 t/ha	1,74	20	49	23,2
NPK - 268 kg/ha***	1,10	13	59	16,1

*na głębokości 5-20 cm,

**na głębokości 0-10 cm,

***dawka w kg/ha: N - 72, P₂O₅ - 66, K₂O - 130.

Wieloletnie nawożenie obornikiem gleby jest nie tylko źródłem związków organicznych do odnawiania i gromadzenia próchnicy w glebie lecz równolegle z tym korzystnie wpływa na jej właściwości fizyczne i biologiczne. W przypadku gleby lekkiej w ZD Skierniewice (tab. 49) pod wpływem systematycznego nawożenia obornikiem stwierdzono, przeciwnie niż przy jednostronnym nawożeniu mineralnym NPK, przyrost zawartości próchnicy, zwiększenie udziału w glebie gruzełków większych od 1 mm, co łączyło się ze wzrostem rozmnażania się w glebie bakterii oraz promieniowców i osłabienie grzybów.

Budowa profilu glebowego - znacząco wpływa na stan żyzności gleby. Ważną rolę spełnia tu rodzaj gleby, w tym stopień przemycia i wysortowania materiału oraz skład mineralny gleby uzależniony od skały macierzystej i stopnia jej zwieterzenia. Ponadto na wytworzenie się żyzności gleby wpływają różne procesy glebotwórcze, w wyniku których tworzą się poziomy genetyczne profilu glebowego o charakterystycznych dla określonego typu gleby właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych. Na szczególną uwagę zasługuje poziom akumulacyjny A, jego miąższość i zawartość w nim próchnicy oraz jej jakość.

Gleby różnią się składem mechanicznym oraz zwięzłością poziomów powierzchniowych, podglebia, skał macierzystych względnie podścielających. Te właściwości wpływają na ilość wody dostępnej dla roślin oraz inne zależności między glebą a powietrzem i wodą glebową, kształtując odpowiednią kategorię stosunków wodno-powietrznych dominujących w danej glebie. Wskaźnikiem nieuregulowanych stosunków wodno-powietrznych są poziomy glejowe bądź różne formy oglejenia gleby.

Na ogół najkorzystniej ukształtowaną żyznością odznaczają się gleby o składzie mechanicznym utworów pyłowych i glin lekkich pylastych występujących w terenach płaskich o dobrym odpływie wód gruntowych. Zastosowanie na tych glebach właściwej agrotechniki utrzymuje je w wysokiej kulturze rolnej.

Właściwości fizyczne gleby - zabezpieczają optymalne warunki wodno-powietrzne i cieplne tworzące korzystny mikroklimat dla wzrostu i rozwoju roślin. Możliwość tej gleba uzyskuje dzięki strukturze, zwłaszcza gruzełkowej i porowatości (rozkładowi mikro, mezo i makroporów). Jednakże struktura nie jest trwała i jej niszczenie powodują niektóre czynniki klimatyczne (np. opady deszczu) oraz uprawowe. Najczęstszymi przyczynami niszczenia struktury są: zakwaszenie, zbyt duże uwilgotnienie, czę-

ste zabiegi uprawowe, uprawa roślin intensywnych, przeprowadzenie zabiegów uprawowych w niewłaściwym czasie i stosowanie maszyn o nieodpowiedniej konstrukcji. Przyczyny pogarszania się struktury i zagęszczania się gleb oraz sposoby poprawy ich właściwości fizycznych bardziej szczegółowo przedstawiono w materiałach zjazdu VI omawiającego „Fizyczne właściwości gleb”.

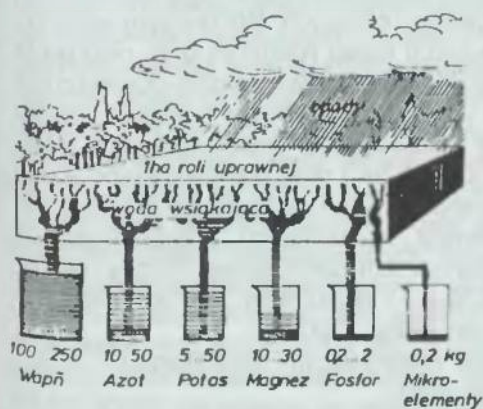
Reasumując, należy stwierdzić, że działania rolnika powinny przyczyniać się do wytworzenia takiej struktury gruzełkowej przy której gęstość objętościowa gleby w poziomie Ap utrzymywałaby się w granicach 1,1-1,3 g/cm³, co zapewniałoby jej porowatość ogólną w granicach 50%. Przy czym na pory kapilarne, doprowadzające wodę, przypadłoby o około 30%, a pozostałe 20% porowatości zajmowałoby powietrze. Taki układ pomiędzy fazą płynną i gazową gleby jest najbardziej korzystny dla roślin okopowych. Ze względu na trudności w utrzymaniu w glebie wymienionych, optymalnych parametrów wskazane jest, aby przynajmniej gęstość objętościowa poziomu A wynosiła 1,3-1,5 g/cm³, a porowatość ogólna kształtowała się w granicach 40-45%. Ponadto, w celu poprawienia stosunków wodno-powietrznych na głębokości 30-50 cm, działania rolnika powinny zmierzać do niszczenia „podeszwy płuznej” między innymi poprzez stosowanie głęboszowania.

Należy tu podkreślić, że zawartość wody i powietrza w glebie są zmienne, a ich wzajemny stosunek wpływa, a niekiedy nawet decyduje o możliwościach wzrostu i rozwoju roślin.

Właściwości chemiczne. O żyzności gleby, poza omawianą już zasobnością w próchnicę oraz w makro i mikroelementy pokarmowe, decydują także inne właściwości chemiczne takie jak: pH, zawartość glinu ruchomego, zawartość CaCO₃, właściwości sorpcyjne i skład chemiczny kompleksu sorpcyjnego, buforowość gleby oraz jej odporność na degradację. Z tych właściwości, ze względu na bardzo niekorzystnie pH gleb Polski, główną uwagę poświęca się ich zakwaszeniu. Pomiar pH informuje rolnika o aktualnej „wydolności” gleby niektórzy znaczenie tego pomiaru porównują do badań morfologicznych krwi organizmu ludzkiego.

Powszechnie wiadomo, że przy pH_(KCl) poniżej 4,5 wzrost i rozwój wszystkich roślin uprawnych jest ograniczony, gdyż w glebie między innymi uaktywniają się nadmierne ilości toksycznego glinu ruchomego. Znaczenie tego problemu potwierdzają wyniki badań Katedry Gleboznawstwa Akademii Rolniczej w Szczecinie wykazujące, iż na wielu polach uprawnych wartość pH_(KCl) jest nawet niższa od 4,0, a więc odczyn bardziej typowy dla gleb lasu iglastego, niż dla gruntów ornych. Stan ten potwierdzają wyniki badań Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Szczecinie, gdyż na 31% użytków rolnych województwa stwierdza się konieczność wapnowania gleb i uważa, że na podobnym obszarze (33%) wapnowanie jest „wskazane”. Natomiast w woj. koszalińskim procent gleb wymagających wapnowania jest jeszcze większy. Przyczyny tak silnego zakwaszenia gleb są znane od dawna. Poza czynnikami przyrodniczymi (kwaśny charakter skały macierzystej, przewaga opadów nad parowaniem i związane z tym procesy bielicowania gleb, procesy mikrobiologiczne) do zakwaszenia przyczynia się również działalność człowieka (kwaśne deszcze, stosowanie nawozów mineralnych, zwłaszcza fizjologicznie kwaśnych oraz zabieranie z gleby dużych ilości wapnia z plonami bez uzupełnienia jego ubytków wapnowaniem. Do najbardziej groźnych należą związki siarki wydzielane w postaci SO₂, mgieł H₂SO₃, H₂SO₄, H₂S oraz pyłów siarki rodimej. Dwutlenek siarki, siarkowodór, siarczki i siarka utleniają się do kwasów siarkawego i siarkowego odznaczających się dużą agresywnością, powodują zakwaszenie gleby i bardzo silną jej degradację. Aktualnie bez systematycznego wapnowa-

nia gleb silnie kwaśnych i kwaśnych nie może być mowy o optymalnych warunkach wzrostu i rozwoju roślin. Wapnowanie bowiem usuwa zakwaszenie gleby i wolne jony glinu, poprawia strukturę, wpływa na skład mikroflory glebowej, przyspiesza rozkład substancji organicznej, a przez to udostępnia roślinom składniki mineralne, zwłaszcza azot i potas. Wapnowanie wywiera dodatni wpływ na zawartość przyswajalnego fosforu, ale tylko do pewnej granicy odczynu - $pH_{(KCl)}$ 6,0-6,5. Doprowadzenie odczynu do pH 7 lub wyżej znacznie obniża przyswajalność fosforu, żelaza, boru, manganu i cynku. Ponadto szybkość zmian odczynu gleby zależy od jej buforowości, a rodzaj nawozu wapniowego powinien być dostosowany do składu mechanicznego gleby. Dlatego zabieg ten jak i nawożenie gleb magnezem musi opierać się na ścisłych danych z uwzględnieniem wyników doświadczeń nad efektywnością tych zabiegów, tzn., ich wpływem na wielkość i jakość plonów roślin oraz nad procesami chemicznymi i fizycznymi zachodzącymi w glebie. Podobnie przy dostarczeniu składników mineralnych należy rozważyć ich rozmieszczenie w profilu glebowym, a także warunki i czynniki, które mogą różnicować ich pobieranie. Uwzględnić też należy głębokość do której korzenie roślin mogą przenikać profil glebowy i otrzymywać składniki pokarmowe oraz wodę. Czynniki te bowiem, tak jak i zdolność dostarczania przez glebę składników pokarmowych, mają decydujący wpływ na efektywność stosowania nawozów.



Ryc. 52. Straty ważniejszych składników pokarmowych roślin spowodowane wymywaniem z gleby z podaniem zakresu wahać (wg Libertha)

Właściwości biologiczne - w glebach występują zarówno przedstawiciele świata roślinnego jak i zwierzęcego, a więc gryzonie, robaki, owady, a przede wszystkim ogromne ilości mikroorganizmów (głównie bakterii). Ilości te zależą od warunków glebowych (ilości i jakości materii organicznej, napowietrzenia, temperatury, uwilgotnienia, odczynu) oraz działalności człowieka. Szacuje się, iż w warstwie ornej żyznych gleb, ciężar masy bakterii łącznie z korzeniami roślin wynosi od 1,5-15,0 t/ha a nawet do 20,0 t/ha i cała ta masa bierze udział między innymi w przemianach różnorodnych substancji w glebie oraz w krążeniu węgla, azotu, fosforu, siarki i innych pierwiastków w przyrodzie. Dla rolnika szczególne cenne są bakterie symbiotyczne (brodawkowe) i niesymbiotyczne wiążące wolny azot z powietrza. Przeważnie jednak ich działalność ustaje wraz z zakwaszeniem gleby. Badania ostatnich lat dowodzą, że jednym z podstawowych czynników decydujących o żyzności gleby są właśnie mikroorganizmy, które wraz z szatą roślinną określają całość przemian związanych z biologią i właściwościami fizykochemicznymi gleb. Kształtują one jej aktywność biologiczną.

Mikroklimat glebowy - wywiera podobny wpływ na vegetację i plonowanie roślin jak klimat przygruntowych warstw powietrza. W sezonie wegetacyjnym spełnia on główną rolę w zapewnianiu roślinie optymalnych warunków wilgotnościowych, powietrznych i ciepłych. Od tego klimatu zależy np. pobieranie wody przez systemy korzeniowe, odżywanie mineralne rośliny, wzrost i oddychanie korzeni, życie w glebie bakterii oraz szybkość i przebieg rozkładu materii organicznej. Ważnym czynnikiem różnicującym mikroklimat jest rzeźba terenu. Zbocza o wystawie południowej otrzymują więcej promieniowania słonecznego wiosną i latem; szybciej się ogrzewają i wysychają niż gleby położone na północnych stokach. W takich warunkach czynniki mikroklimatu glebowego, w porównaniu z terenami płaskimi, mogą wykazywać większą zmienność; sprzyjają temu między innymi procesy erozji wodnej.

W ogólnym ujęciu mikroklimat glebowy zależy od makro i mikroklimatu nadglebowego oraz od składu mechanicznego, struktury i innych właściwości fizycznych i chemicznych gleby. Związany on jest także z typem, rodzajem i gatunkiem gleby.

Degradacja gleb

Procesy degradacji środowiska glebowego związane są z pogorszeniem jakości oraz ze stratami zasobów gleb. Mają one miejsce w warunkach zbliżonych do naturalnych, ale zachodzić mogą także pod wpływem działalności człowieka na terenach przemysłowych, zurbanizowanych jak też wybitnie rolniczych. Wymiernym wskaźnikiem degradacji gleb jest **zmniejszenie produkcji masy roślinnej oraz obniżenie jej wartości biologicznej**. W wyniku niewłaściwego traktowania gleb powierzchnia gruntów zdegradowanych i zdewastowanych w 1986 roku wynosiła w Polsce 103200 ha. W obszarze tym znalazły się także gleby o największych możliwościach produkcyjnych, zaliczane do I-III klasy bonitacyjnej, których na 1 mieszkańca kraju przypadazaledwie 0,13 ha. Równolegle z procesem degradacji gleb zachodzi ich przekazywanie na cele nierolnicze (budownictwo, przemysł, komunikacja), przyczyniając się także do pomniejszenia powierzchni produkcyjnej rolniczej i leśnej. Proces rekultywacji gleb zdegradowanych jest trudny, kosztowny i długotrwały. W roku 1986 zre-kultywowanozaledwie 4200 ha, a zagospodarowano 3200 ha.

Degradacja i dewastacja gleb przejawia się następującymi zjawiskami:

- a) zmianami geotechnicznymi powierzchni gruntów,
- b) deformacją stosunków wodnych,
- c) nasileniem się procesów erozji wodnej i wietrznej,
- d) ugniataniem i rozpylaniem gleby przez maszyny rolnicze w wyniku niewłaściwej mechanizacji rolnictwa,
- e) postępującym ubytkiem próchnicy w wyniku wzmożonej mineralizacji i denudacji poziomu A,
- f) wyczerpywaniem się naturalnych zasobów składników pokarmowych,
- g) niekorzystnymi zmianami we właściwościach chemicznych wyrażającymi się:
 - intensywnym zakwaszeniem lub alkalizacją,
 - nadmiernym stężeniem soli w roztworach glebowych,
 - naruszeniem równowagi jonowej w środowisku glebowym w wyniku stosowania niepełnoskładnikowego nawożenia mineralnego, ścieków komunalnych, gnojowicy oraz oddziaływania pyłów i gazów przemysłowych,
 - nadmierną akumulacją metali ciężkich i substancji fitotoksycznych na terenach przemysłowych, zurbanizowanych i wzdłuż szlaków komunikacyjnych,
 - akumulacją trwałych środków ochrony roślin w glebie.

Zmiany geotechniczne powierzchni gruntów związane są z działalnością przemysłową, górniczą, rozbudową aglomeracji przemysłowo-miejskich, ośrodków rekreacyjnych oraz szlaków komunikacyjnych, zbiorników i kanałów wodnych, eksploatacją wapieni, żwiru, piasku, ilitu, torfu itp. Nagminnym zjawiskiem, budzącym poważny niepokój, jest składowanie odpadów przemysłowych, miejskich i innych w postaci nasypów, hałd, składowisk, osadników, pól refulacyjnych. Najbardziej uciążliwe są hałdy odpadów paleniskowych energetyki, hutnictwa i chemii.

Zaburzenia stosunków wodnych powodowane są np. przesuszeniem gleby wskutek działalności górnictwa, lejami depresyjnymi, wadliwie przeprowadzonymi melioracjami oraz „zawodnieniem” gleb wokół zbiorników, hałd, a także w przypadku uszkodzonych bądź zniszczonych systemów melioracyjnych. Największe zmiany istniejących układów hydrologicznych wywołuje górnictwo odkrywkowe bądź wypompowywanie wody z głębokich wykopów przy wznoszeniu budowli przemysłowych np. elektrowni. W takich sytuacjach odwodnienie odkrywki odciąga wody gruntowe z rozległych obszarów i jest powodem silnej degradacji środowiska glebowego, zwłaszcza gleb leśnych oraz hydrogenicznych pod użytkami zielonymi.

Istotne zmiany w układzie stosunków wodno-powietrznych w glebach powodują zabiegi melioracyjne polegające na wyprostowaniu biegu cieków wodnych, szybkim usunięciu nadmiaru wody z małych podmokłych obniżen terenowych bez uwzględnienia właściwości hydrologicznych zlewni. Nie negując pozytywnego wpływu melioracji wodnych, zabiegi te zwłaszcza polegające tylko na odwadnianiu, często pogarszają stosunki wodne głównie na glebach lekkich wytworzonych z piasków. Na rozległych obszarach obserwuje się wtedy stopniowe obniżanie poziomu wód gruntowych, głębokie wcinanie się cieków wodnych, osuszanie torfowisk połączone z ich osiadaniami, kurczenie się torfu w warstwie przesuszonej oraz intensywnym murszeniem.

Nadmierne obniżenie poziomu wody gruntowej szczególnie wyraźnie daje o sobie znać na glebach hydrogenicznych, bowiem w krótkim czasie w glebach torfowo-murszowych powoduje bardzo silne zaawansowanie procesu murszenia, który Okruszko i Szuniewicz określają jako „stadium Mt III”. W stadium tym poziom darniowo-murszowy o miąższości 0-10(15) cm jest powiązany korzeniami roślin i posiada dość zwięzłą, drobnokaszgowatą strukturę murszu. Pod tym poziomem na głębokości 10(15)-20(25) cm pojawia się mursz o stwardniałych, ostrokanciastych gruzelkach, w okresie suchym sprawiających wrażenie koksiku. Poniżej występuje przejściowa warstwa torfu o charakterystycznej grubopryzmatycznej, kawalkowej strukturze. Taka budowa profilu świadczy o degradacji gleby, gdyż:

- w okresie większych deszczów następuje szybkie przesiąkanie wody opadowej przez warstwy murszowe mające często konsystencję żwiru,
- podsiąkowe wznoszenie się wody jest utrudnione i przeważnie bardzo małe.

Jak już zaznaczono zaburzenie stosunków wodno-powietrznych w glebie może doprowadzić, poza przesuszeniem terenu, do jego podmokłości. Stan taki powstaje w wyniku płytkiego zalegania wody gruntowej, utrudnionego odpływu wód powierzchniowych oraz pod wpływem słabej przepuszczalności głębszych warstw profilu glebowego i prowadzi on do ujawnienia się w glebie różnych form oglejenia. Oglejenie marmurkowate, strefowe i całkowite w dolnej i środkowej części profilu świadczy o wadliwym, wymagającym regulacji, układzie stosunków powietrzno-wodnych w glebie. W przypadku gleb opadowo-glejowych procesem oglejenia mogą być objęte górne poziomy ge-

netyczne, z poziomem A włącznie. Stan taki powoduje, że system korzeniowy roślin znajduje się w niekorzystnym środowisku glebowym wyrażającym się:

- utrudnioną wymianą powietrza glebowego,
- silniejszym zakwaszeniem i uruchamianiem glinu wymiennego,
- niskim wysyceniem kompleksu sorpcyjnego zasadami.

Na powyższe właściwości środowiska glebowego wiele gatunków roślin reaguje ujemnie np. może wystąpić niedostateczny rozwój systemu korzeniowego takich roślin jak: pszenicy, jęczmienia, buraków, kukurydzy, rzepaku, słonecznika i innych. Są to zarazem symptomy zmniejszającej się żyzności gleb opadowo-glejowych, które można poprawić na drodze ich melioracji i odpowiednio intensywnych zabiegów agromelioracyjnych.

Łagodzenie zaburzeń w stosunkach wodnych gleb spowodowanych rolniczą działalnością można osiągnąć poprzez szeroko pojętą fitomeliorację, stworzenie korzystnych warunków dla nawodnień, wprowadzanie próchnicotwórczej agrotechniki przez stosowanie różnych form nawozów organicznych, poprawę struktury gleb, zalesianie i zadarnianie stoków, szczególnie narażonych na procesy erozyjne, budowę zbiorników retencyjnych i nawodnienia.

Zagrożenie terenów erozją. Ze zjawisk erozyjnych na Pomorzu Zachodnim największe znaczenie przyrodniczo-gospodarcze ma erozja wodna, następnie eoliczna i abrazja.

Rozprzestrzeniająca się erozja wodna i wzrost jej natężenia staje się szczególnie ważnym i trudnym problemem dla gospodarki rolnej, dominującej w tym regionie, wymagającej racjonalnego systemu zabiegów przeciwoerozyjnych odpowiadającego warunkom przyrodniczym i wymogom ekonomicznym.

Erozja wodna przejawia się w powierzchniowym splukiwaniu i żłobieniu, a intensywność przebiegu tych procesów, poza czynnikami glebowo-hipsometrycznymi, zależy od rodzaju wód opadowych.

Słabiej zaznaczoną erozję wodną najczęściej powodują wody roztopowe połączone ze spokojnymi opadami deszczu u schyłku zimy i na przedwiośniu. Powierzchniowy spływ takich wód wywołuje w części wierzchowinowej, zbocza splukiwanie, które na wypukłej jego części przechodzi w słabo zaznaczone formy żłobienia. Żłobiny osiągają nieduże rozmiary do głębokości 3-4 cm i szerokości 5-7 cm. U podnóża zbocza gromadzą się stożki napływowe, różnoziarniste (piaszczysto-pyłowe), a masa zmywu kształtuje się na poziomie 4-6 t/ha.



Ryc. 53. Zjawisko erozji wodnej - żłobinowej występujące w pasie wzniesień morenowych Pomorza

Sporadycznie występujące opady burzowe, z których suma opadu osiąga 30 mm i więcej, wywołują erozję wodną ostrzej zaznaczoną, głównie w formie żłobin, powo-

dająca większe zmywanie gleby oraz dalszy transport zmywanego materiału poza podnóże. Przy silniejszym zmywaniu straty materiału glebowego sięgają do 20 t/ha.

Obydwie formy erozji, słabsza i silniejsza, główną siłą zmywającego działania kierują na wypukły odcinek zbocza, na którym gleba ponosi największe straty próchnicy i drobnych frakcji i przez to w największym stopniu podlega spłyceniu. W tych miejscach proces glebotwórczy jest względnie najbardziej ograniczony, a na powierzchnię wydostają się warstwy głębsze, często prawie surowego materiału zwałowego.

U podnóża zbocza zmywanie ustępuje miejsca sedymentacji powodującej systematyczne nadbudowywanie profilu glebowego; poza tym wody powierzchniowe w większym stopniu oddziałują wgłębnie, wymywając z niego składniki chemiczne łatwo rozpuszczalne. Część wód opadowych może być zatrzymywana u podnóża zbocza na względnie słabiej przepuszczalnym podłożu zwałowym i staje się przyczyną występowania okresowo luźna wody gruntowej oraz większego zakłócenia stosunków wodno-powietrznych w profilu glebowym.

Erodowane gleby wierzchowiny i zbocza wykazują wyraźną odrębność w stosunku do gleby napływowej (deluwialnej) u podnóża tak pod względem właściwości fizycznych, chemicznych jak i biologicznych.

Gleby wierzchowiny i zbocza wypukłego, przy niskiej porowatości ogólnej (31-37%) i niekapilarnej (2-5%) i dużym stopniu zbitcia materiału glebowego (gęstość objętościowa 1,6-1,78 g/cm³), wykazują mniejszą retencję wodną, co w okresach suszy atmosferycznej jest przyczyną zmniejszenia się zapasów wody do ilości trudno przyswajalnych przez rośliny i ich wędnięcia. Przy korzystniejszych właściwościach fizycznych gleb u podnóża zbocza (porowatość ogólna 38-41%, niekapilarna 1,2-3,5%, gęstość obj. 1,5-1,65 g/cm³) zapasy wody są większe, a przy jej zatrzymywaniu na trudniej przepuszczalnym podłożu pojawiają się nawet procesy zabagnienia. Przy takim uwilgotnieniu barwa gleby staje się intensywnie szara, do czarnej, a dolne poziomy genetyczne wykazują strefowe oglejenie.

Różnicowanie się stosunków wodno-powietrznych erodowanych gleb, przez okresowe zmiany warunków oksydacyjno-redukcyjnych, dodatkowo pogarsza fizyczny stan środowiska glebowego i bezpośrednio wpływa na obniżenie jego produktywności.

Właściwości chemiczne kształtują się głównie pod wpływem procesów zmywania i namywania (w tym próchnicy i frakcji mechanicznych), infiltracji i filtracji profilu glebowego wodami opadowymi (wymywanie), a także agrotechnicznego oddziaływania rolnika.

Chemicznymi wskaźnikami dokonanych zmian w środowisku glebowym erodowanych gleb są: odczyn, właściwości sorpcyjne, w tym stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego oraz uruchamianie się glinu wymiennego.

Silniej erodowane gleby stają się bardzo kwaśne, w górnej części gleby (0-40 cm) $pH_{H_2O}=5,4-6,4$, $pH_{KCl}=3,9-4,8$, kwasowość hydrolityczna osiąga wartość 2,0-3,6 mol/100 g gleby, a stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego jest niski, $V=50-70\%$. W takich warunkach następuje silniejsze uruchamianie glinu wymiennego, przekraczającego granicę toksyczności dla roślin $> 0,5$ mol/100 g gleby. Głębsze części profilu glebowego wykazują bardzo często pogorszenie się wyżej podanych wartości.

W silnie zmienionym środowisku glebowym, zróżnicowana podatność pierwiastków na wymywanie, spowoduje niekorzystne zmiany w ich wzajemnych proporcjach, które stają się zbyt wąskie lub zbyt szerokie. W konsekwencji następują zaburzenia w żywieniu roślin prowadzące do obniżania plonu.

Silne zakwaszenie gleb bardzo mocno ogranicza rozwój bakterii, które nie znajdują dogodnych warunków do życiowej działalności, a w glebie u podnóża stoku dodatkowo także z powodu okresowego zabagnienia. Badania aktywności biologicznej erodowanych gleb wykazują jej słaby i bardzo słaby stopień.

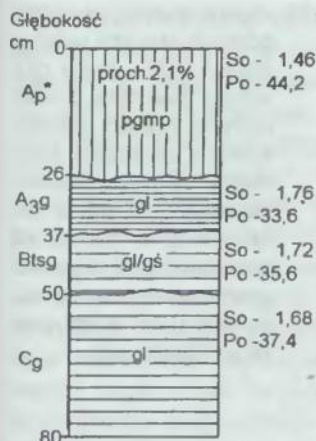
Przytoczone powyżej właściwości fizyko-chemiczno-biologiczne erodowanych gleb są dowodem zdegradowania środowiska glebowego, które nie jest w stanie dostatecznie wyżywić roślin uprawnych. Uzyskane w badaniach polowych z powierzchni 1 m² wskaźniki plonowania wykazały w stosunku do przeciętnie uzyskiwanych, zmniejszoną masę ziarna 3-8-krotnie, mniejszą ilość kłosów 1,5-2,3-krotnie oraz pogorszenie jakości ziarna (ziarno poślednie).

Inny rodzaj erozji tzw. abrazję wywołuje głównie siła wód Bałtyku powodując nieustanne cofanie się brzegu o czym do dziś świadczą ruiny kościoła w Trzęsaczu, oddalonego przecież jeszcze kilkaset lat temu o ponad 2 km od morza. Na szybkość cofania się lądu ma niemały wpływ duża podatność, na uderzenie fal morskich, utworów plejstoceniowych, osadów najmłodszego zlodowacenia rozciągających się głównie w postaci moren. Mimo stosowania różnych zabiegów technicznych efekty ochronne są niewspółmiernie małe i bardzo kosztowne, nietrwałe, opóźniające jedynie destrukcję brzegu.

Erozja eoliczna wywołana siłą wiatru unoszącego drobne cząsteczki materiału glebowego lub przemieszczającego w strefie przypowierzchniowej Ziemi ziarna grubsze - piaskowe, występuje głównie w strefie przybrzeżnej Bałtyku (wydmy) lub na bardziej odkrytych, bezleśnych terenach, użytkowanych rolniczo. W wyniku przemieszczania się lotnych piasków wzdłuż plaż Bałtyku zasypywane są tereny przyległe, przy czym często niszczone nawet stare drzewostany, zasypywane były także całe osiedla. Z terenów użytkowanych rolniczo w większym stopniu zagrożone erozją eoliczną są bezleśne tereny Niziny Pyrzyckiej, z najlepszymi glebami, czarnoziemami leśno-łąkowymi. W okresach bez okrywy roślinnej i znacznego przesuszenia powierzchniowej warstwy gleby (np. bezśnieżne, mroźne zimy) wiejący z dużą siłą wiatr porrywa i przenosi na dalsze odległości cząstki próchniczne i spławialne, najbardziej wartościowe składniki gleby, oddziałujące bezpośrednio na ich żyzność. W miejscu wywiewania pozostają składniki cięższe, głównie cząstki szkieletu glebowego i piasku. Takie oddziaływanie wiatru wpływa degradująco na wartość gleb.

Jednym ze sposobów przeciwdziałania erozji eolicznej jest stworzenie pasów zadrzewień śródpolnych, hamujących siłę wiatru, a także oddziałujących na mikroklimat, przyczyniając się do zwiększenia wilgotności powietrza, co nie pozostaje także bez wpływu na plonowanie roślin. Takie działania podejmowane są w Niemczech na rozległej powierzchni doliny Odry tzw. „Oderbruch”, gdzie erozja eoliczna obejmuje bardzo lekkie gleby - piaski murszaste.

Na terenie Pomorza Zachodniego szczególnie pilną sprawą staje się opracowanie i zastosowanie skutecznej i kompleksowej metody ochrony gleb przed erozją wodną. W metodzie tej dużą rolę do spełnienia będą miały odpowiednio dobrane zabiegi agrotechniczne, takie jak: następstwo roślin po sobie, właściwa dla tych terenów, pozbawiona licznych błędów uprawa gleby, stosowanie we właściwych proporcjach nawożenia mineralnego i organicznego. Celem tych zabiegów będzie polepszenie właściwości fizycznych erodowanych gleb, w tym struktury, pojemności oraz przepuszczalności wodnej, a także właściwości chemicznych i biologicznych. Podejmowane



działania będą zmierzać do poprawy niekorzystnej aktualnie żyzności erodowanych gleb, czyniąc je przez to bardziej odpornymi na działanie erozji wodnej.

Ryc. 54. Kształtowanie się gęstości objętościowej (So) i porowatości ogólnej (Po) w glebie płowej odgórnie oglejonej w Jarzysławiu k. Kamienia Pomorskiego

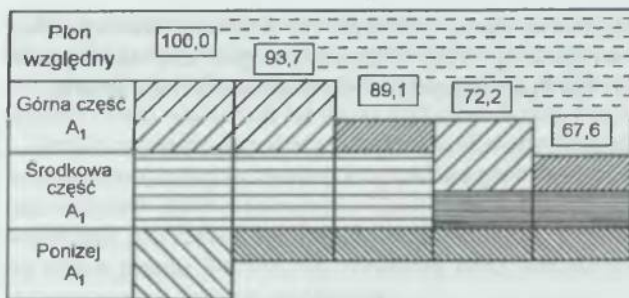
Skutki ugniatania gleby ciągnikami i ciężkimi maszynami rolniczymi wyraża niekorzystna jej struktura, znaczne zagęszczenie, a przez to zmniejszona porowatość ogólna, w tym przede wszystkim ilość porów dużych decydujących o przewietrzeniu gleby. Stan taki powoduje pogorszenie układu stosunków wodno-powietrznych, zaskorupianie powierzchni gleby i utrudnianie, a nawet zahamowanie, wymiany gazowej. Wpływa to ujemnie na wschody oraz plonowanie roślin. Zmiany we właściwościach gleby, a zarazem stopień i rozmiary szkód wywołanych ugniataniem w dużej mierze zależą od: uwilgotnienia gleby, jej składu mechanicznego, struktury, typu gleby, ciężaru pojazdu, czasu i trwania nacisku, pory roku i stanu wegetacji. Najbardziej zaznaczają się one do głębokości 30 cm i to przy zabiegach agrotechnicznych zarówno wiosennych jak i jesiennych. Jednakże rolnikom dobrze jest znane występowanie poniżej poziomu orno-próchniczego zagęszczonej warstwy gleby stanowiącej tzw. „podeszwę płuzną” ryc. 55. Badania dowodzą, że ugniecenie gleby powoduje zmniejszenie objętości porów uwidaczniające się nawet na głębokości 80 cm, zwłaszcza gdy gleba jest wilgotna.

Zagęszczenie gleby powyżej $1,70 \text{ g/cm}^3$ uważane jest jako bardzo niekorzystne dla roślin; przy takiej gęstości objętościowej porowatość ogólna w glebie wynosi zaledwie 30-35%, a objętość porów wypełnionych powietrzem z reguły poniżej 20%. Dla gleb gliniastych porowatość ogólna w granicach 26-35% i porowatość gazowa poniżej 15% są uważane przez wielu autorów jako krytyczne dla niektórych roślin uprawnych (ziemniaki, buraki, pomidory, fasola, marchew i inne).

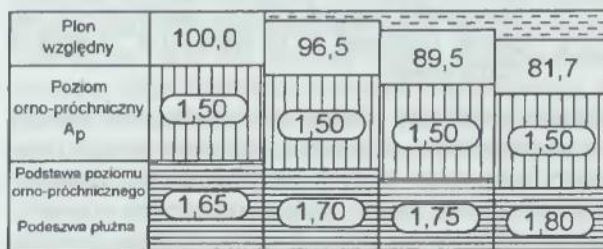
Niestety wiele gliniastych gleb Pomorza Zachodniego aktualnie w poziomie orno-próchnicznym, a głównie poniżej tego poziomu na głębokości około 30-40 cm, a więc w obrębie „podeszwy płuznej”, wykazuje zagęszczenie i porowatość uznawaną za niekorzystną, a nawet krytyczną dla wzrostu i rozwoju roślin (ryc. 54, 55, 56).

W wielu doświadczeniach udowodniono, że roślinami najbardziej wrażliwymi na ugniatanie gleby są: buraki, ziemniaki i warzywa. Spadki plonów tych roślin niekiedy dochodzą do 50%. Podkreśla się przy tym, iż w przypadku zagęszczenia korzenie buraków są krótkie, spłaszczone, często rozwidłone i skręcone.

*Symbole wg starej systematyki, 1974.



Ryc. 55. Wpływ zbitości poszczególnych warstw górnej części profilu gleby płowej na plon żyta; powierzchnie rzadko zakreskowane oznaczają optymalny stopień zbitości, powierzchnie gęsto zakreskowane oznaczają przekroczenie wartości granicznych stopnia zbitości o $0,15 \text{ g/cm}^3$ (według Petelkaua)



Ryc. 56. Wpływ stopnia zbitości (g/cm^3) warstwy podornej na plon ziarna żyta; gęstość warstwy orno-próchnicznej optymalna

Zmniejszenie ujemnych następstw ugniatania gleby i uszkodzenia roślin można osiągnąć przez:

- podejmowanie przez przemysł produkujący sprzęt rolniczy rozwiązań technicznych zmierzających do zmniejszenia ugniatającego działania maszyn (stosowanie specjalnych, niskociśnieniowych opon, kół bliźniaczych, zwiększenie szerokości roboczej maszyn),
- wyhodowanie nowych odmian roślin uprawnych zwłaszcza okopowych, płytko korzeniących się lub tolerujących zagęszczenie gleby,
- upraszczanie procesów produkcji poprzez ograniczanie uprawek mechanizacyjnych i właściwą organizację pracy (między innymi przez agregatowanie maszyn, unikanie wprowadzania na pola i użytki zielone ciągników i ciężkich maszyn rolniczych w okresie silnego ich uwilgotnienia, kierowanie następujących po sobie maszyn po tym samym torze, przy uprawach międzyrzędowych przestrzeganie prędkości roboczej nie większej niż 6 km/godz.),
- orkę melioracyjną bądź spulchnienie zbitego podglebia połączone z wgłębnym wapnowaniem i nawożeniem organicznym,
- pełną informację o zjawisku zagęszczenia gleb w wyniku oddziaływania ciężkiego sprzętu rolniczego (szkolenia mechanizatorów rolnictwa oraz służby melioracyjnej).

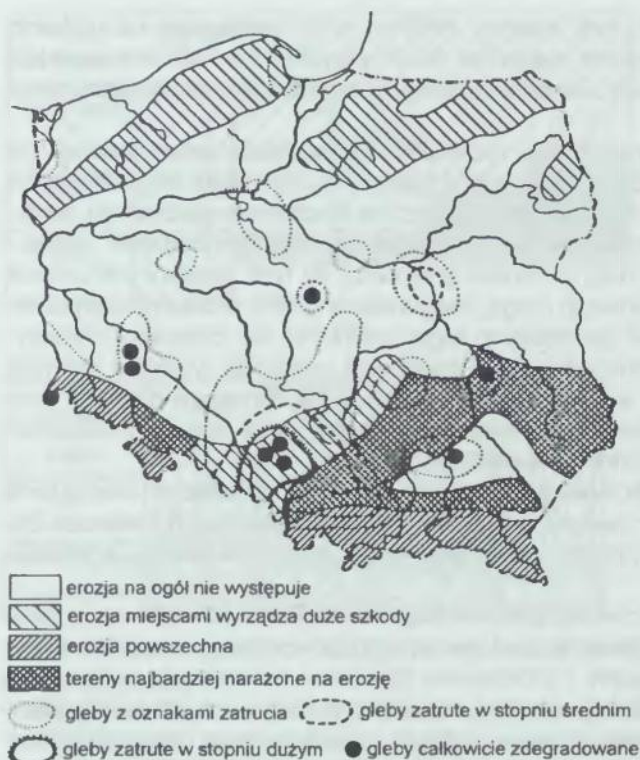
Rozkład i mineralizacja związków organicznych prowadzą do ubytków próchnicy, jednego z podstawowych czynników decydujących o żyzności i urodzajności gleby. W glebach uprawnych bezustannie zachodzą procesy szybkiego rozkładu związków organicznych i procesu akumulacji próchnicy, które przy dopływie odpowiedniej ilości nawozów i materiałów organicznych utrzymują stan dynamicznej równowagi między procesami tworzenia nowej próchnicy a rozkładem uprzednio utworzonej. W przypadku braku dopływu materii organicznej do gleby (przy gospodarowaniu tylko w oparciu o nawożenie mineralne) następuje ubytek próchnicy (tab. 47). Aby nie doprowadzić do ujemnego bilansu próchnicy konieczne jest więc nawożenie

organiczne (obornik, kompost, torf, nawozy zielone) oraz, zwłaszcza na glebach lekkich, uwzględnianie w strukturze zasiewów roślin motylkowych i ich mieszanek z trawami, a także stosowanie odpowiednich zabiegów melioracyjnych (kompostowanie, glinowanie, ilowanie).

Zdaniem Myśkowa przy prowadzeniu racjonalnej „gospodarki próchnicowej” na naszych glebach lekkich należy zdawać sobie sprawę z czynników degradujących materię organiczną gleby oraz właściwości biologiczne środowiska glebowego. Należą do nich między innymi: jednostronne i intensywne nawożenie mineralne, zwłaszcza azotowe oraz stosowanie dużych dawek gnojowicy. W tych bowiem warunkach zakłóconego metabolizmu azotowego mogą powstawać w glebie produkty toksyczne, szkodliwe w mniejszym stopniu dla niższych organizmów niż dla człowieka. Wprawdzie intensywne i systematyczne nawożenie gnojowicą powoduje w glebie przyrost materii organicznej, to jednak w takiej glebie pojawiają się okresowo bakterie chorobotwórcze oraz istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia w niej N-nitrozoamin stanowiących zagrożenie dla zdrowia ludzkiego.

Niekorzystne zmiany właściwości chemicznych gleb, zwłaszcza intensywne zakwaszenie, naruszenie równowagi jonowej w środowisku glebowym Pomorza Zachodniego, zostały częściowo już poruszone przy omawianiu naturalnych i agrotechnicznych czynników żyzności.

Degradacja chemiczna właściwości gleb według Kabaty-Pendias wiąże się z dwoma głównymi procesami, a mianowicie z zakwaszeniem (powodowanym przede wszystkim przez opad związków siarki i stosowanie nawozów mineralnych o działaniu zakwaszającym) oraz ze wzrostem zawartości pierwiastków śladowych, których źródłem są przede wszystkim procesy przemysłowe, a także odpady bytowe i technologiczne stosowane do nawożenia lub wapnowania gleb. Szkodliwie na gleby działają również tlenki azotu i ozon oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i pestycydy. Wymienione pierwiastki i związki wprowadzone są do środowiska glebowego w wyniku działalności rolniczej oraz poprzez emisję elektrowni węglowych, rafinerii ropy naftowej oraz hut metali nieżelaznych. W ostatnich latach na obszar Polski opada rocznie 2852 tys. ton SO_2 , z czego 36% pochodzi z krajowych źródeł emisji, 17% z Niemiec, 13% z Czech i Słowacji, 8% z Rosji i pozostałe 26% z krajów nie sąsiadujących z Polską. Liczne badania wskazują wyraźną degradację żyzności gleb występujących w rejonie hut miedzi, które emitują do atmosfery znaczne ilości siarki, miedzi, cynku, ołowiu, arsenu i innych składników. Substancje te są akumulowane w glebie i stają się toksyczne dla organizmów roślinnych i zwierzęcych. Natomiast zanieczyszczone tymi składnikami gleby zdaniem Drozda i Kowalińskiego charakteryzują się gorszą strukturą, większą zlewnością i podatnością na erozję, wyższą kwasowością hydrolityczną i mniejszą ilością kationów zasadowych w porównaniu z glebami niepodlegającymi zanieczyszczeniu. Zanieczyszczenie gleb uprawnych metalami ciężkimi (głównie Pb, Zn, Cd, i Cu) może także nastąpić poprzez stosowanie do wapnowania zastępczych źródeł wapna w postaci różnych odpadów (przemysłowych i bytowych) oraz w przypadku wykorzystania w rolnictwie osadów z oczyszczalni ścieków. Dlatego każda decyzja o zastosowaniu odpadów w rolnictwie i leśnictwie powinna uwzględniać pełny skład chemiczny odpadu w tym zawartość metali ciężkich oraz innych substancji szkodliwych.



Ryc. 57. Obszary erozji i zatrucia gleb w Polsce
(wg Reniger i Siuty)

Innym źródłem skażenia mogą być pestycydy stosowane w ochronie roślin zwłaszcza związki rtęcioorganiczne, chlorowane węglowodory, związki fosforoorganiczne i karbaminiany. Szczególnie niebezpieczne dla środowiska są pestycydy o dużej trwałości zawierające metale, węglowodory chloroorganiczne, np. DDT i aldrynę. Zachowanie się i przemiany pestycydu w środowisku w dużej mierze zależą od takich czynników jak lotność związku chemicznego, jego powinowactwo sorpcyjne w stosunku do koloidów glebowych, migracja, wilgotność otoczenia, pH, temperatura, fotoliza, aktywność mikrobiologiczna środowiska i podatność związku chemicznego na rozkład mikrobiologiczny. Przemysł winien wdrażać do produkcji przede wszystkim takie pestycydy, które ulegają rozkładowi

wi między kolejnymi zabiegami, gdyż tylko takie nie kumulują się w glebie. Małe zużycie pestycydów w Polsce w przeliczeniu na jednostkę powierzchni nie wyklucza jeszcze niebezpieczeństwa skażeń tymi substancjami. Możliwości skażeń gleby, roślin i wód środkami ochrony roślin wynikają głównie z nieumiejętnego ich stosowania przez niektórych producentów rolnych, z nieprawidłowego sposobu ich magazynowania, z niedopuszczalnych metod likwidacji przeterminowanych i niepełnowartościowych pestycydów oraz z nieprzestrzegania okresów karencji. Przedostawanie się pestycydów lub produktów ich rozpadu z gleb do wód stanowi już w niektórych krajach poważne zagrożenie dla ich czystości.

Odporność gleb na degradację

Procesy degradacji przebiegają w atmosferze, wodzie i glebie. Spośród tych elementów środowiska odporność gleb na degradację jest znacznie większa niż wody i atmosfery. Gleba, poprzez swoje właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne, opiera się najdłużej presji czynników zewnętrznych. Tę zdolność gleby do samoobrony przeciwko ujemnym skutkom działania czynników niszczących zasobność, żyzność i urodzajność środowiska glebowego nazywamy odpornością gleb na degradację. Zależy ona od wielu czynników związanych zarówno z morfologią profilu glebowego jak i jego właściwościami i wzrasta proporcjonalnie do zwiększającej się zawartości koloidów (minerałów ilastych i próchnicy). Według Siuty wymiernymi wskaźnikami odporności

gleb na degradację są pojemność kompleksu sorpcyjnego gleby oraz stopień wysycenia kompleksu przez kationy metaliczne o charakterze zasadowym (Ca, Mg, K i Na). Najlepsze gleby są około dziesięciokrotnie bardziej odporne na degradację od gleb najsłabszych wytworzonych z piasków luźnych i słabogliniastych. Ponadto występowanie w glebie CaCO_3 zwiększa ich odporność na degradujące działanie dwutlenku siarki. W skali naszego kraju gleby stosunkowo odporne na degradację (zawierające powyżej 10 mol/100g gleby kationów wymiennych zasadowych) zajmują łącznie około 30% powierzchni. Pozostałe 70% obejmują gleby słabo i średnio odporne na degradację (zawartość kationów zasadowych poniżej 10 mol/100 g gleby).

Odporność gleb na degradację nie jest wielkością stałą. Maleje ona w miarę postępu procesów degradacyjnych. Zdaniem Kowalińskiego można ją zwiększyć poprzez:

- zwiększenie zasobności i zachowanie równowagi jonowej składników pokarmowych,
- zwiększenie retencji wodnej przy zachowaniu optimum tlenowego,
- zwiększenie buforowości w stosunku do zakwaszającego działania zanieczyszczeń przemysłowych.

Dokonując podsumowania zagadnień związanych z żyznością gleby i jej degradacją należy podkreślić, iż żyzność gleby nie jest jej cechą stałą; może wrastać jak i ulegać pogorszeniu. Aktualnie głównymi czynnikami ograniczającymi w Polsce plonowanie roślin i pogarszającymi jakość plonu są: kwaśny odczyn gleb i niska ich zasobność w przyswajalny magnez. Sytuację pogarsza łatwość wypłukiwania z gleby związków wapnia i magnezu co potwierdzają liczne badania, między innymi pracowników Katedry Gleboznawstwa Akademii Rolniczej w Szczecinie, prowadzone w obrębie dużej zlewni (1173 km²) rzeki Płoni. Roczne straty składników z tej zlewni wynosiły: CaO - 17073 kg/km², Na₂O - 1999 kg/m², K₂O - 611 kg/m², N - ogólny - 427 kg/km², Fe - 37 kg/km², P₂O₅ - 24 kg/km². Straty ważniejszych składników pokarmowych roślin spowodowane wymywaniem z gleby, z podaniem zakresu wahań przedstawiono na ryc. 53.

Poza wypłukiwaniem składników zasadowych z gleby przez wody opadowe istotny wpływ na zakwaszenie gleby wywiera intensywne, jednostronne nawożenie mineralne (azotowe i potasowe) stosowane w wysokich dawkach przy zaniechaniu wapnowania i wprowadzania nawozów magnezowych. Zdaniem Czuby stosowanie w ciągu roku na glebach lekkich i średnich normalnych dawek nawozów mineralnych w przedziale 160-190 kg/ha $\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$, bez nawozów wapniowych i bez obornika, po 14-16 latach zakwasza glebę do stanu uniemożliwiającego uzyskiwanie jakichkolwiek plonów. Autor ten uważa, iż na 1 kg $\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$ zastosowany w nawozach mineralnych, konieczne jest zastosowanie 1 kg CaO do zrównoważenia zakwaszającego działania nawozów. Tak więc wapnowanie i nawożenie magnezem znacznego obszaru naszych gleb w celu uzyskiwania wyższych plonów zawsze powinno rozpoczynać się od uregulowania odczynu po zbadaniu przez Okręgową Stację Chemiczno-Rolniczą. Odnosi się to szczególnie do gleb nowo przyjmowanych (często bardzo zaniedbanych) przez rolników. Bez uprzedniego uregulowania odczynu próba uzyskania wysokich plonów w oparciu tylko o intensywne nawożenie NPK kończy się z reguły niepowodzeniem, a więc niepotrzebnym zużyciem środków produkcji i trwoniem robocizny. Ponadto podstawowym warunkiem racjonalnego podnoszenia żyzności i urodzajności gleb jest wszechstronne poznanie środowiska glebowego.

Koniecznym warunkiem ograniczenia narastającego obecnie zagrożenia gleb użytków rolnych, obok racjonalnej gospodarki przestrzenią produkcyjną, jest właściwe urządzenie terenów rolnych (zwłaszcza na obszarach erodowanych) oraz ograniczenie bądź eliminowanie czynników obniżających urodzajność. Niezbędnym staje się przy tym systematyczne stosowanie obornika, kompostów, torfu i nawozów zielonych. Nawozy te zwane organicznymi zapewniają glebie nie tylko dobrą żyzność, ale również uzyskanie plonów o dużej wartości biologicznej.

Zagadnienia i pytania sprawdzające

Wyjaśnić pojęcie żyzności gleby.

Jakim wzorem wyraża się stan żyzności gleby?

Omówić współzależność czynników warunkujących żyzność gleb.

Czy budowa profilu glebowego wpływa na żyzność gleby? Podaj uzasadnienie.

Jakimi zjawiskami przejawia się degradacja i dewastacja gleb?

Co powoduje zaburzenie stosunków wodnych w glebach i jakie powoduje to skutki w glebach mineralnych i organicznych?

Jakie zjawiska erozyjne występują na Pomorzu Zachodnim?

Jaki formy erozji wodnej występują na glebach uprawnych?

Przedstaw na rycinie przekroju poprzecznego zbocza odcinki zmywane i odcinki namywane.

Przedstaw zmiany miąższości poziomu próchnicznego i stosunków wodno-powietrznych w erodowanych glebach w zasięgu zbocza wypukło-wklęsłego.

Przedstaw zmiany we właściwościach chemicznych erodowanych gleb wywołane procesami erozji wodnej.

Jakim zmianom podlegają właściwości fizyczne w erodowanych glebach?

Na czym polega wadliwa chemizacja gleby?

Podaj przykłady zanieczyszczenia gleb przez emisje przemysłowe.

W jakich okolicznościach może dochodzić do skażenia gleby, roślin i wód środkami ochrony roślin?

Podaj przyczyny skażenia środowiska glebowego pestycydami. Co decyduje o czasie rozkładu pestycydów w tym środowisku?

Od czego zależy odporność gleb na degradację?

LITERATURA

Przy opracowaniu skryptu korzystano z następującej literatury

1. Basselman J. A.: Compaction of agricultural soils, American Society of Agricultural Engineers, 1971.
2. Bednarek R., Prusinkiewicz Z.: Geografia gleb, PWN, Warszawa 1980.
3. Bolewski A.: Rozpoznawanie minerałów na podstawie cech zewnętrznych i właściwości chemicznych, Wydaw. Geologiczne, Warszawa 1965.
4. Buckman H. C., Brady N. C.: Gleba i jej właściwości PWRiL, Warszawa 1971.
5. Czuba R., Siuta J.: Agrotechniczne podstawy nawożenia, PWRiL, Warszawa 1976.
6. Dobrzański B.: (red.), Gleboznawstwo - Zajęcia praktyczne, PWN, Warszawa 1970.
7. Dobrzański B., Uziak St.: Rozpoznawanie i analiza gleb, PWN, Warszawa 1970.
8. Dobrzański B.: Gleba i jej wartość użytkowa, PWRiL, Warszawa 1975.
9. Dobrzański B., Zawadzki S.: (red.) Gleboznawstwo, PWRiL Warszawa, 1981.
10. Doneen L.D.: Irrigation practice and water management, FAO Irrigation and drainage paper 1, Rome 1972.
11. Downarowicz W.: Zarys mineralogii, Wydaw. Geologiczne, Warszawa 1959.
12. Drozd J., Licznar M., Weber J.: Gleboznawstwo rolnicze, Wydaw. AR, Wrocław 1985.
13. Falkowski M.: (red.) Łąkarstwo i gospodarka łąkowa, PWRiL, Warszawa 1978.
14. Goralska St.: Gliny morenowe Pomorza Gdańskiego i Szczecińskiego. Próba określenia ich cech jako materiału glebotwórczego. Roczn. Nauk Rol., t.67 - A-3. 1953.
15. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym, Wydaw. Geologiczne, Warszawa, 1979.
16. Karczewski A.: Wpływ recesji lobu Odry na powstawanie i rozwój sieci dolinnej Pojezierza Myśliborskiego i Niziny Szczecińskiej. Pozn. Tow. Przyj. Nauk., Wyd. Matematyczno-Przyrodniczy, Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej, t. 7 z. 3 Poznań 1968.
17. Kilian Z., Szczepanik T.: Mineralogia, petrografia, geologia, PWSZ, Warszawa 1963.
18. Koter M.: Chemia rolna, PWN, Warszawa 1972.
19. Królikowski L., Adamczyk B., Borkowski J., Król H., Prusinkiewicz Z., Rząsa Sz., Ślusarczyk E., Święcicki Cz., Trzecki St., Wodławek T.: The physical and chemical properties of separate grain size fractions of soil parent rocks. Roczn. Glebozn. t. 19 (dod.) Warszawa 1968.
20. Książkiewicz M., Samsonowicz J., Rule E.: Zarys geologii Polski, Wydaw. Geologiczne, Warszawa 1965.
21. Kuczaj Wł.: Rolnicza przydatność gleb Polski, woj. szczecińskiego, IUNG, Puławy 1973.
22. Kuźnicki Fr., Białousz St., Skłodowski P.: Podstawy gleboznawstwa z elementami kartografii i ochrony gleb, PWN, Warszawa 1979.
23. Lazar J.: Gleboznawstwo z podstawami geologii, PWN, Warszawa 1976.

24. Lieberoth J.: *Bodenkunde*, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1982.
25. Maślankiewicz K. (red.): *Ziemia*, WP, Warszawa 1970.
26. Mrozowski J.: *Rolnicza przydatność gleb Polski woj. koszalińskiego*, IUNG, Puławy 1974.
27. Musierowicz S., Ugla H.: *Gleboznawstwo leśne ogólne*, PWRiL, Warszawa 1964.
28. Musierowicz A.: *Gleboznawstwo ogólne*, PWRiL, Warszawa 1968.
29. Nowotny-Mieczyska A. (red.): *Fizjologia mineralnego żywienia roślin*, PWRiL, Warszawa 1976.
30. Olaczek R. (red.): *Zasoby glebowe i roślinne - użytkowanie, zagrożenie, ochrona*, PWRiL, Warszawa 1988.
31. PAN, Kom. Naukowy przy Prezydium PAN, Człowiek i środowisko. Wybrane zagadnienia związane z chemicznym zanieczyszczeniem gleb. Ossolineum, wyd. PAN, 1989.
32. Petelkau H.: Die Beurteilung des Verdichtungszustands der Krume abgeernteter Ackerflächen als wichtigste Steuergröße für die Grundbodenbearbeitung. Vorträge anlässlich der wissenschaftlichen Tagung des Forschungszentrums für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg vom 26. bis. 29 Juni in Müncheberg 1989.
33. P.T.Gleb.: *Genetyczna klasyfikacja gleb Polski*. Odbitka z *Roczników Gleboznawczych* t. 7. PWN, Warszawa 1959.
34. P.T.Gleb.: *Systematyka gleb Polski*, *Rocz. Glebozn.* t. 25, z. 1. 1974.
35. P.T.Gleb.: *Systematyka gleb Polski*, *Rocz. Glebozn.* t. 40, z. 3/4, 1989.
36. P.T.Gleb.: *Pięcioletni słownik gleboznawczy*, PWN, Warszawa 1976.
37. Przedwojski R.: *Gleboznawstwo z podstawami geomorfologii, mineralogii i petrografii*. I. Mineralogia, petrografia i geomorfologia. Skrypty AR-T, Olsztyn 1976.
38. Schroeder D.: *Soils - Facts and concepts*. Int. Potash Institute, Bern, Switzerland 1984.
39. SiTR: *Stan zagrożenia środowiska glebowo-wodnego przez chemikalia*. Krajowa konferencja naukowo-techniczna, Wrocław 1989.
40. Siuta J.: *Stosunki wilgotnościowe w glebach*. Materiały szkoleniowe wydane przez Ministerstwo Rolnictwa - Departament Urzędów Rolnych, Warszawa 1969.
41. Siuta J., Zielińska A., Makowiecki K.: *Degradacja ziemi*, IKS, Warszawa 1985.
42. Strzemiński M., Siuta J., Witke T.: *Przydatność rolnicza gleb Polski*, PWRiL, Warszawa 1973.
43. Scheffer F., Schachtschabel P.: *Lehrbuch der Bodenkunde*, Enke, Stuttgart 1992.
44. Szukalski H.: *Mikroelementy w produkcji roślinnej*, PWRiL, Warszawa 1979.
45. Święcicki Cz.: *Budowa profilu glebowego a melioracje wodne gleb*, *Post. Nauk Rol.* 2, 1965.
46. Święcicki Cz., Siuta J., Sienkiewicz A.J., Trzeciński S., Kiersnowski J.: *Ważniejsze właściwości gleb wpływające na warunki rozwoju mechanizacji*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 135. PWN, Warszawa 1972.
47. Święcicki Cz.: *Gleboznawstwo melioracyjne*, PWN, Warszawa 1974.
48. Szuniewicz J.: *Gleby torfowe rejonu RZB Biebrza, ich właściwości fizyko-wodne*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 83, PWRiL, Warszawa 1968.
49. Thompson L. M., Troeh F. R.: *Gleba i jej żyzność*, PWRiL, Warszawa 1978.
50. Tomaszewski J.: *Nauka o glebie*, PWRiL, Warszawa 1964.
51. Turnau-Morawska M.: *Petrografia skał osadowych*, Wydaw. Geologiczne, Warszawa 1954.

52. Turski R., Domżał H., Borowiec J., Flis-Bujak M., Misztal M.: Gleboznawstwo - Ćwiczenia dla studentów wydziałów rolniczych, AR, Lublin 1978.
53. Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Hetman J.: Zarys Gleboznawstwa, PWN, Warszawa 1984.
54. Uggla H.: Gleboznawstwo leśne szczegółowe, PWRiL, Warszawa 1965.
55. Uggla H.: Gleboznawstwo rolnicze, PWN, Warszawa 1984.
56. Walker E. D., Pumell W. F.: Understanding soils, Circular 758 University of Illinois 1964.
57. Witek T.: Mapy glebowo-rolnicze oraz kierunki ich wykorzystania, IUNG, Puławy 1973.

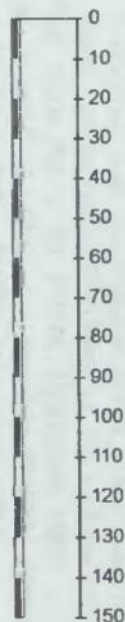
ZAŁĄCZNIK 1

Obiekt Gromada Powiat Nr odk. 1:5000 1:25000

Rzeźba terenu Położenie odkrytki Wystawa Erozia

Użytek Kompleks Typ, rodzaj, gatunek

Oznaczenie gleby wg komentarza



Lp	Cechy gleby	Poziomy lub warstwy gleby					Stosunki wodne
1	Mięższość cm						Kategoria
2	Przejście poziomów						Uregulowane
3	Skład mechaniczny						Wymag. melior.
4	Barwa						Gleba może przejść
5	Stan uwilgotnienia						a) po melioracji
6	Zgruzlenie						do klasy
7	Oglejenie						do kompl.
8	Wytrącenia żelaziste						b) po wzroście stopnia
9	pH						kultury
10	CaCO ₃						do klasy
							do kompl.
							Stopień kultury
							Pobrano próbek
							gleb

Uwagi:

.....
Nazwisko i imię redaktora

.....
data

.....
podpis

Uzupełniający opis dla odkrywki glebowej Nr

na użytku zielonym

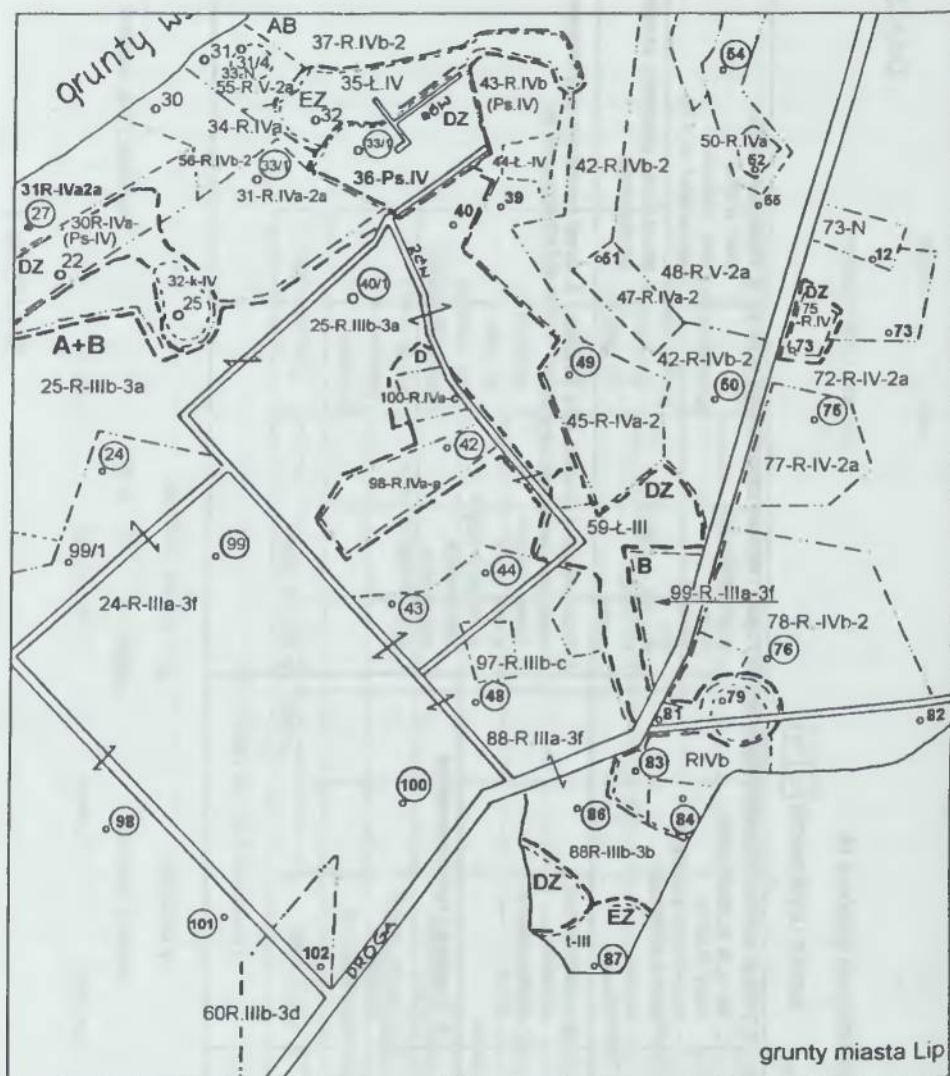
sposób użytkowania ☐ Ł ☐ Ps

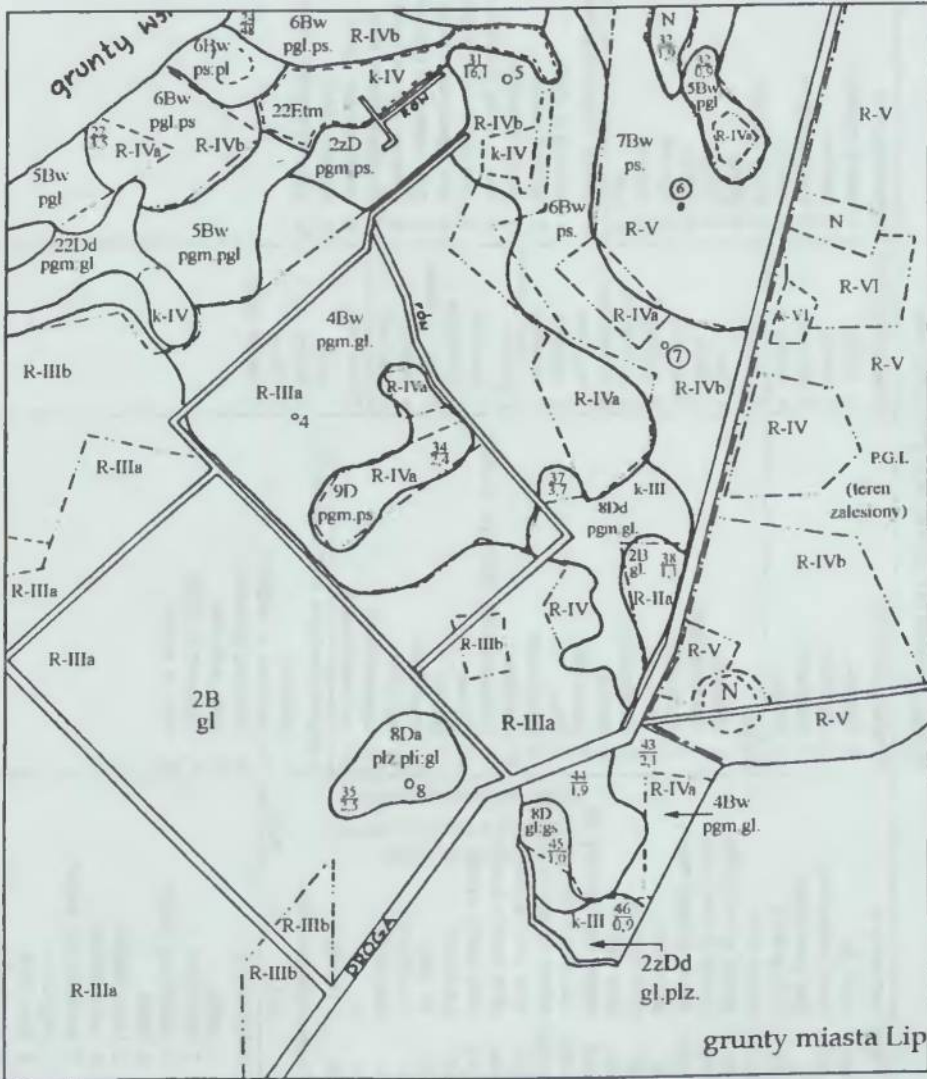
1. Typ siedliskowy użytków zielonych grądowy grądy połęgowe grądy popławne grądy właściwe grądy podmokłe grądy zubożałe	2. Rodzaj porostu charakteryzujący użytk w % w przybliżeniu trawy wysokie trawy niskie (podszyw) rośliny motylkowe turzyce chwasty	5. Rodzaj i stopień zachwaszczenia (w % w przybliżeniu) zioła chwasty sity śmieciek darniowy bliźniaczka mchy	7. Wydajność użytku zbiór w q/ha ilość pokosów wypas sztuk na 1 ha
Zalewny Łęgi właściwe rozlewiskowe zastoiszkowe	3. Charakter runi wysoka średniowysoka niska	6. Pochodzenie i żyzność wód oddziałujących na wartość użytków zalewy rzeczne spływy z pól ścieki użyźniające nawodnienia regulowane w dopowierzchniowe	8. Przeshkody naturalne utrudniające użytkowanie 9. Uwagi szczególne projektowane zmiany użytkowania itp.
bagienny i pobagienny bielawy zalewne bielawy podtapiane bielawy wododziałowe łąki pobagienne (murszowe)	4. Zawartość runi (zadarnienie) luźna średnio zwarta zwarta silnie zwarta		
górski polany hale śródleśne hale wysokogórskie			

data

podpis

Nazwisko i imię redaktora





Wykaz znaków do opisów odkrywki glebowej

Erozja wodna 1. zmyw słaby, umiark. 2. zmyw intensywny 3. zmyw silny 4. erozja liniowa Erozja wietrzna 5. słaba 6. średnia 7. duża	Skład mechaniczny sk skała łita sz utwór szkieletowy z żwir piaszczysty żg żwir gliniasty pl piasek luźny ps piasek słabogliniasty pgl piasek gliniasty lekki pgm piasek gliniasty mocny gl glina lekka gś glina średnia gc glina ciężka psp piasek słabogliniasty pyl. pglp piasek gliniasty lekki pyl. pgmp piasek gliniasty mocny pyl. glp glina lekka pylasta gsp glina średnia pylasta gcp glina ciężka pylasta plz pyl zwykły pli pyl ilasty ls less zwykły li less ilasty il il ilp il pylasty	Przejęcie poziomów 1 wyraźne 2 stopniowe 3 zaciekowe 4 klinowe	Stan uwilgotnienia 1 suchy 2 świeży 3 wilgotny 4 mokry	Wytracenia żelaz. 1 pseudogrzebnie 2 pasemka 3 smugi poziome 4 otoczki 5 smugi pionowe 6 plamy 7 pieprze 8 groszki 9 orzeszki 10 rudawce 11 rurki
Położenie odkrywki 1. grzbietowe 2. płaskie o dobrym odpływie 3. płaskie o słabym odpływie 4. słaby stok 5. średni stok 6. silny stok 7. rynna przepływowa 8. zagłębienie bezodpływowe	Składowanie odkrywki 1. grzbietowe 2. płaskie o dobrym odpływie 3. płaskie o słabym odpływie 4. słaby stok 5. średni stok 6. silny stok 7. rynna przepływowa 8. zagłębienie bezodpływowe	Barwa 1 popielata 2 szaropopielata 3 jasnoszara 4 szara 5 ciemnoszara 6 czarna 7 jasnożółta 8 żółta 9 ciemnożółta 10 brunatna 11 rdzawobrunatna (intensyw. brunat.) 12 rdzawa 13 zielona 14 szarozielona 15 niebieska 16 szaroniebieska 17 ciemnoniebieska	Zgrużenie 1 brak 2 słabe 3 ziarniste 4 gruzelkow. 5 przyrmatycz. 6 orzeszkowe 7 słupkowe 8 płytkowe 9 brylowate	Kompleksy rolniczej przydatności gleb 1 pszenno b. dobry 2 pszenno dobry 3 pszenno wadliwy 4 żytni b. dobry (pszenno-żytni) 5 żytni (żytnio-ziem. dobry) 6 żytni (żytnio-ziem. słaby) 7 żytni najsłabszy (żytnio-lubinowy) 8 zbożowo-pastew. mocny 9 zbożowo-pastew. słaby 10 owsiano-ziemn. górski 11 owsiany górski 12 gleby orne przeznaczone pod użytki zielone
Wystawa E wschodnia S południowa W zachodnia N północna	Składowanie odkrywki T torf M mursz Rzeźba terenu 1. płaska 2. niskofalista 3. niskofalista pagórk. 4. falista 5. falista pagórk. 6. wysokofalista 7. wysokofalista pagórk. 8. wzniesiona 9. góry niskie 10. góry średnie 11. góry wysokie	Kategorie stosunków wodno-powietrznych 1 właściwe 2 okresowo za wilgotne 3 stale podmokłe 4 okresowo za suche 5 stale za suche	Oglejenie 1 plamiste 2 zaciekowe 3 marmurkowate 4 strefowe 5 całkowite Stopień kult. 1 słaby 2 średni 3 dobry 4 bardzo dobry	Kompleksy rolniczej przydatności gleb 1 pszenno b. dobry 2 pszenno dobry 3 pszenno wadliwy 4 żytni b. dobry (pszenno-żytni) 5 żytni (żytnio-ziem. dobry) 6 żytni (żytnio-ziem. słaby) 7 żytni najsłabszy (żytnio-lubinowy) 8 zbożowo-pastew. mocny 9 zbożowo-pastew. słaby 10 owsiano-ziemn. górski 11 owsiany górski 12 gleby orne przeznaczone pod użytki zielone



KOREKTOR
Małgorzata Augustynowicz

SKŁAD KOMPUTEROWY
Maciej Abramowicz

WYDAWNICTWO AKADEMII ROLNICZEJ W SZCZECINIE

Wydanie IV. Nakład 1500 egz. Ark. wyd. 20,0. Papier drukowy kl. III, format B-5.

Oddano do druku w kwietniu 1997 r. Druk ukończono w maju 1997 r.

Zamówienie AR-4227/41/97

Wykonano w Dziale Poligrafii Akademii Rolniczej w Szczecinie



C 15 619

Biblioteka Główna
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
Księgozbiór Przyrodniczy

C-15619



520-000038450

ISBN 83-86521-14-7