

Program GLOBE

Global Learning and Observation to Benefit the Environment

Metodické materiály a listy



Praktické informácie – návod na použitie

Každá kapitola je venovaná jednej z odborných oblastí programu GLOBE a je členená na 2 časti – na metodiku a pracovné listy. Kapitoly sú od seba oddelené predelmi kvôli jednoduchšej orientácii.

Metodika je určená pedagógom, obsahuje metodické postupy a návody na meranie a pozorovanie prírody, podklady na prácu s pracovnými listami, námety na rozširujúce aktivity a prácu s dátami a iné. Zároveň slúži ako zásobáreň námetov na prípravu vlastných bádateľských lekcií a žiackych projektov.

Pracovné listy sú určené priamo žiakom – po nakopírovaní s nimi možno pracovať priamo a bez ďalších úprav. Pracovné listy obsahujú tiež podrobné návody k jednotlivým meraniam.

Číslovanie stránok – Pracovné listy i metodika každej kapitoly sú číslované zvlášť. Dôvodom je prehľadnosť i možnosť postupného pridávania ďalších listov.

SYMBOLY – vysvetlivky



Meranie a pozorovanie GLOBE



Doplňková aktivita



Zadávanie dát, práca s dátami



Informácie k pracovnému listu
(iba v Metodike)



Dôležitá informácia



Otázky



Stiahnite si z webu

Interreg



Spolufinancovaný
Európskou Úniou

Slovensko – Rakúsko



PEDOLÓGIA

Prieskum druhov pôd a ich vlastností

Program GLOBE

Program GLOBE

Metodické materiály a pracovné listy

PEDOLÓGIA

Zodpovední redaktori:
Pripomienkovali:
Odborné korektúry:

Mgr. Tomáš Fuksi, PhD., Ing. Jana Pavlíková
kolektív zamestnancov DAPHNE IAE
Ing. Marián Homolák, PhD.

ČESKÝ ORIGINAL:
Kolektív autorov:
Zodpovedná redaktorka:
Pripomienkovali:
Odborné korektúry:

PEDOLOGIE, 2009
Ing. Iva Maršíková, Mgr. Pavlína Hrdličková
Mgr. Pavlína Hrdličková
Ing. Dana Votápková, kolektív zamestnancov Sdružení Tereza
Prof. Ing. Miroslav Kutílek, DrSc., Ing. Monika Bradová,
prof. Dr. Ing. Luboš Borůvka

Grafická úprava: Riki Watzka, Dita Baboučková
Vydalo DAPHNE, www.daphne.sk
Pedológia © 2025

Realizované v rámci cezhraničného, rakúsko-slovenského projektu Ecovisit SKAT – Zapojenie návštevníkov do ochrany biodiverzity v cezhraničnom regióne Slovenska a Rakúska v rámci Programu spolupráce INTERREG VI–A SK–AT, spolufinancovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Kostenlose Publikation. Für den Inhalt der Publikation ausschließlich die Autoren haften und sie nicht den offiziellen Standpunkt der Europäischen Union wiedergibt.

Interreg  Spolufinancovaný
Európskou Úniou

Slovensko – Rakúsko



Obsah



PEDOLÓGIA

AKO TO VIDÍ VEDEC	3
PREČO V PROGRAME GLOBE SKÚMAME VLASTNOSTI PÔD?	4
Zem ako jablčko/Apple Earth	5
Prehľad meraní a pomôcok	6
Merania	6
Pomôcky	7
VZNIK A ZLOŽENIE PÔDY	8
PEDOLOGICKÉ STANOVIŠTE	11
Odhalme pôdny profil / Exposing the Soil Profile	12
Odkrytie pôdneho profilu	13
Popis pôdneho profilu / Identifying and Measuring Horizons	15
Príbehy pôd	16
Odber pôdnych vzoriek	18
ZÁKLADNÉ PÔDNE ZNAKY / SOIL CHARACTERIZATION PROTOCOL	19
Pôdna štruktúra / Soil Structure	19
Konzistencia / Soil Consistence	21
Farba / Soil Color	22
Novotvary	23
Zrnitosť / Soil Texture	24
Prítomnosť skeletu / Measuring Rocks	24
Vlhkostné pomery / Soil Moisture	25
Prítomnosť koreňov / Measuring Roots	25
Prítomnosť uhličitanov / Measuring Free Carbonates	26
Rastliny ako ukazovatele pôdnych vlastností	27
Teplota pôdy / Soil Temperature	27
Ako ovplyvňuje rastlinný pokryv teplotu pôdy?	28
pH pôdy / Soil pH	29
Úrodnosť pôdy	32
pH a úrodnosť	37
Pôdna vlhkosť / Gravimetric Soil Moisture Protocol	34
Merná hmotnosť / Soil Particle Density Protocol	38
Zrnitostný rozbor / Particle Size Distribution Protocol	39
Infiltrácia / Water Infiltration Protocol	46
Slovníček pojmov	47



Ako to vidí vedec?



PEDOLÓGIA

Pôda predstavuje veľmi tenkú vrstvu na povrchu litosféry a svojou hĺbkou maximálne niekoľko metrov tvorí len nepatrný zlomok objemu Zeme. Navzdory malému objemu, zastáva dôležitú úlohu. Vzniká na hranici hydrosféry, litosféry, atmosféry a biosféry. Pôda je dynamickým systémom, ktorý sa neustále mení a vyvíja. Napriek tomu jej obnovenie trvá pomerne dlhý čas, dokonca v niektorých prípadoch ani nemusí byť možné.

Pre tvorbu a správne fungovanie pôdy je podstatná biologická zložka, teda rastliny a živočíchy žijúce v pôde. Bez tohto života nie je pôda. A bez pôdy nie je život na Zemi. Pôda je živiteľkou Zeme. Je podkladom pre rastliny, podieľa sa na filtrovaní vody, a tým zabezpečuje zdroje pitnej vody. Pre zachovanie všetkých jej funkcií a zabezpečenia jej správneho fungovania, alebo minimálne nezhoršovanie tohto stavu, je potrebné ju spoznať a chrániť.

Bez toho, aby sme vyšli von, do lesa, parku, pôdu nespoznáme. Spoznávanie pôdy začína v teréne. Bez tohto základu spojeného s popisom prostredia, charakterizovaním pôdy nie je možné pochopiť všetky súvislosti. Stačí trochu kopať a môžeme sa dozvedieť veľmi veľa. Od kvality pôdy a jej zdravia závisí budúcnosť ľudstva, bez nej neprežijeme, inú nemáme. Tak si ju nezničme a snažme sa ju spoznať a chrániť.

Ing. Marián Homolák PhD.
Člen vedeckej rady GLOBE



Prečo v programe GLOBE skúmame vlastnosti pôd?



PEDOLÓGIA

Pôda je dynamický, stále sa vyvíjajúci systém na rozhraní živých a neživých zložiek prírody. Vzniká z rôznych materských hornín fyzikálnymi, chemickými i biologickými procesmi. Pôda existuje ako prirodzený ekosystém na povrchu Zeme, ktorý sa skladá z makro a mikroorganizmov, minerálov, organických látok, vzduchu a vody. Pôdy sú systémy, ktoré zabezpečujú mnohé zo základných funkcií potrebných pre život. Medzi dôležité funkcie pôdy patria:

- **PODPORA RASTU RASTLÍN** – pôda poskytuje stabilitu a živiny pre rastliny, ktoré sú základom potravinového reťazca. Obsahuje vodu, minerály, vzduch a organickú hmotu, ktoré sú nevyhnutné pre rast.
- **VPLYV NA BIODIVERZITU** – pôda je domovom pre mnohé organizmy, ako sú baktérie, huby, červy a iné živé tvory, ktoré prispievajú k zdraviu pôdy a cyklom živín.
- **FILTRÁCIA VODY** – pôda zohráva dôležitú úlohu pri filtrácii dažďovej vody a pri regulácii jej pohybu. Pomáha absorbovať vodu, odstraňuje nečistoty, čo prispieva k čistej vode. Zároveň spomaľuje alebo zrýchľuje odtok alebo infiltráciu, čím zasahuje aj do kolobehu vody.
- **REGULÁCIA TEPLoty** – pôda pomáha stabilizovať teplotu prostredia tým, že absorbuje a uvoľňuje teplo, čím znižuje extrémny v teploty.
- **ZABEZPEČENIE ROVNOVÁHY V KOLOBEHU ŽIVÍN** – pôda obsahuje rôzne živiny, ktoré sú nevyhnutné pre rast a vývoj rastlín a iných organizmov. Tieto živiny sú súčasťou cyklov, ako je napr. cyklus dusíka, kyslíka,...
 - **Ukladanie uhlíka** – pôda funguje ako zásobník uhlíka a prispieva k regulácii klímy tým, že ukladá CO₂, ktorý je inak prítomný v atmosfére.
- **ZDROJ MATERIÁLOV** – v niektorých oblastiach sa pôda využíva na výrobu stavebných materiálov, ako sú tehly alebo hlinené steny. Ílové minerály obsiahnuté v niektorých typoch pôd môžu slúžiť v potravinárskom, farmaceutickom i chemickom priemysle.

Pôda zohráva kľúčovú úlohu v suchozemských ekosystémoch a udržaní života na pevnine. Pôda sa vyvíja počas dlhého obdobia, a tak tvorí aj archív geologickej, klimateckej, biologickej a ľudskej histórie. Ľudská činnosť prispieva k strate diverzity. Rozoráním veľkých plôch sa z krajiny stratili medze či menšie mokrade. Znižuje sa tak variabilita pôdnej aj povrchovej flóry a fauny. Strácame tak nielen biodiverzitu ale aj pestrosť pôdnej mozaiky v krajine.

Pôda tvorí len asi 10 alebo 11 % povrchu Zeme. Preto je dôležité študovať tento základný prírodný zdroj a pochopiť, ako by sa mal správne využívať a chrániť. Je nesporné jedným za najcennejších prírodných bohatstiev, ktoré je potrebné chrániť nielen pre súčasnosť, ale aj výhľadovo pre budúcnosť. Ochranu pôdy nie je možné zaistiť bez jej bližšieho poznania. Cieľom programu GLOBE je zozbierať a poskytnúť základné informácie o pôde, ktoré poslúžia čo najširšiemu okruhu študentov pri skúmaní tohoto nesmierne zaujímavého prírodného fenoménu.

Vo väčšine krajín sa vykonávajú odbery a analýzy základných vlastností pôd, avšak na mnohých miestach dáta chýbajú, nie sú dostupné alebo sú nedostatočné a vďaka programu GLOBE môžeme túto situáciu napraviť a doplniť chýbajúce údaje do databáz. Tieto údaje môžu pomôcť k zlepšeniu rozhodovania o tom ako sa správať k pôde tak, aby bola zachovaná i pre budúce generácie.

V programe GLOBE budeme vykonávať merania určitých vlastností pôd (pozri Prehľad meraní na strane 6). Pre prehľadnosť ich rozdelíme na merania vykonávané v teréne a v laboratóriu.





Zem ako jablčko / Apple Earth

Ako úvod do problematiky pedológie môžeme využiť nasledujúcu jednoduchú aktivitu.

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 15 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: jablká, nože, tanieriky alebo tácky (podľa počtu študentov)

CIEL: Žiaci získajú predstavu, akú plochu celej Zeme zaberá úrodná pôda a na akej malej časti našej planéty závisí produkcia potravín pre ľudstvo.

POSTUP: Podľa nasledujúceho zadania žiaci postupne vykonávajú nasledujúce kroky.

- Predstav si Zem ako jablko.
- Rozkroj jablko na štvrtiny.
- 3/4 odlož bokom – tie predstavujú svetové oceány.
- 1/4 je pevnina. Rozkroj ju na polovicu, máš teda 2/8.
- 1/8 odlož bokom – to sú oblasti pevniny, kde človek nedokáže žiť (polárne oblasti, púšte, močiare, veľmi vysoké skalnaté pohoria a pod).
- Zvyšná 1/8 predstavuje oblasti, kde žijú ľudia, ale nie všade sa dajú pestovať plodiny potrebné pre život.
- 1/8 rozkroj na štvrtiny, dostaneš 4/32.
- Odlož bokom 3/32. To sú oblasti príliš skalnaté, vlhké, studené, príkre, zaplavované alebo s neúživnou pôdou. Patria sem i oblasti s pôdou, ktorú zastaval človek dedinami, mestami, cestami a ďalšími stavbami.
- Ostáva pred tebou 1/32. Opatrne zlupni šupku.
- Táto šupka predstavuje zemský povrch, na ktorom je možné pestovať plodiny potrebné pre život.



Prehľad meraní a pomôcok

Merania

PREHLAD MERANIA	MIESTO	FREKVENCIA	ČAS
Štruktúra	terén – odkrytý pôdny profil	1-krát pre každý pôdny horizont	60–90 min
Farba			
Konzistencia			
Zrornosť			
Prítomnosť skeletu			
Vlhkostné pomery			
Prítomnosť koreňov			
Prítomnosť uhličitanov			
Úrodnosť pôdy	terén + laboratórium	1-krát pre pedologické stanovište/vzorku pôdy, resp. substrátu	30 min
pH	laboratórium	3-krát pre každý pôdny horizont	45 min
Zrnostný rozbor			1. deň – 30 min 2. deň – 45 min 3. deň – 45 min
Merná hmotnosť			1. deň – 45 min 2. deň – 20 min
Teplota pôdy	terén	1-krát denne alebo 1-krát týždenne	10 min
Pôdna vlhkosť	terén + laboratórium	12-krát ročne v dennom, týždennom alebo mesačnom intervale	30 min – odber vzoriek 45 min – laboratórium
Infiltrácia	terén	3 až 4-krát ročne	45 min



Pomôcky

MERANIA, AKTIVITA	POMÔCKY
Všetky merania	pracovné listy, zápisník, ceruzka, hodinky
Odkrytie pôdneho profilu	pôdny vrták, krompáč, rýľ, lopata, pásmo, igelitová plachta
Definovanie, popis a dokumentácia stanovišťa	GPS, klinometer, pásmo, meter, geologická mapa vašej oblasti (1:50000), fotoaparát
Odber vzoriek	lopatka, igelitové sáčky, permanentný popisovač, viečka, gumičky, gumová palica, nôž, porcelánový mažiar, sito s priemerom ôk 2mm
Základné pôdne znaky	lopatka, rozprašovač, farebná škála, papiere, priehľadné dosky, strička s octom
Úrodnosť pôdy	zápisník, pracovné listy, prístroj na určovanie obsahu NPK v pôde
pH	jemnozem (viď kapitola Odber porušených pôdnych vzoriek), destilovaná voda, pH meter, kadička, odmerný valec, lyžička, váhy
Teplota pôdy	pôdny teplomer, 10 cm klinec, permanentný popisovač
Pôdna vlhkosť	plechovky na odber pôdnych vzoriek, viečka, permanentný popisovač, lopatka alebo pôdny vrták, váhy s presnosťou 0,1g, sušička alebo mikrovlnná trúba
Merná hmotnosť	jemnozem, váhy s presnosťou 0,1g, destilovaná voda, nálevka, strička, kliešte, 3 Erlenmayerove banky 100 ml, teplomer, varič
Zrnitostný rozbor	jemnozem, váhy s presnosťou 0,1 g, odmerný valec 100 a 500 ml, viečko, kadička 250 ml, destilovaná voda, dispergačný roztok (hexametfosforečnan sodný), tyčinka, teplomer, hustomer, pravítko alebo meter
Infiltrácia	dvojvalcový infiltrometer, prívod vody, prípadne plastové fľaše naplnené vodou (min. 8 litrov), lievik, pravítko, permanentný popisovač, stopky, drevená doska, palica, nôž, záhradnícke nožnice, plechovky na odber vzoriek pôdy, viečka, lopatka



PÔDOTVORNÉ FAKTORY

- materská hornina
- klíma
- činnosť organizmov
- činnosť človeka
- podzemná voda

} *pôsobia priamo na vznik pôdy*

PODMIENKY PÔDOTVORNÉHO PROCESU

- reliéf terénu
- čas

} *pôsobí na pôdotvorné faktory*

Skôr ako sa so žiakmi pustíte do pedologických meraní, mali by ste žiakov zoznámiť so vznikom pôdy a jej zložením. Vznik, stavba i zloženie pôdy je zložitý proces nazývaný pedogenéza, ktorý závisí od množstva pôdotvorných faktorov, najvýznamnejšie sú:

- **MATERSKÁ HORNINA** je základným materiálom pre vznik pôdy. Mineralogické zloženie horniny má vplyv na fyzikálne, fyzikálno-chemické, chemické a biologické vlastnosti pôdy, ovplyvňuje rýchlosť tvorby pôdy (zvetrávanie pevných hornín), s tým súvisiacu hĺbku pôdy, zrnitosť, priestorové usporiadanie jednotlivých častíc, obsah rastlinných živín, solí, kyslosť a podobne.
- **RELIÉF** terénu ovplyvňuje ostatné pôdotvorné faktory. Nadmorská výška a sklon svahu ovplyvňujú klímu, vodný režim územia, migráciu a vznik a hromadenie minerálnych látok a produktov zvetrávania, druhové zloženie porastu, a pod.
- **KLÍMA** určuje intenzitu a rýchlosť pôdotvorného procesu. Teplota, množstvo a rozloženie zrážok ovplyvňuje či dochádza k vynášaniu látok vzliňajúcou vodou (suché, arídne, podnebie s prevládajúcim výparom) alebo k vylúhovaniu (vlhké, humídne, podnebie s prevládajúcou infiltráciou). Klíma celého územia Slovenskej republiky spadá do mierneho klimatického pásma, avšak podnebné pomery jednotlivých častí územia sa môžu podstatne líšiť, čo sa prejavuje v rôznorodom vývoji pôd na našom území.
- **ORGANIZMY** pôsobia najmä prostredníctvom vegetácie, ktorá svojimi koreňmi rozrušuje pôdu a je hlavným dodávateľom organickej hmoty. Okrem vyšších rastlín sa na tvorbe pôdy podieľa aj fitoedafón (baktérie, huby a riasy) a zooedafón (všetky druhy v pôde žijúcich organizmov). Edafón sa významne podieľa na rozklade odumretej organickej hmoty, premiešavaní pôd a tvorbe humusu. Medzi organizmy sa radí i človek, ktorý pôdu ovplyvňuje priaznivo i nepriaznivo: obhospodarovaním pôdy zvyšuje hĺbku humóznej vrstvy, spôsobuje zmeny vo fyzikálnych, fyzikálno-chemických a biologických vlastnostiach pôd, vystavuje pôdu zvýšeným účinkom erózie a kontaminuje ju cudzorodými látkami.
- **PODZEMNÁ VODA** spoločne s povrchovou vodou ovplyvňuje celkové pomery vlahy v pôdach. Vysoký obsah vody v pôde vedie k fyzikálno-chemickým a chemickým zmenám. Vysoká vlhkosť spomaľuje rozklad organických látok a podporuje ich hromadenie (ulmifikáciu – rašelinenie). Podzemná voda bohatá na rozpustné minerálne látky spôsobuje zasolenie.
- **ČAS** je daný dĺžkou nerušeného pôsobenia vyššie uvedených faktorov (uvádza sa, že 1 cm pôdy sa vytvorí za zhruba 100 rokov).

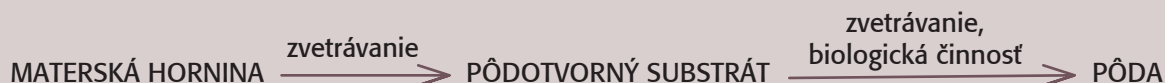




Proces vzniku pôdy sa všeobecne nazýva zvetrávaním a podľa prevažujúceho faktoru sa delí na:

- fyzikálne – zmeny teplôt a tlakov,
- chemické – reakcie medzi úlomkami hornín, vodou a slabými kyselinami. Zvetrávanie urýchľuje aj kyslý dážď,
- biologické – činnosť organizmov, napr. lišajníky vylučujúce kyseliny, ktorými narúšajú povrch hornín, korene vyšších rastlín prerastajúce malé trhliny v horninách urýchľujú proces zvetrávania.

Pri vzniku pôdy dochádza zväčša ku kombinácii všetkých typov.



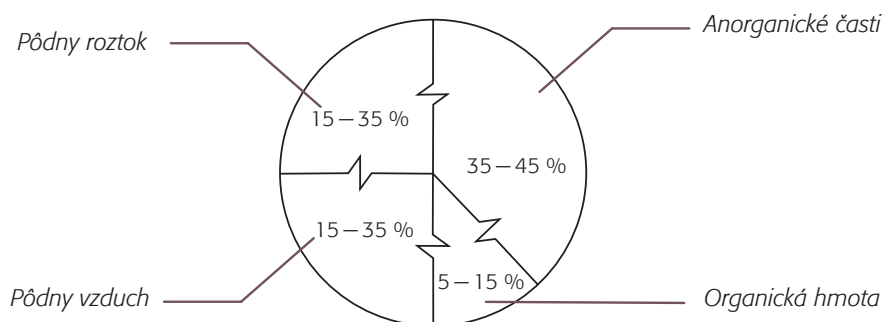
Pôda je najvyššia zvetraná vrstva zemskej kôry. Obsahuje zvetrané časti pôvodnej horniny, živé pôdne organizmy i zvyšky odumretých rastlín a živočíchov.

Pôda je zložitý systém obsahujúci pevné, kvapalné i plynné zložky. Percentuálne zastúpenie zložiek sa môže veľmi líšiť. Napríklad podiel pôdneho vzduchu je rôzny u púštnych pôd a pôd podmáčaných oblastí.

Základné zložky pôdy:

- **ANORGANICKÉ ČASTI (35–45 % objemu pôdy)** – zvyšky materskej horniny, rozrušené počas procesu zvetrávania (balvany, štrk, piesok, prachové a ílové častice).
- **ORGANICKÁ HMOTA (5–15 % objemu pôdy)** – zvyšky odumretých rastlín a živočíchov v rôznom stupni rozkladu a premeny.
- **PÔDNY ROZTOK (15–35 % objemu pôdy)** – vyplňa pôdne póry, je na povrchu pôdnych častíc, sú v ňom rozpustené živiny prístupné rastlinám.
- **PÔDNY VZDUCH (15–35 % objemu pôdy)** – vyplňa pôdne póry, jeho zloženie je mierne odlišné od atmosférického vzduchu, obsahuje viac CO₂, uhľovodíkov a ďalších splodín rastlinného a živočíšneho metabolizmu.
- **ŽIVÉ ORGANIZMY** – korene rastlín, edafón.

Priemerné zastúpenie jednotlivých zložiek pôdy



O prítomnosti vzduchu v pôde sa môžete presvedčiť jednoduchým pokusom. Do kadičky s vodou nasypete trochu zeminy. Hneď po nasypení pozorujete bublinky vzduchu unikajúce k hladine.





Pôda zrakom, hmatom, čuchom

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 20 min

VHODNÉ PRE: 1. stupeň ZŠ

POMÔCKY: vzorky pôd, noviny, pinzeta

CIEL: Žiaci sa „zoznámia“ s pôdou zrakom, hmatom i čuchom.

POSTUP: Vyzvite žiakov, aby priniesli vzorku pôdy z okolia svojho bydliska, prípadne vašej školy. Vzorky napríklad v zaváraninových pohároch označte číslami a miestom zberu. Môžete vytvoriť aj mapu s miestami odberu. Nechajte žiakom čas, aby sa „zoznámili“ s pôdou a poznávali ju zrakom, hmatom aj čuchom. Živé organizmy dajte do misiek a vyneste ich späť do prírody. Diskutujte so žiakmi o tom, v čom sa vzorky podobajú alebo líšia.

Bolo by ideálne, ak by každý žiak priniesol vzorky pôdy zo záhrady alebo blízkeho okolia svojho bydliska. Pre získanie vzoriek môžu žiaci použiť metódu blízkeho povrchu. Ak žiaci odoberú vzorku o objeme 1 liter, je možné s nimi pracovať aj naďalej, napr. v laboratóriu pri zisťovaní vlastností pôdy.

TIP





Výber stanovišta / Selecting a Soil Characterization Site

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 15 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: tabuľa, krieda

CIEĽ: Žiaci vytipujú dostupné pedologické stanovištia v okolí školy.

POSTUP: Nechajte žiakov opísať krajinu v blízkom okolí vašej školy (napr. pole, lúka, les, ihrisko, záhrady, atď.) a ich návrhy zakresľujte a popisujte na tabuli. Vznikne jednoduchá mapka blízkeho okolia vašej školy. Povedzte žiakom, že hľadáte vhodné stanovište pre pedologické pozorovanie, pri ktorom potrebujete vykopať pôdnu sondu, diery, o ktorej si poviete viac neskôr. Pýtajte sa, ako by takéto stanovište malo vyzerať a či by malo spĺňať nejaké podmienky. Pripomeňte žiakom, aby brali ohľad aj na iné merania v rámci GLOBE. Návrhy spíšte vedľa mapky na tabuli a zároveň zakresľujte do mapy bodky s potenciálnymi miestami pre pôdnu sondu. Usmerňujte a dopĺňajte návrhy žiakov k výberu vhodného stanovišta podľa pokynov nižšie. Spoločne vyberte jedno hlavné pedologické stanovište, ktoré pomenujete a neskôr zameriate aj jeho presnú polohu pomocou GPS. Stanovište pre pedologické pozorovanie vám musí predovšetkým umožniť odkrytie pôdneho profilu (viď nižšie). Pri profile budete priamo v teréne určovať základné pôdne znaky. Napriek tomu, že do konkrétnej databázy GLOBE sa znaky zaznamenávajú iba raz, navrhujeme ho využiť viackrát pre rôzne skupiny žiakov. Pred každým meraním však musíte profil znova začistiť tak, aby žiaci odoberali čerstvé vzorky.

V priebehu realizácie programu GLOBE môžete odkryť aj viac pôdnych profilov, určiť základné pôdne znaky, vykonať ďalšie pedologické pozorovania a údaje vložiť do databázy. V tomto prípade nezabudnite, že každé nové stanovište musíte definovať – zamerať geografickú polohu a stanovište pomenovať.

Ostatné navrhnuté pedologické stanovištia, ktoré sú vhodné, si môžete ponechať pre ďalšie pedologické výskumy. Prípadne vyzvite žiakov, aby si priniesli vzorku pôdy z vlastných záhrad.

Môžete vytvoriť mapu na štvorčekový papier a z týchto miest odobrať vzorky metódou blízkeho povrchu. Každú jednoducho zistiteľnú vlastnosť (farba, konzistencia, pH, obsah N, P, K,...) môžete vyniesť do separátnej mapy. Vytvoríte tak nespojitú mozaiku vlastností pôd v okolí školy, ktorú môžete v priebehu rokov zahusťovať a/alebo pozorovať zmeny vlastností pôdy.

TIP

Ďalej závisí výber stanovišta na tom, aké ďalšie merania v rámci GLOBE vykonávate alebo sa chystáte vykonávať.

- Pokiaľ vykonávate meteorologické pozorovania, malo by sa pedologické stanovište nachádzať v blízkosti meteorologickej búdky.
- Pokiaľ vykonávate merania biologické, stanovište pre pedológiu by sa malo nachádzať vnútri stanovišta pre biologické merania.
- Pokiaľ vykonávate meranie v rámci všetkých oblastí GLOBE, navrhujeme odkryť pôdny profil v blízkosti meteorologickej búdky a na ďalších stanovištiach použiť iba pôdny vrták (viď nižšie).



Nech už si vyberiete akékoľvek stanovište, mali by ste **dodržať nasledujúce body**:

- Vybrané stanovište by sa nemalo líšiť od okolitého terénu. Malo by to byť miesto s prirodzenou (voľne rastúcou) vegetáciou. Kultúrne plochy vyberajte iba v prípade, že je v blízkosti meteorologická búdka.
- Stanovište by malo byť relatívne nenarušené, vo vzdialenosti najmenej 3 metre od budov, ciest, ihrísk a iných stavieb, ktoré by mohli mať vplyv na zhutnenie pôdy alebo jej iné narušenie.

Ak chcete žiakov namotivovať pre pedologické bádanie a zároveň precvičiť prvý krok bádateľského cyklu (motivácia a získavanie nových informácií), podte so žiakmi vyskúšať nasledujúcu aktivitu.



Čo majú pomôcky spoločné

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 20 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: pedologické pomôcky, lavica na vystavenie pomôcok

CIEĽ: Žiaci sa zoznámia s pomôckami na meranie a skúmanie pedologických charakteristík. Aktivita motivuje žiakov k ďalšej systematickej práci s pomôckami. Žiaci kladú otázky k téme.

POSTUP: Na lavicu uložte pomôcky, s ktorými plánujete v priebehu roka so žiakmi pracovať v rámci pedologického bádania. Posadte žiakov do kruhu tak, aby všetci videli na pomôcky. Zapisujte ich prirodzené otázky, napr. Čo to je? Na čo to slúži? Ako sa to používa?

Do kruhu položte rozstrihané krátke texty o pomôckach, napr. názov pomôcky, nákres + na čo slúži, ako prebieha meranie s touto pomôckou. Žiaci si vezmú texty do skupiniek, prečítajú si ich a priradia k nim správnu pomôcku. Nakoniec jednotlivé skupinky predstavujú svoje pomôcky ostatným žiakom.

Odhaľme pôdny profil / Exposing the Soil Profile

Pôsobením pôdotvorných procesov sa jednotlivé pôdy počas svojho vývoja začali veľmi odlišovať. Pôdny profil je vertikálny rez pôdou od povrchu pôdy k pôdotvornému substrátu a je tvorený niekoľkými nad sebou uloženými pôdnymi horizontami (viď popis pôdneho profilu). Odkrytie pôdneho profilu vám umožní vykonať všetky pozorovania v teréne a vykonať odber vzoriek pre ďalšie merania v laboratóriu.



ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 10 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: kocky lega, rôzne materiály (kamienky, pôda, piesok, štrk, korálky rôznych tvarov alebo iné materiály), plastový pohárik

CIEĽ: Žiaci vysvetlia termíny pôdny horizont a pôdny profil.

POSTUP:

S najmenšími môžete pôdne horizonty a pôdny profil vytvoriť napríklad z kociek lega alebo sypaním rôznych materiálov do priehľadných pohárikov (pôdny puding). Vysvetlite, že kocky lega alebo vrstvy v pôdnom pudingu predstavujú pôdne horizonty. Tie sa môžu líšiť farbou, štruktúrou, vlhkosťou, atď.





Všetky na sebe naskladané kocky alebo vrstvy pôdneho pudingu tvoria pôdny profil. Na rôznych stanovištiach vznikajú rôzne pôdne profily, rovnako ako žiaci vytvorili rôzne typy. Iba málo pôdnych profilov bude vyzeráť rovnako. Vysvetlite, že pôdny profil určuje, o aký pôdny typ ide. Je to meno pôdy, napr. černozem, hnedozem, kambizem, podzol, atď. Môžete sa inšpirovať príbehmi niektorých pôdnych typov (viď kapitola Popis pôdneho profilu) a vysvetliť tak ich odlišnosť podľa toho, v akom prostredí vznikali a aké faktory na ne pôsobili.

Odkrytie pôdneho profilu

Čiastočne odkryté pôdne profily viete nájsť aj v zárezoch lesných a poľných ciest, v ronových ryhách, výkopoch inžinierskych sietí a podobne. Tieto profily však nie sú vždy vhodné na vykonávanie celého súboru meraní, ale viete si na nich vyskúšať niektoré druhy. Pamätajte na to, že odber vzoriek musí vždy prebiehať z čerstvej steny profilu, aby sa predišlo kontaminácii vzoriek. Na začistenie často stačí záhradná lopatka.

Pri odkrytí pôdneho profilu môžete použiť nasledujúce postupy:

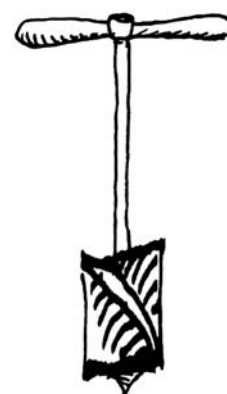
1. VRTANÁ PÔDNA SONDA / Auger Method

POMÔCKY: pôdny vrták, igelitová plachta (50 x 150 cm), meter, pásmo

Pokiaľ nemáte z nejakého dôvodu možnosť vykopať pôdnu sondu, je možné použiť pre popis pôdneho profilu aj pôdny vrták. Rozložte na zem blízko miesta vrtania igelitovú plachtu. Na ňu položte pásmo aspoň 1 m dlhé. Pôdny profil vytvorte postupným premiestnením pôdy zo sondy na plachtu.

Zavrtavajte vrták postupne do zeme. Po zavrtaní do hĺbky 10 cm (zodpovedá otočeniu vrtáku o 360°) vrták vyťahnite a vzorku pôdy preneste na plachtu. Zmerajte hĺbku vyvrtanej diery. Vzorku na plachte zrovnajte pozdĺž metra tak, aby dĺžka rozloženého profilu zodpovedala hĺbke vyvrtanej diery. Rovnakým spôsobom pokračujte až do hĺbky zvetraného pôdotvorného substrátu.

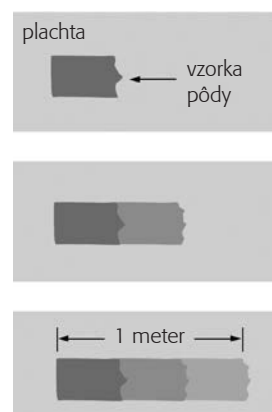
Nevýhodou vrtaných sond je to, že poskytujú informácie iba o veľmi obmedzenom priestore a z odobraných vzoriek nie je možné presne posúdiť všetky morfológické znaky.



2. METÓDA BLÍZKEHO POVRCHU / Near surface method

POMÔCKY: záhradná lopatka, rýľ, pásmo, metrová tyč, igelitová plachta

Metóda blízkeho povrchu predstavuje najjednoduchšiu metódu odberu vzoriek a vykonávajú ju tam, kde nie je možné použiť metódy kopanej alebo vrtanej sondy. Určite miesto, kde je možné odhaliť povrch pôdy. Odstráňte povrchovú vegetáciu. Pomocou záhradnej lopatky alebo lopaty opatrne odstráňte vrchných 10 cm pôdy z menšej



plochy a položte ju na plachtu. Zopakujte vyššie uvedené kroky 1, 2 a 3 pre miesto cca 1 meter vedľa pôvodného miesta odberu vzorky.

Opakujte ešte raz a zmiešajte tri vzorky dohromady. Túto zmiešanú vzorku považujte za horizont.



Najmä pred realizáciou kopanej a vrtanej pôdnej sondy je nutné požiadať o povolenie majiteľa pozemku a presvedčiť sa, že v danom mieste nevedú žiadne inžinierske siete, aby nedošlo k ich poškodeniu.

Majiteľa pozemku zistíte na webovom sídle katastra prípadne miestnom úrade a údaje o sieťach by vám mal poskytnúť ich správca.



Popis stanovišta / Defining a Soil Characterization Site

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 30 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: GPS, klinometer, meter, geologická mapa SR*, buzola, fotoaparát

CIEĽ: Žiaci vhodne definujú pedologické stanovište.

POSTUP: Navrhujeme využiť pracovný list *Popis stanovišta / Definičný list stanovišta*.

Pre potreby definície pedologického stanovišta je potrebné poznať zemepisné súradnice, ktoré určíte pomocou GPS. Nezabudnite pomenovať stanovište špecifickým názvom, prípadne i číselným kódom.

Pokiaľ sa vaše stanovište nachádza v svahu, je potrebné zistiť klinometrom jeho sklon (návod na výrobu klinometra nájdete v metodike Biotopy). Na meranie potrebujete dvoch zhruba rovnako vysokých žiakov a jedného pomocníka. Prvý študent sa postaví s klinometrom nižšie do svahu, druhý vyššie, na hranu pôdneho profilu. Prvý študent sa pozerá cez klinometer do očí druhého študenta. Pomocník odráta uhol sklonu svahu.

Pre určenie a zaznamenanie vegetačného krytu v okolí pôdnej sondy použite klasifikáciu MUC (postup pre správne určenie typu vegetačného krytu s využitím klasifikačného systému nájdete v metodike Biotopy).



„Pokiaľ nedefinujete svoje pedologické stanovište, nemôžete posilať namerané údaje do databázy GLOBE. Pokiaľ máte problém so svojim užívateľským účtom alebo odosielaním údajov, ozvite sa na globe@daphne.sk, radi vám pomôžeme.“

* Pracujte s geologickou mapou SR v mierke 1:50000, aby ste mohli správne určiť, z akej materskej horniny vznikla pôda v okolí stanovišta. Mapy sú dostupné aj online na <https://app.geology.sk/gm50/>



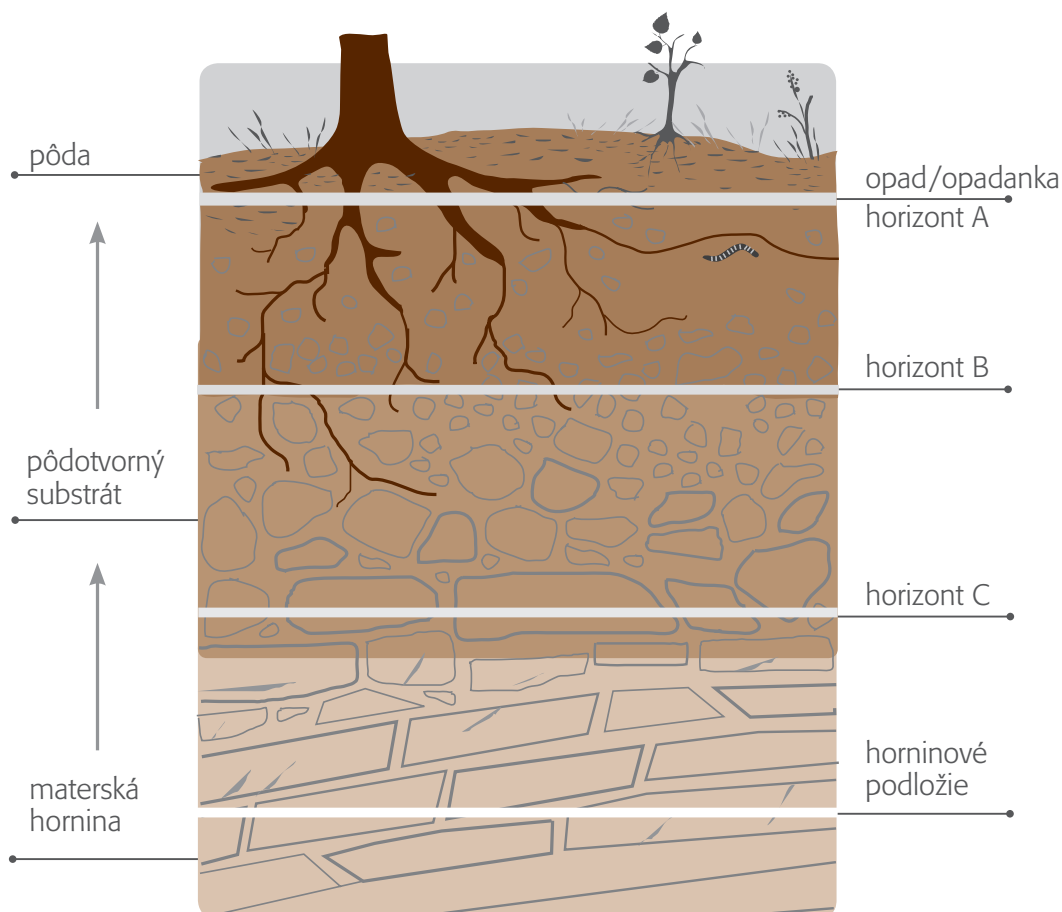
Popis pôdneho profilu / Identifying and Measuring Horizons

Pôdny profil je séria pôdnych vrstiev pod povrchom pôdy, ktoré majú určité vlastnosti vďaka tomu, akým spôsobom bola pôda vytvorená. Presunom jednotlivých pohyblivých zložiek sa pôvodne homogénny substrát rozčlenil na heterogénne vrstvy označované ako pôdne horizonty. Postupnosť horizontov a ich morfológie (vyvinuté pod vplyvom určitých geologických podmienok, podnebia, nadmorskej výšky, pôvodného porastu atď.) sú základom pre klasifikáciu pôd, t.j. pre určenie jednotlivých pôdnych typov (černozem, hnedozem apod.). Správne vyhodnotenie pôdneho profilu vám napovie mnohé o podloží, z ktorého pôda vznikala a o procesoch, ktoré sa na jej vzniku podieľali. Hrúbka jednotlivých horizontov sa môže značne líšiť, od niekoľko málo milimetrov až po niekoľko metrov. Taktiež rozhrania jednotlivých horizontov nemusia byť vždy dobre viditeľné, v niektorých prípadoch môžeme nájsť pozvoľný prechod s hrúbkou viac ako 10 cm. V zásade je možné v pôdnom profile rozlíšiť nasledujúce pôdne horizonty:

POVRCHOVÉ HORIZONTY

O horizont nadložného humusu – obsah organickej hmoty je vyšší než 20–30 %, je tvorený organickými zvyškami (napr. opadom z rastlín), prebieha v ňom najvýraznejšia biologická činnosť.

A povrchový organominerálny horizont – obsah organickej hmoty je nižší ako 20–30 %, organická hmota je zmiešaná s minerálnymi časťami pôdy.



PODPOVRCHOVÉ HORIZONTY

E minerálny horizont – ochudobnený horizont je tvorený prevažne pieskovými a prachovými časticami, ílové častice boli vyplavené.

B minerálny podpovrchový horizont – obohatený horizont, je tvorený zvetralinami a úlomkami materskej horniny, obsahuje materiál z horizontu E.

C pôdotvorný substrát – horizont málo ovplyvnený pôdotvornými procesmi, vzniká z neho pôda.

R materská hornina – pevná hornina, z ktorej vzniká pôdotvorný substrát.

Môže existovať aj D horizont. Vzniká v prípade, že je prítomná aj iná hornina ako tá, z ktorej vznikla pôda.

Príbehy pôd

Pôdy predstavujú archív histórie krajiny. Nejde len o archeologické nálezy, ktoré v pôde môžeme nájsť. Samotné pôdy nám pomáhajú pochopiť históriu miesta. Stačí iba čítať v príbehu vzniku pôdy.

PRÍBEH FLUVIZEME

Nivy riek predstavujú krásne a úrodné miesta, na ktorých vznikajú pôdy nazývané fluvizeme. Voda unáša íl, piesok, štrk, počas povodní aj väčšiu frakciu (obliaky), a všetok tento materiál sa po znížení sily toku hromadí v nive rieky. To má za následok striedanie vrstiev ílu, prachu, piesku, obliakov a výskyt vrstiev s tmavou organickou hmotou. Tieto pôdy sú intenzívne využívané, ale zároveň veľmi zraniteľné.

Popis profilu

Horizont A – na povrchu uložený organo-minerálny horizont, úrodná časť pôdy, veľmi intenzívne využívaný na pestovanie plodín či pastvu. Môže byť kontaminovaný chemickými látkami prinášanými riekou, ak sa vyššie na jej toku vyskytujú priemyselné či poľnohospodárske areály.

Pod horizontom A je nižšie uložený horizont M, ktorý nazývame pôdnym sedimentom. Tu je zjavné striedanie vrstiev s rôznou zrnitosťou od ílu po obliaky.



PRÍBEH PODZOLU

Hlboké, prevažne horské lesy tvorené ihličnatými drevinami po generácie sa hromadiacim opadaným ihličím sú miesta, kde nájdeme podzoly. Opad ihličia produkuje organické látky, ktoré prestupujú pôdou a pôdnym profilom posúvajú železo, mangán a hliník do spodných vrstiev pôdy, kde sa hromadia. Vzniká tak ochudobnený (eluviálny) a obohatený (iluviálny) horizont pôdneho typu podzol. Proces, ktorý umožňuje jeho vznik, sa nazýva podzolizácia. Kombinácia kyslého opadu v podobe ihličia, vyššia nadmorská výška s dostatkom zrážok a kyslá pôdotvorná hornina – žula, kremenec alebo pieskovec – tento proces podporujú.





Popis profilu

Na povrchu sú uložené organické horizonty opadu (L), drte (F) a meliny (H). Ide o opadané ihličie smreka a jeho rozklad prevažne za pomoci húb v horizonte F, kde sú ešte rozoznateľné ihlice smreka. V horizonte H je už pôvodný materiál nerozoznateľný a ide prevažne o jemnozrnný tmavo čierny organický materiál. V týchto horizontoch sa produkujú organické látky, ktoré vymývajú z nižšie uloženého vybieleného (E) horizontu Fe, Mn a Al. Tieto látky sa hromadia v tmavohnedom horizonte (pri podzole modálnom je Bs horizont, hrdzavý, pri podzole humusovo-železitom je Bsh horizont čokoládovo-hnedý). Tieto pôdy sú veľmi kyslé a slúžia najmä na produkciu dreva. V prípade ďalšieho okyslenia napr. kyslými dažďami, môže prísť k zvýšeniu toxického vplyvu hliníka a následnému poškodeniu lesa.



PRÍBEH KAMBIZEME

Najčastejšia pôda našej republiky nachádzajúca sa od stredných polôh až po horské oblasti. Kambizeme sú využívané ako poľnohospodárska pôda, ale často sú pokryté aj lesmi. Materskú horninu predstavuje široké spektrum hornín, od pieskovcov, cez metamorfované horniny až po hrubozrnné žuly. Hnedá farba je určujúcim znakom kambizeme. V pôde dochádza k zvetrávaniu a uvoľnené železo spolu s ílovými minerálmi a humusom dodávajú kambizemi jej charakteristickú farbu.

Popis profilu

Horizonty opadu (L), drte (F) a meliny (H), organické horizonty prechádzajú do organo-minerálneho A horizontu a pod nimi sa nachádza hnedý kambický horizont Bv. Materská hornina je v tomto prípade hrubozrnná žula.





Popis pôdneho profilu

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 30 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: meter alebo pásmo, značky na označenie rozhraní horizontov (kolíčky, klinec a pod.), nožnice, papierové pôdne profily, lepidlo, rôzne druhy pôd

CIEĽ: Žiaci popíšu pôdny profil.

POSTUP: Presný postup viď pracovný list *Popis pôdneho profilu*.

U odkrytého pôdneho profilu si dobre všimajte znaky, akými sú farba, prekorenenie či prítomnosť skeletu (kamienky). Tieto pozorovania vám pomôžu odlišiť jednotlivé horizonty od seba.

Do tabuľky v pracovných listoch môžete ako označenie horizontu napísať len číslo (s mladšími žiakmi) alebo využiť označenie horizontov písmenami. Dôležité je mať všetky horizonty označené a popísané.



Odber pôdnych vzoriek

Pôdne vzorky potrebujete odobrať pro ďalšie laboratórne merania – pH, pôdna vlhkosť, objemová a merná hmotnosť a zrnitosťný rozbor.

ODBER PORUŠENÝCH PÔDNYCH VZORIEK

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 30 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: lopatka, igelitové vrecúška, permanentný popisovač, porcelánová trecia miska, sito s priemerom ôk 2 mm

CIEĽ: Žiaci vedia odobrať porušené pôdne vzorky.

POSTUP: Presný postup odberu nájdete v pracovných listoch *Odber pôdnych vzoriek*.

Východným materiálom pre väčšinu laboratórnych analýz je tzv. jemnozeme. Získate ju zo zeminy, ktorú necháte vyschnúť na vzduchu a následne ju rozomeliete v porcelánovom mažiari, následne ju preosejete cez sito s priemerom oka 2 mm. Buďte však opatrný, aby ste nerozomleli aj čiastočne zvetraný skelet. Ak sa dostane do pieskovej frakcie, ovplyvní výsledky.

Jemnozeme potrebujete pre meranie pH, mernej hmotnosti a zrnitosťného rozboru.



Základné pôdne znaky / Soil Characterization Protocol



PEDOLÓGIA

Medzi základné pôdne charakteristiky patrí určenie štruktúry pôdy, farby pôdy, konzistencie, veľkosti zrna, prítomnosti skeletu, vlhkostných podmienok, prítomnosti koreňov rastlín a karbonátov. Všetky merania sa vykonávajú v teréne v pôdnej sonde alebo v odkrytom pôdnom profile. Základné vlastnosti pôdy sa určujú pre každý pôdny horizont. Výsledky meraní a pozorovaní sa do databázy GLOBE zadávajú len raz. Odporúča sa však používať pôdnu sondu na pozorovania a pracovať s ďalšími skupinami študentov.

Zistené vlastnosti umožňujú vedcom interpretovať fungovanie ekosystémov a vypracovať odporúčania pre využívanie pôdy. Napríklad údaje o charaktere pôdy môžu pomôcť určiť, či sa má pozemok využívať na pestovanie alebo rozvoj. Údaje môžu pomôcť predpovedať pravdepodobnosť výskytu povodní a sucha a môžu pomôcť určiť typy vegetácie a využitia pôdy, ktoré sú pre danú lokalitu najvhodnejšie. Charakteristiky pôdy tiež pomáhajú vysvetliť trendy vo vlhkosti a teplote pôdy, ktoré by mohli súvisieť s počasím.

Pred prácou v teréne si so žiakmi precvičte identifikáciu základných pôdnych znakov na vzorkách pôdy, ktoré si prinesú.

TIP



Určenie základných pôdnych znakov

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 60–90 min pre určenie všetkých základných pôdnych znakov v teréne

VHODNÉ PRE: 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY PRE URČENIE VŠETKÝCH ZÁKLADNÝCH PÔDNYCH ZNAKOV: lopatka, rozprašovač, farebná škála, papiere, priehľadné dosky, strička s octom

CIEĽ: Žiaci určia základné charakteristiky pôdy.

POSTUP: Presný postup pre určenie všetkých pôdnych znakov vid' pracovné listy.

Pôdna štruktúra / Soil Structure

Štruktúra pôdy je zoskupenie pôdnych častíc do zhlukov nazývaných pôdne agregáty. Pôdny agregát si teda môžeme predstaviť ako hrudku pôdy zloženú z minerálnych častíc, ílu, organických látok a organizmov, popretkávanú pórmí, cez ktoré prúdi voda a vzduch.

Textúra pôdy je jednou z najdôležitejších fyzikálnych vlastností pôdy, pretože poskytuje informácie o veľkosti a tvare pórov v pôde, cez ktoré prúdi voda a vzduch a v ktorých rastú korene rastlín. Štruktúra pôdy teda ovplyvňuje vodné a vzdušné podmienky v pôde. Určuje mieru infiltrácie a zadržiavania (retencie) vody v pôdnom profile, zabraňuje stratám vody z povrchovej vrstvy pôdy atď. a tiež zabezpečuje optimálny rast a vývoj koreňov rastlín.



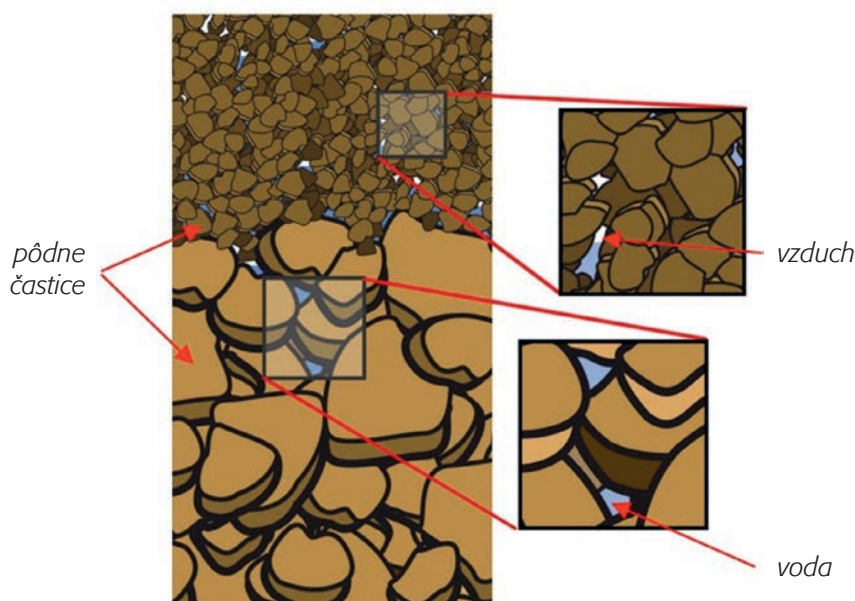
Štruktúra pôdy sa vyvíja súbežne s vývojom pôdy za účasti mnohých faktorov, ktoré možno rozdeliť do troch skupín:

- **fyzikálne** – procesy vysychania a zvlhčovania spôsobujú zmršťovanie alebo napučíavanie pôdy, čím vznikajú trhliny a kanáliky; mrznutie a rozmrazovanie vedú k vzniku trhlín a malých dutín v pôde; mechanické sily, ako napríklad padajúce dažďové kvapky,
- **chemické** – minerály (napr. ílové), oxidy železa alebo kalcit slúžia ako spojivo pri tvorbe agregátov,
- **biologické** – korene po odumretí zanechávajú v pôde organickú hmotu a kanály po rozklade; živočíchy premiestňujú častice, zanechávajú v pôde výkaly, budujú tunely; pôdne mikroorganizmy rozkladajú organickú hmotu.

Aké typy pôd teda podľa štruktúry rozlišujeme?

Štruktúrny (agregátový) stav pôdy je podmienený prevládajúcim tvarom a vzájomným usporiadaním pevných častíc pôdy (agregátov), ktoré vznikajú buď rozpadom veľkých hrudiek, alebo agregáciou menších častíc. Pri tomto type sa aspoň časť pôdnej hmoty rozpadá na štruktúrne prvky.

Horizonty s menšími agregátmi majú viac menších pórov pre vodu a vzduch. Môžu preto účinnejšie zadržiavať vodu v pôde. Majú vyššiu retenčnú schopnosť. Naopak, horizonty s väčšími pôdnymi agregátmi majú menej väčších pórov na zadržiavanie vody a vzduchu. Čím väčšie sú póry a pôdne častice, tým rýchlejšie voda odteká. Majú nižšiu retenčnú schopnosť.



Napríklad hlboká černoziem môže počas dažďa zadržať až 350 l vody na m². Práve množstvo a kvalita organickej hmoty a biologická aktivita majú veľký význam pre zadržiavanie vody v pôde. Zvýšenie obsahu organickej hmoty o 1 % môže zvýšiť dostupnosť vody v pôde o 19 až 23 l na m². Od začiatku používania anorganických hnojív neustále klesá zastúpenie organickej hmoty v poľnohospodárskej pôde. Množstvo a kvalitu organickej hmoty v pôde možno zvýšiť vhodnými osevnými postupmi, optimálnou výživou rastlín, organickým hnojením, ochranným poľnohospodárstvom alebo protieróznou ochranou ohrozenej pôdy.



Základné typy štruktúry pôdy:



Bezštruktúrne typy pôd:

- **elementárne** – jednotlivé pôdne častice nie sú spojené do agregátov (ľahké piesčité pôdy);
- **zliate** – jednotlivé častice sú stmelené do súvislej masy (ťažké ílovité pôdy).

Pri dlhodobom zaťažení pôd a vytrvalých vysokých teplotách bez zrážok dochádza k zmenšovaniu veľkosti jednotlivých pôdnych zŕn na povrchu. Takto zmenená bezštruktúrna pôda, resp. jej vrchná vrstva, nie je schopná prepúšťať väčšie množstvá vody a dochádza k rýchlemu odtoku zrážok, ktoré potom chýbajú v spodnejších častiach pôdy.

Konzistencia / Soil Consistence

Konzistencia pôdy určuje, ako ľahké alebo obtiažne je pre korene rastlín alebo organizmy pohybovať sa pôdou.

Konzistencia sa v praxi posudzuje podľa stupňa:

- lepivosti – nelepivá → silne lepivá;
- plasticity – neplastická → silne plastická;
- pevnosti – kyprá → veľmi tuhá.

V programe GLOBE sa posudzuje konzistencia prstovou skúškou (stlačením agregátu medzi palcom a ukazováčikom). Určuje sa len stupeň pevnosti jednotlivých štruktúrnych agregátov.

Do pracovných listov sa zapisujú kategórie:

- **kyprá;**
- **drobivá;**
- **tuhá;**
- **veľmi tuhá.**



Farba / Soil Color

Farba pôdy a pôdnych horizontov je dôležitou charakteristikou, ktorá vypovedá o pôdnych procesoch, najmä o pohybe vody v pôde, prevzdušnení a obsahu a kvalite organickej hmoty.

Farba pôdy v povrchových horizontoch závisí najmä od obsahu a kvality organických látok. Organická hmota premenená na humus má čiernu farbu, zatiaľ čo rastlinné zvyšky v rôznych štádiách rozkladu sú hnedé až hnedočierne.

V podpovrchových horizontoch má veľký vplyv na farbu pôdy najmä železo, a to v rôznom stupni oxidácie, redukcie alebo hydratácie. Oxidované zlúčeniny železa sú hrdzavé, redukované a hydratované zlúčeniny sú sivé. Prevládajúca farba zlúčenín železa v pôde preto súvisí s prevzdušnením pôdy a jej vodným režimom. Pôdy, ktoré sú dobre prevzdušnené (napr. na svahoch), majú zvyčajne horizont B (minerálny horizont) sfarbený prevažne do hnedá, zatiaľ čo pôdy, v ktorých sa hromadí voda (pod svahom), majú horizont B sfarbený do šeda. Biela farba naznačuje aj akumuláciu solí alebo uhličitanu vápenatého.



Hypotézy – nehypotézy o pôde

Skôr ako začnete so žiakmi skúmať farby pôdy, môžete si na rôznych tvrdeniach o farbe pôdy precvičiť ďalší z krokov výskumu, a to formulovanie správnej hypotézy.

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 10 až 20 min.

VHODNÉ PRE: 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: Celú aktivitu s názvom *Hypotézy – nehypotézy o pôde* nájdete na stiahnutie v odkaze:

https://daphne.sk/wp-content/uploads/2023/02/BOV_priLucka_online_SK_verzia.pdf

CIEĽ: Žiaci odhalia kritériá formálne správnej hypotézy. Kriticky posúdia kvalitu predložených tvrdení.

POSTUP: Prečítajte žiakom hypotézy. Sú to naozaj hypotézy? Správna hypotéza má svoje pravidlá – **musí to byť tvrdenie, musí byť jednoznačná, overiteľná, zovšeobeciteľná, merateľná a konkrétna.**

Po prečítaní každej vety žiaci povedia, či je to hypotéza, prípadne čo sa im na nej nepáči. Nechajte žiakov opraviť sa navzájom. Ak si nevedia rady, pomôžte im, poučte ich, diskutujte, potom budú žiaci ľahšie samostatne tvoriť hypotézy. Napr.:

1. Červené sfarbenie pôdy znamená, že v pôde je železo, ale niekedy nie je. (Hypotéza nie je jednoznačná, nemôže platiť len niekedy – správna hypotéza by bola: červené sfarbenie znamená prítomnosť železa v pôde.)
2. Železo mení farbu pôdy na bielu. (Toto je správna hypotéza, testovaním by sme len zistili, že neplatí, čo žiakom netreba oznamovať; teraz sa sústredíme len na formuláciu hypotézy a nie na to, či platí alebo neplatí).
3. Podmáčaná pôda v našej záhrade má zelenú farbu, ale podmáčaná pôda v lese má skôr modrú farbu. (Táto hypotéza sa nedá zovšeobecniť.)
4. Trvalo podmáčaná pôda má často hrdzavé pruhy. (Táto hypotéza nie je presvedčivá; nemôže byť pravdivá len niekedy. Problém je v slove „často“.)
5. Uhličitan vápenatý mení farbu pôdy na bielu. (Táto hypotéza je správna.)
6. Nízky obsah organickej hmoty mení pôdu na čiernu. (Hypotéza je takmer dokonalá. V hypotéze je potrebné špecifikovať, čo je nízky obsah organickej hmoty).



Farbu pôdy zisťujeme dvoma spôsobmi.

- **Subjektívny spôsob hodnotenia** spočíva v slovnom hodnotení farby alebo v jej porovnaní s iným materiálom, ktorý je charakteristický svojou farbou (čokoládovo hnedá, tehlovo červená atď.).
- **Objektívny spôsob hodnotenia** spočíva v porovnaní farby pôdy s takzvanou Munsellovou stupnicou.



Určovanie farby pomocou Munsellovej stupnice

Farba sa určuje v teréne za prirodzených vlhkosťných podmienok. Ak je pôda suchá, zvlhčíte ju vodou z rozprašovača.

Jednotlivé pôdne horizonty nemusia mať jednotnú farbu. Preto sa opisuje primárna dominantná, prevládajúca farba pôdy aj sekundárna (subdominantná) farba.

Novotvary

Okrem farby pôdy je možné posúdiť aj prítomnosť tzv. novotvarov, sekundárnych útvarov, ktoré sa vytvorili v pôdnom profile počas procesov tvorby pôdy. Od ostatných pôdnych útvarov v pôdnom profile sa líšia farbou, zložením a usporiadaním.

Podľa pôdotvorného procesu, pri ktorom vznikli, ich môžeme rozdeliť na:

- novotvary vzniknuté **akumuláciou uhličitanu vápenatého** – ide o rôzne biele povlaky na štruktúrnych agregátoch, biele žilky vznikajúce vyplnením pórov, stvrdnuté hrudky/kôstky – tzv. cicváry a pod.;
- novotvary vzniknuté **migráciou oxidu železitého** – hrdzavohnedé povlaky na pôdnych časticiach (inkrustácie na pôdnych časticiach);
- novotvary vzniknuté vplyvom **dlhodobého prevlhčenia** – červenohnedé železito-manganičité hrudky, šedé alebo hrdzavé škrvy a povlaky, mramorovanie;
- novotvary vzniknuté **biologickou činnosťou** – kanáliky po koreňoch rastlín, chodby po živočíchoch (napr. krotoviny – chodby po krtkoch zaplnené pôdnym materiálom, často iných horizontov), exkrementy dažďoviek a pod.)

Spolu so žiakmi môžete vytvoriť vlastnú škálu farieb pôdy. Vyzvite žiakov, aby priniesli do školy rôzne vzorky pôdy zo svojho okolia. Zvlhčite ich a použite namiesto farieb, napríklad na výtvarnej výchove. Rozmažte ich so žiakmi na papier a vytvorte si vlastnú farebnú škálu. Alebo si žiaci trúfnu namaľovať týmito zemitými farbami nejaký obrázok?

Zrinitosť / Soil Texture

Zrinitosť označuje veľkosť a relatívne množstvo jednotlivých častíc pôdy. Je to jedna zo základných vlastností pôdy, ktorá ovplyvňuje najmä fyzikálne vlastnosti – štruktúru a konzistenciu pôdy.

Tabuľka 1: Triedenie pôdných častíc podľa veľkosti

NÁZOV	priemer častíc [mm]
íl	< 0,002
prach	0,002 – 0,05
piesok	0,05 – 2,0

V teréne, odhadujeme veľkosť zrna hmatovou skúškou. Rozlišujeme piesočnaté, hlinité a ílovité typy pôdy a prechody medzi nimi. Určenie typu pôdy v teréne je len orientačné, presné určenie je možné len na základe výsledkov laboratórnych analýz vykonaných na vzorkách jemnozeme (pozri kapitolu Analýza zrinitosti).

Pri vzorke z dobre začisteného a čerstvo odokrytého pôdneho profilu môžete použiť pri určovaní zrinitosti aj chuť. Priložte na špičku jazyka malé množstvo pôdy. Piesok cítite na jazyku ako výrazné zrnká, ak škrípe pod zubami je prevažne kremitý, ak neškrípe a nie je na pocit ostrý, zrná tvoria prevažne karbonáty. Prachovitý piesok je jemný s občasnými väčšími zrnami. Íl takmer necítite.

Prítomnosť skeletu / Measuring Rocks

Skelet zahŕňa všetky častice väčšie ako 2 mm, t. j. tie, ktoré nie sú zahrnuté do určovania zrinitosti pôdy. Skelet sa vo všeobecnosti skladá z hrubého piesku, štrku a kameňov.

Skeletovitosť v objemových percentách

Skeletovitosť	% objemu
žiadna	<5
slabá	5–25
stredná	25–50
silná	50–75
veľmi silná	>75

Triedenie skeletu podľa veľkosti (mm)

Názov	priemer častíc [mm]
štrk	2–50
kamene	50–250
balvany	>250



Väčšie množstvo skeletu sa zvyčajne nachádza v spodných horizontoch, v oblastiach zvetraného pôdotvorného substrátu. Smerom k povrchu sa množstvo pôdneho skeletu znižuje. Prítomnosť skeletu v pôde významne ovplyvňuje ďalšie vlastnosti pôdy, najmä objemovú hmotnosť, vodozadržnú kapacitu, infiltráciu, náchylnosť na eróziu, teplotu pôdy, a tým ovplyvňuje aj hydrologické správanie pôdy, ako aj jej degradáciu a produktivitu.

Vlhkostné pomery / Soil Moisture

Pôdna vlhkosť je aktuálny obsah vody v pôde. Závisí najmä od zrážok a výšky hladiny podzemnej vody. V teréne sa prejavuje pocitom, ktorý pôda vyvoláva pri dotyku. Bežne sa používa päťstupňová základná stupnica: vyprahnutá, suchá, vlahá, vlhká, mokrá.

V programe GLOBE sa určujú iba 3 kategórie:

- **suchá** – nevyvoláva na dlani pocit chladu;
- **vlhká** – vyvoláva pocit chladu, zvlhčuje dlaň;
- **mokrá** – vodou presýtená zemina.

Presné stanovenie množstva vody v pôde sa vykonáva v laboratóriu gravimetricky, t. j. vážením vlhkých a suchých vzoriek pôdy (pozri kapitolu Vlhkosť pôdy).

Prítomnosť koreňov / Measuring Roots

Rozšírenie koreňov v pôde závisí od zloženia, teploty, obsahu vlhkosti a konzistencie rôznych horizontov. V rámci tohto merania je vhodné so žiakmi zopakovať koreňový systém jednoklíčnolistových rastlín (zväzkový koreňový systém) a dvojklíčnolistových rastlín (hlavný koreňový systém). Žiaci môžu hľadať rastliny s plytkým a hlbokým koreňovým systémom. Je však dobré mať na pamäti, že ten istý druh rastliny môže zakoreniť na rôznych miestach v rôznej hĺbke v závislosti od dostupnosti vody a živín. Väčšina koreňov sa však nachádza vo vrchných vrstvách pôdy a s rastúcou hĺbkou ich počet klesá.

Stanovenie sa vykonáva subjektívnym posúdením. Určuje sa, či je koreňov:

- **veľa;**
- **málo;**
- **nie sú prítomné.**



Prítomnosť uhličitanov / Measuring Free Carbonates

Uhličitaný sú v pôde zastúpené najmä uhličitanom vápenatým (CaCO₃). Ich obsah sa odhaduje na základe intenzity a trvania šumenia pôdy 10 % kyselinou chlorovodíkovou (HCl).



Pred stanovením prítomnosti uhličitanov odoberte vzorky pôdy na ďalšie merania!

Na stanovenie prítomnosti uhličitanov sa v GLOBE namiesto kyseliny chlorovodíkovej používa ocot. Ocot striekajte zo stričky od spodného horizontu smerom nahor. Opäť ide o subjektívne pozorovanie. Zaznamenajte do tabuľky, či je obsah uhličitanov v ňom:

- vysoký;
- nízky;
- žiadny.

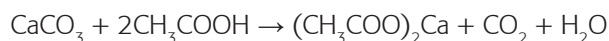
Na prítomnosť uhličitanov v pôdnom profile poukazuje napríklad aj prítomnosť bielych povlakov pôdnych častíc (pozri kapitolu Farba pôdy) alebo vo forme cicvárov (sprašových bábik, viď kapitola Novotvary).

Toto meranie si vyžaduje určitú prax, preto odporúčame, aby ste si ho pred jeho vykonaním so žiakmi vyskúšali na prinesenej vzorke pôdy. Ak máte možnosť použiť zriedenú HCl, vyskúšajte stanovenie s oboma látkami – šumenie bude pri HCl silnejšie.

Stanovovanie prítomnosti uhličitanov má zmysel robiť len na karbonátových horninách (vápenec, dolomit, spraš), určite nie na granitoch (žulách) či andezitoch pri pH väčšom ako 6,5. Pôda z dolomitu nešumí, len napučíava podobne ako cesto.

TIP

Reakciu octu a uhličitanu vápenatého môžeme vyjadriť rovnicou:





Rastliny ako ukazovatele pôdnych vlastností

Vlastnosti pôdy môžete odhadnúť podľa výskytu rastlinných druhov v okolí vášho pedologického stanovišťa.

Väčšina druhov vyšších rastlín má pomerne špecifický vzťah k jednotlivým faktorom prostredia. Medzi základné podmienky pre rast rastlín patrí intenzita slnečného žiarenia, dostupnosť minerálnych látok, zavlažovanie, koncentrácia CO₂ a pH pôdy. Mnohé rastliny môžu rásť a udržiavať svoje populácie len v prostredí, ktoré spĺňa ich požiadavky. Hovoríme o „ekologickej valencii“, t. j. optimálnom rozsahu určitých podmienok pre daný organizmus.

Podľa tolerancie podmienok rozlišujeme rastliny:

- **euryvalentné** – tolerujú širokú škálu podmienok stanovišť.
- **stenovalentné** – špecializujú sa na určitý druh prostredia. Tieto rastliny môžeme chápať ako tzv. bioindikátory určitých vlastností stanovišť alebo pôd.

Napríklad vápnomilné rastliny rastú výlučne v prostredí bohatom na vápnik a uhličitaný. Nevyskytujú sa teda v kyslých prostrediach chudobných na živiny. Rastliny majú podobne výrazný vzťah k prítomnosti väčšieho množstva dusíka v pôde, čo možno využiť na jeho indikáciu. Napríklad žihľava alebo púpava sa považujú za nitrofilné druhy (nitrofyty), čo sú rastliny, ktoré uprednostňujú vysokú koncentráciu dusíka. Môžu tiež indikovať pH prostredia a obsah živín v ňom.

Pre ľahšiu identifikáciu biotopu si pozrite metodiku *Biotopy*.

Teplota pôdy / Soil Temperature

Prečo meriame teplotu pôdy?

Intenzita a rýchlosť všetkých chemických a biologických procesov v pôde závisí od teploty pôdy. Mikrobiálne procesy, život pôdnych živočíchov a rast rastlín sa s klesajúcou teplotou znižujú. Hlavným zdrojom energie na ohrev pôdy je slnečné žiarenie. Teplotu mierne zvyšujú aj procesy spôsobené rozkladom pôdnych organizmov.

Absorpciu slnečnej energie pôdou ovplyvňuje viacero faktorov – zemepisná poloha, nadmorská výška, sklon, expozícia, vegetácia, vlhkosť a farba pôdy. Vo všeobecnosti platí, že tmavá pôda absorbuje viac energie, a preto sa zohrieva ľahšie ako svetlá pôda (albedo), a suchá pôda sa zohrieva rýchlejšie ako vlhká pôda.

Teplota pôdy v rôznych hĺbkach závisí aj od schopnosti jednotlivých pôdnych profilov viesť teplo. Túto tzv. tepelnú vodivosť ovplyvňuje najmä typ pôdy, štruktúra pôdy a vlhkosť pôdy.

Informácie o teplote pôdy využívajú napríklad poľnohospodári na predpovedanie správneho času na siatie plodín.





Meranie teploty pôdy

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 10 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: pôdny teplomer, 10 cm klinec, permanentná fixka

CIEL: Žiaci vytvoria graf teplôt pôdy v zvolenom časovom období.

POSTUP: Presný postup merania, viď pracovný list *Teplota pôdy*.

Teplota pôdy sa meria vo vzdialenosti do 10 m od meteorologickej búdky na nezatičenom mieste s prirodzeným vegetačným krytom. Merania sa vykonávajú pomocou pôdneho teplomera v hĺbke 5 a 10 cm v pravidelných intervaloch (hodinu pred a hodinu po slnečnom poludní, určenie slnečného poludnia je vysvetlené v metodike Meteorológia), a to buď raz denne, alebo raz týždenne počas celého roka. Okrem toho každé tri mesiace vykonávame špeciálne dvojdňové merania, pri ktorých meriame teplotu každé 2–3 hodiny počas dvoch po sebe nasledujúcich dní. Dôležité je získať údaje aspoň z piatich meraní počas jedného dňa. Každé meranie sa vykonáva trikrát, vždy na novom nerušenom mieste do 10 cm od predchádzajúceho merania.

Teplota pôdy kolíše menej ako teplota vzduchu. Zatiaľ čo vzduch dosahuje maximálnu teplotu okolo 14:00 h, pôda sa zahreje na maximum neskôr a neskôr sa ochladí.

Všimnite si aj rozdiel medzi teplotou v rôznych hĺbkach – teplota vrchných vrstiev pôdy kolíše počas dňa a roka viac ako teplota spodných vrstiev.

Na meranie teploty pôdy môžete použiť aj prístroj na meranie NPK.

TIP



Ako ovplyvňuje rastlinný pokryv teplotu pôdy?

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: pôdny teplomer, 10 cm klinec, permanentná fixka

CIEL: Žiaci pokusom overia vplyv vegetačného pokryvu na zmeny teplôt v pôde.

POSTUP: Nájdite dve miesta (odporúča sa, aby boli blízko seba), jedno s prirodzeným vegetačným krytom, druhé bez krytu. Umožnite žiakom klásť otázky, vyslovovať predpoklady, plánovať experiment. Vykonajte merania dennej teploty v hĺbke 5 cm, výsledky zaznamenajte do grafov a porovnajte ich.

Nechajte žiakov vyhodnotiť, či je ich hypotéza pravdivá alebo nie.

O čom hovoria namerané údaje

Uzavretý rastlinný kryt reguluje pohyb tepla v pôde. Zabraňuje prílišnému zahrievaniu aj úniku tepla z pôdy. Preto budú tepelné výkyvy na lokalite s vegetačným krytom menšie, ako na lokalite bez krytu.

Pri vyšších teplotách pôdy sa urýchľujú chemické reakcie. Baktérie, dážďovky a huby sú aktívnejšie, čo urýchľuje rozklad organického materiálu.



pH pôdy / Soil pH

Prečo meriame pH pôdy?

Pôdna reakcia alebo pH pôdy je jednou z najdôležitejších chemických vlastností pôdy, pretože ovplyvňuje mnohé chemické a biologické procesy v pôde, ako napríklad zvetrávanie, dostupnosť iónov minerálnych solí pre výživu rastlín, činnosť pôdnych organizmov a tvorbu humusu. pH sa vzťahuje na záporný dekadický logaritmus koncentrácie aktívnych iónov H^+ [$pH = -\log(c(H_3O^+))$]. Termín pH pochádza z francúzštiny „pouvoir hydrogène“, t. j. sila vodíka. Roztok, v tomto prípade pôda, sa považuje za neutrálny v rozsahu pH 6,5 až 7,5. Pôdy s nižším pH sú kyslé, obsahujú viac iónov H^+ ; pôdy s vyšším pH sú zásadité, obsahujú menej iónov H^+ ako neutrálny roztok.

Hodnota pH pôdy riadi mnohé chemické a biologické aktivity, ktoré sa v nej odohrávajú, a tiež vypovedá o podnebí, vegetácii a hydrologických podmienkach, za ktorých pôda vznikla. Na pH pôdneho horizontu (nakoľko je pôda kyslá alebo zásaditá) vplyva materský materiál, chemická povaha dažďovej a inej vody, ktorá sa dostáva do pôdy, spôsoby hospodárenia s pôdou a činnosť organizmov (rastlín, živočíchov a mikroorganizmov) žijúcich v pôde. Napríklad ihličie z borovic má vysoký obsah kyselín, a keď sa časom rozpadne, môže znížiť pH pôdy.



Stanovenie pH pôdy

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 30 min

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: jemnozern, destilovaná voda, pH meter, kadička, odmerný valec, lyžička, váhy

CIEL: Žiaci vytvoria graf pH pôdy v zvolenom časovom období.

POSTUP: Prehrajte žiakom video „Experimenty v škole: Meranie pH nápojov“ (https://www.youtube.com/watch?v=o6FsR_mtfYc) na YouTube. Potom pracujte s pracovnými listami o *pH pôdy*. Žiaci pracujú v skupinách. Pomocou aktivity *Rybia kosť* (nájdete v pracovných listoch) kladú otázky, ktoré ich napadnú na tému pôdnych reakcií. Motivujte ich, aby sa zamerali na pH pôdy. Každá skupina vytvorí hypotézu o pH pôdy na svojej vzorke. Skupiny nahlas prezentujú svoje hypotézy a vyberú jednu, ktorú otestujú. Rozdajte skupinám vzorky pôdy, ktoré ste predtým nazbierali vo vašom okolí. Pred meraním je potrebné pH meter kalibrovať, postup nájdete v metodike Hydrológia v kapitole Kalibrácia pH metra. Žiaci zmerajú pH pôdy, presný postup merania nájdete v pracovnom liste. Pri meraní pH sa odporúča pomer vody a pôdnej suspenzie 2:1. V prípade organických horizontov pracujte s pomerom vody a pôdy 10:1.

Vyzvite žiakov, aby sa vrátili k hypotéze a zapísali, či ju potvrdili alebo vyvrátili.



**Otázky na ďalšie skúmanie:**

- Aké prírodné zmeny môžu zmeniť pH horizontu?*
- Ako ovplyvňuje pH dažďa pH pôdneho horizontu?*
- Ako ovplyvňuje pH pôdy pH miestnych vodných útvarov?*
- Ako klíma ovplyvňuje pH horizontu?*
- Ako vplýva sklon na pH horizontu?*
- Ako ovplyvňuje typ vegetácie rastúcej na pôde pH pôdy?*

TIP

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 30 min

VHODNÉ PRE: 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: ocot, destilovaná voda, octan sodný, jedlá sóda, kadičky, odmerný valec, pH meter, váhy, pipeta

CIEL: Žiaci overia tlmivú schopnosť pôdy.

POSTUP: Presný postup merania vid' pracovný list *Pôda ako pufer*.

Počas experimentu budú žiaci skúmať správanie pufru a čistej vody a rozdiely medzi vzorkami pôdy. Kým pH vody po pridaní prvých kvapiek octu výrazne klesne, pH pufru a pôdy zostane chvíľu rovnaké a potom mierne klesne.

O čom hovoria namerané údaje

Ako už bolo spomenuté, pH je jednou z najdôležitejších chemických vlastností pôdy. Závisí najmä od materskej horniny. Rozhodujúci vplyv na pH má aj obsah uhličitanov. Pôdy s vysokým obsahom uhličitanov majú zásadité pH, t. j. vyššie ako 7,5.

Vo všeobecnosti sa pH rôznych horizontov veľmi nelíši. Je to najmä preto, že zmena pH o jeden stupeň znamená desaťnásobný rozdiel v obsahu iónov. Niekedy však môžu byť medzi jednotlivými horizontmi väčšie rozdiely v pH. Môže to byť spôsobené napríklad ľudskou činnosťou alebo usadzovaním materiálu na hornom horizonte. Tieto rozdiely v hodnotách pH môžu žiakom pomôcť zistiť „históriu“ pôdy v ich oblasti. Môžu sa tiež pokúsiť predpovedať, či a ako sa bude meniť pH v pôdnom profile od horného po dolný horizont.



Úrodnosť pôdy

Rastliny potrebujú na svoj rast slnečné svetlo, vodu, vzduch, teplo a živiny. V tabuľke sú uvedené makroživiny (živiny potrebné vo veľkých množstvách) a mikroživiny (živiny potrebné v menších množstvách) potrebné na rast rastlín. Úrodnosť pôdy udáva dostupnosť týchto živín pre rast rastlín.

Niektoré živiny v pôde sú kladne nabité, zatiaľ čo iné živiny sú nabité záporne. Kladne nabité živiny, ako napríklad draslík, vápnik a horčík, sú držané záporne nabitými časticami pôdy. Tieto živiny sú z pôdy odstraňované rastlinami alebo procesmi zvetrávania. Záporne nabité častice, ako sú dusík (v bežnej forme dusičnanov), fosfor (v bežnej forme fosforečnanov) a síra (v bežnej forme síranov), nie sú zadržované záporne nabitými časticami pôdy. Tieto živiny sa ľahšie vylúhujú a odstraňujú z pôdy. Keď pôda stráca živiny alebo nemá dostatok živín potrebných na rast rastlín, poľnohospodári a záhradníci dopĺňajú živiny prídávaním hnojív do pôdy.

Makroživiny	Mikroživiny
Dusík (N)	Železo (Fe)
Fosfor (P)	Zinok (Zn)
Draslík (K)	Mangán (Mn)
Síra (S)	Meď (Cu)
Vápnik (Ca)	Bór (B)
Horčík (Mg)	Molybdén (Mo)
	Chlór (Cl)

Protokol úrodnosti pôdy meria množstvo troch živín: dusičnanov (dusík), fosforečnanov (fosfor) a draslíka v každom horizonte pôdneho profilu, aby sa určilo, či je pôda úrodná pre rast rastlín.

Dusík (N) je prvok, ktorý sa nachádza vo vysokých koncentráciách v atmosfére, ale v relatívne nízkych koncentráciách v pôde. Aby väčšina živých organizmov mohla dusík využívať, musia sa molekuly N_2 rozložiť. V pôde a vode má tento využiteľný dusík podobu dusičnanov (NO_3^-), dusitanov (NO_2^-) a amónia (NH_4^+). Vo všeobecnosti, tieto formy dusíka sú rýchlo prijímané rastlinami a sú dôležitou zložkou rastlinných bielkovín. Dusičnany (NO_3^-) sa vďaka svojmu zápornému náboju neudržiavajú na záporne nabitých časticách pôdy a pri prechode vody cez pôdu sa z nej ľahko odstraňujú (vyplavujú). Dusičnany sa môžu tiež premeniť na plynný dusík (N_2) alebo amoniak (NH_3) a môžu sa vyparovať (odparený alebo odstránený ako plyn) z pôdy. Preto je dôležité, aby poľnohospodári a záhradníci pridávali dusíkaté hnojivá vtedy, keď rastliny najviac potrebujú túto živinu a môžu ju absorbovať skôr, ako sa z pôdy odstráni vyplavením. Keď sa dusík pridáva do pôdy vo forme organickej hmoty, uchováva sa dlhšie, pretože sa stáva dostupným pre rastliny pomalšie počas celého procesu rozkladu organickej hmoty.

Fosfor (P) sa v rastlinách využíva ako súčasť energetickej cesty. Rastliny využívajú fosfor vo forme fosfátu (PO_4). Vzhľadom na svoj záporný náboj sa fosforečnany z pôdy ľahko vyplavujú. Rastliny sú schopné prijímať fosforečnany len vtedy, keď má pôda hodnotu pH 5,0–8,0. Pri nízkych hodnotách pH (< 5,0) sa fosforečnany spájajú so železom (Fe) a hliníkom (Al) a vytvárajú fosforečnany, ktoré nie sú rozpustné a rastliny ich nemôžu prijímať. Pri vysokých hodnotách pH (> 8,0) sa fosforečnany spájajú s vápnikom (Ca) za vzniku fosforečnanov vápenatých, ktoré nie sú rozpustné ani dostupné pre rastliny. Ak sa fosforečnany vyskytujú v jednej z týchto nerozpustných zlúčenín, pri erózii pôdnych častíc sa z pôdy ľahko odstraňujú. Podobne ako dusík, aj fosfor je pre rastliny pomalšie a ľahšie dostupný, ak sa pridáva vo forme rozkladajúcej sa organickej hmoty.

Draslík (K) zohráva v rastlinách úlohu aktivátora bunkových enzýmov. Pre rastliny je ľahko dostupný v elementárnom stave (K^+) a vďaka svojmu kladnému náboju sa ľahko ukladá na záporne nabité pôdne častice. Najväčším zdrojom draslíka je rozklad minerálov obsahujúcich draslík, ako je napríklad slúda.





ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 30 minút

VHODNÉ PRE: 1. a 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: vzorky pôd a (záhradníckych) substrátov, prístroj na meranie NPK

CIEL: Žiaci pokusom overia fertilitu (úrodnosť) odobranej vzorky/odobraných vzoriek a porovnajú ju s rôznymi substrátmi a vzorkami pôd (napr. z aktivity pôda zrakom, hmatom, čuchom).

POSTUP: Zmerajte objem N, P a K v odobratej vzorke pomocou prístroja a porovnajte ho s objemom živín v iných vzorkách pôd alebo substrátov. Údaje môžete vyniesť vo forme grafu.

Nechajte žiakov vytvoriť hypotézu o výživnosti pôdných vzoriek/substrátov a následne vyhodnoťte, či bola ich hypotéza pravdivá alebo nie.

TIP

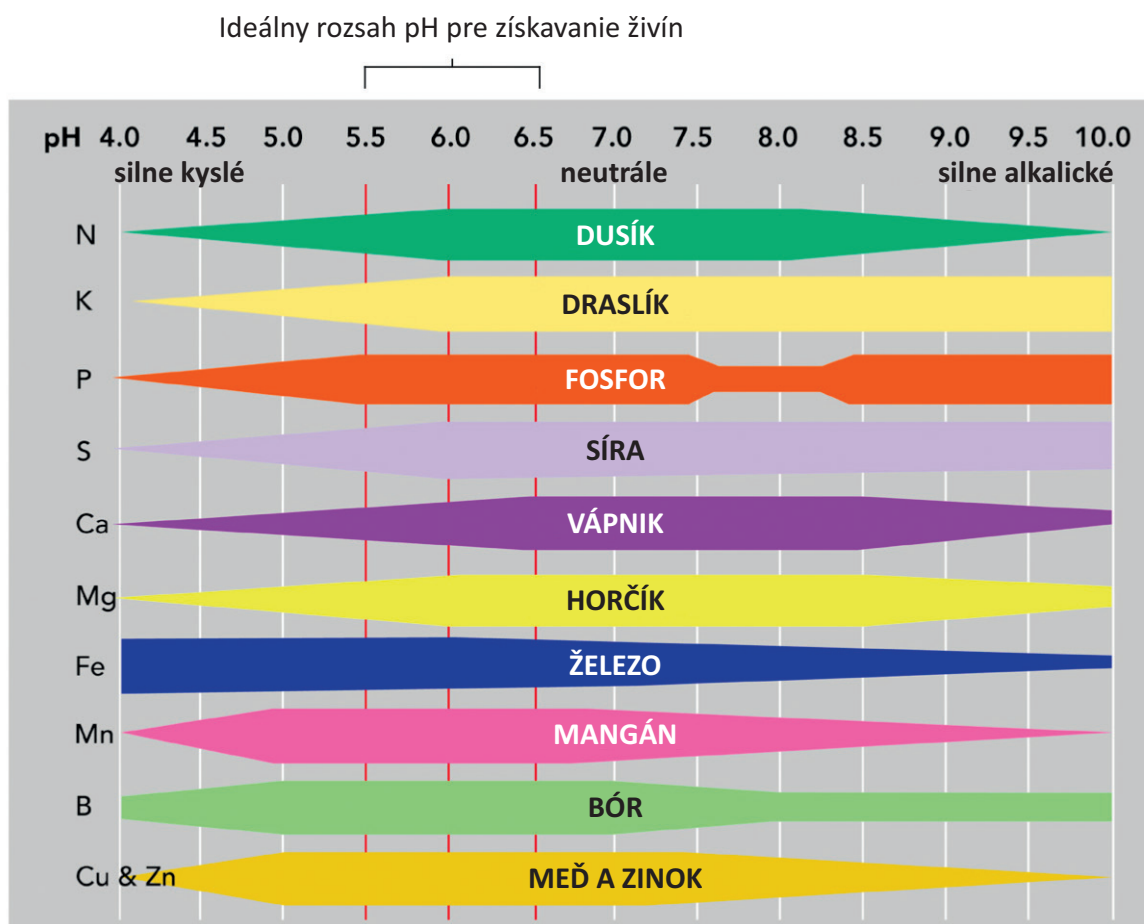
O čom hovoria namerané údaje?

Znalosť relatívneho množstva dusíka, fosforu a draslíka v pôde pomáha vedcom odporučiť typ a množstvo hnojív alebo iných živín, ktoré by mali poľnohospodári a záhradkári pridávať do pôdy pre rast rastlín. Môžu napríklad odporučiť prídanie hnojív, kompostov alebo hnoja, aby sa pôda stala úrodnejšou. Merania N, P, K pomáhajú vedcom lepšie pochopiť aj ďalšie vlastnosti pôdy, ako napríklad počet záporne nabitých pôdných povrchov, množstvo železa a organickej hmoty v pôde a stupeň zvetrania pôdy. Merania N, P, K môžu tiež pomôcť vedcom určiť typ materského substrátu, z ktorého pôda vznikla.

pH a úrodnosť

Zisťovanie hodnoty pH je dôležité aj pre stanovenie aktivity a mobility prvkov, živín, v pôde. V pôde s neutrálnym pH sú takmer všetky prvky rovnako prístupné rastlinám. Zmenou podmienok ku kyslejším alebo zásaditým sa mení dostupnosť živín pre rastliny. Tento mechanizmus ovplyvňuje typ vegetácie, hustotu pokryvu, ale aj typ rastlín vhodných na pestovanie na konkrétnom mieste.





Obr. Závislosť aktivity/mobility prvkov v pôde na hodnote pH

Pôdna vlhkosť / Gravimetric Soil Moisture Protocol

Prečo zisťujeme pôdnu vlhkosť?

Obsah vody v pôde je kľúčovým parametrom pre rast rastlín. Skutočný obsah vody v pôde závisí najmä od zrážok a výšky hladiny podzemnej vody. Voda je v pôde prítomná v kvapalnom a plynnom skupenstve a je viazaná na povrch pôdnych častíc. Množstvo vody, ktoré môže pôda zadržať, závisí od celkovej pórovitosti. Pórovitosť pôdy je fyzikálna vlastnosť pôdy, ktorá vyjadruje objem všetkých priestorov medzi pevnými časticami. Určuje nielen obsah vzduchu v pôde, ale aj jej zloženie, pretože má rozhodujúci vplyv na difúziu výmenu CO_2 z pôdneho vzduchu do atmosférického vzduchu.

Aj v dočasne úplne zaplavenej pôde alebo vo vrstvách pôdy pod hladinou podzemnej vody sa vyskytujú zachytené bubliny vzduchu v pôde. Keďže pórovitosť pôdy je zvyčajne 40–60 %, teoretický maximálny obsah vody v pôde môže byť takmer 40–60 % objemu pôdy. Keď sa pôda nasýti vodou, napr. po silnom daždi, veľké póry sa najprv vyprázdnia, až kým sa obsah vody v pôde nezníži na hodnotu nazývanú poľná vodná kapacita (obsah vody v pôde po strate vody gravitáciou). V tomto bode sa hladina podzemnej vody takmer zastaví pohyb vody v pôdnom profile smerom nadol spôsobený gravitáciou, pričom voda zaberá 10–55 % objemu pôdy.

Evaporácia (vyparovanie) a transpirácia (dýchanie) rastlín ďalej znižujú obsah vody, až kým nedosiahne 5–35 % objemu pôdy. V tomto bode už rastliny nemajú k dispozícii vodu a vädnú. Ďalšie vyparovanie môže znížiť obsah vody takmer na nulu a pôda zostane „suchá“.



Pohyb vody v pôde

Chceli by ste jednoducho demonštrovať pohyb vody v pôde len pomocou špongie na tabuľu a vody? Vyskúšajte nasledujúcu aktivitu.

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 15 minút

VHODNÉ PRE: 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: špongia na tabuľu, voda

CIEL: Žiaci pomocou experimentu vysvetlia pohyb vody v pôde.

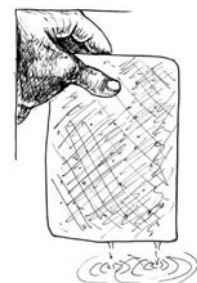
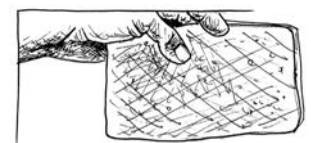
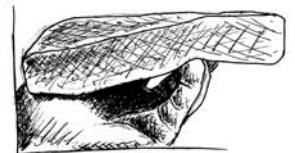
POSTUP: Pomocou namočenej špongie, zmeny jej polohy alebo intenzity stláčania môžete demonštrovať pojmy gravitačná voda, poľná kapacita vody, kapilárna voda a bod vädnutia. Pomocou experimentu budete vedieť vysvetliť, aká voda je pre rastliny dostupná a v akom štádiu už nie je dostupná a rastliny z jej nedostatku vädnú.

Gravitačná voda

Ide o vodu, ktorá odteká z pôdy vplyvom gravitácie. K takémuto odtoku dochádza cez veľké póry pôdy. Naopak, malé (kapilárne) póry majú schopnosť zadržiavať vodu.

Nasledujúce obrázky sa zaoberajú odtokom z veľkých pórov pôdy.

- Špongia sa drží vo vodorovnej polohe. Keď špongiu vytiahnete z vody a podržíte ju naplocho na ruke, voda z nej začne odtekať. Najprv odteká rýchlo, po chvíli prestane odtekať. Keď sa odtok spomalí, všimnite si, že špongia nie je taká mokrá zhora nadol. Vrchná časť má viac prázdnych pórov ako spodná časť.
- Špongia v krátkej zvislej polohe. Ak sa huba otočí z vodorovnej polohy do zvislej polohy, začne opäť odtekať. Rovnako ako predtým bude odvodňovanie po určitý čas rýchle, potom sa pomaly zastaví.
- Špongia v dlhej vertikálnej polohe. Ak sa špongia ešte raz otočí, začne opäť odtekať a potom sa pomaly zastaví. Detailné pozorovanie hubky zhora nadol vám umožní zistiť, v ktorých póroch sa drží voda a v ktorých voda uniká.



Jediná vec, ktorá sa zmenila, keď sa špongia otočila inak, je vzdialenosť, ktorú ovplyvnila gravitácia. V prvom prípade (špongia držaná vo vodorovnej polohe) mala gravitácia k dispozícii len asi 4 cm, cez ktoré mohla vodu pretiahnuť.

V druhom prípade (špongia v krátkej vertikálnej polohe) mohla gravitácia prejsť asi 10 cm. V poslednom prípade (špongia v dlhej zvislej polohe) mohla gravitácia vytiahnuť vodu asi z 20 cm. Každé otočenie hubky teda poskytlo gravitácii viac vody na presun. Pozorným pozorovaním ste si všimli, že voda vytekala z veľkých pórov hubky, ale zostávala v tých menších.



Poľná kapacita

Keď z pôdy odtečie všetka gravitačná voda, obsah vody v pôde sa ustáli na tzv. poľnej kapacite. Zvyčajne sa toto množstvo vody v pôde vyskytuje 2 až 3 dni po zrážkach alebo zavlažovaní, keď sa zabránilo odparovaniu z povrchu pôdy. Voda sa teraz zadržiava v pôdnych kapilárach, teda v póroch, ktoré sú dostatočne malé na to, aby zadržovali vodu proti gravitácii.

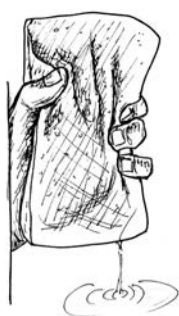
Napríklad íly zadržávajú najviac vody pri poľnej kapacite, zatiaľ čo piesky najmenej. Poľná kapacita je však silne ovplyvnená štruktúrou pôdy. Množstvo a veľkosť pôdnych agregátov určuje počet malých pórov, ktoré sú k dispozícii na zadržanie vody proti gravitácii.

Kapilárna voda

To je voda zadržovaná proti gravitácii v malých póroch alebo kapilárach pôdy. Túto vodu môžu využívať rastliny, ako naznačujú ďalšie aktivity s vlhkými špongiami.

Strata vody

Začnite so špongiou pri plnej kapacite, keď všetka voda vplyvom gravitácie odtiekla. Začnite ju stláčať. Na začiatku potrebujete málo energie, aby ste získali vodu.



Keď je špongia suchšia, potrebujeme viac energie na získanie vody.



Keď je hubka takmer suchá, je potrebnej omnoho viac energie na získanie aspoň malého množstva vody.



Nie všetka kapilárna voda zadržaná v pôde je však pre rastliny rovnako dostupná. Rastliny sú schopné ľahko získať vodu z pôdy, ktorej obsah vody sa blíži k poľnej kapacite. Keď pôda vysychá, rastliny musia vynaložiť viac energie na získanie vody, a ak je pôda suchá, rastlina nemusí mať dostatok energie na čerpanie vody. Tento stav sa nazýva bod vädnutia. Bod vädnutia však nie je pre všetky rastliny rovnaký. Napríklad slnečnice majú schopnosť čerpať z pôdy viac vody ako kukurica.

Je dôležité poznamenať, že hoci sa zo špongie stlačením nedá získať viac vody, nie je suchá. Ak necháte hubku ležať týždeň, bude o niečo suchšia, pretože sa z nej odparí voda.

Rastlinám nedostupná voda

Ak sa zo špongie už nedala vytlačiť voda, bola suchá na dotyk? Odpoveď je nie, stále si udržiava vodu. Táto voda sa neabsorbuje v póroch medzi vláknami hubky, ale prilepí sa na vlákna hubky. To isté platí aj pre pôdu.

Všetky pôdy zadržávajú vodu, ktorú rastliny nemôžu využiť; najviac nedostupnej vody zadržávajú íly, najmenej piesky.



Stanovenie pôdnej vlhkosti

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 60–90 min

VHODNÉ PRE: 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: plechovky alebo igelitové sáčky na odber pôdnych vzoriek, permanentná fixka, lopatka, váhy s presnosťou 0,1 g, sušička alebo mikrovlnná rúra

CIEL: Žiaci stanovia pôdnu vlhkosť.

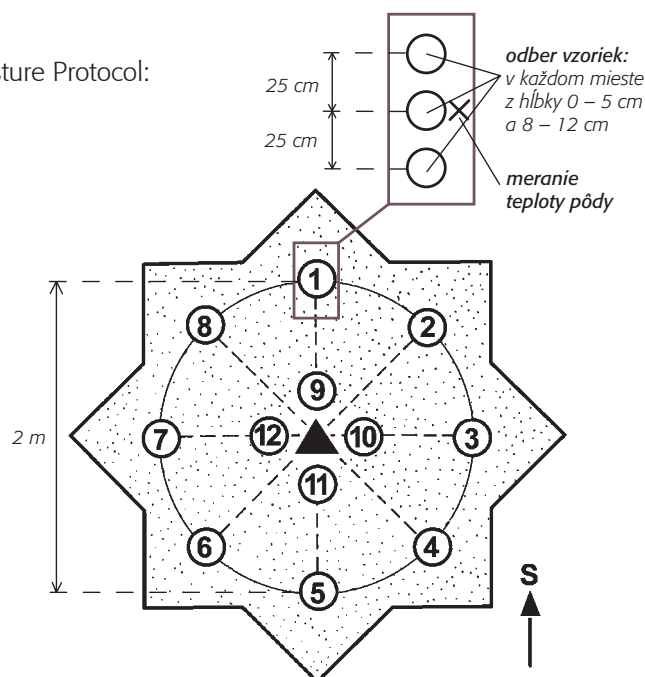
Vlhkosť pôdy sa na narušenej vzorke pôdy stanovuje celkovo 12-krát, a to buď raz denne, týždenne alebo v mesačných intervaloch. Ak sa rozhodnete merať raz denne počas 12 po sebe nasledujúcich dní, odporúča sa merať koncom apríla alebo začiatkom októbra. Tieto dátumy sa uvádzajú na presnejšie porovnanie údajov v databáze GLOBE.

Miesto odberu vzoriek na určenie pôdnej vlhkosti nie je špecifikované, ale odporúča sa, aby sa vzorky odoberali v blízkosti meteorologickej budky, t. j. v blízkosti miesta, kde sa v rovnakom čase merajú zrážky.

POSTUP V TERÉNE:

Odber vzoriek v hviezdici / Star Pattern Soil Moisture Protocol:

Najprv nakreslite hviezdicu, ako je znázornené na obrázku; čísla 1–12 zodpovedajú bodom odberu vzoriek. Z každého odberného miesta získate šesť vzoriek: tri miesta vzdialené od seba 25 cm, každé v hĺbke 0–5 cm a 8–12 cm.



Ak máte k dispozícii pôdny vrták, odoberte tiež vzorky v tvare hviezd (vždy z miest označených 1–12), ale z hĺbky 5, 10, 30, 60, 90 cm. Z každého odberu tak získate 5 vzoriek.



POSTUP V LABORATÓRIU:

Vlhkosť pôdy sa stanovuje gravimetricky, t. j. vážením – porovnajte hmotnosť čerstvo odobratej a vysušenej vzorky. Pri odbere porušených vzoriek je výsledok v hmotnostných percentách, ktoré môžu vyjsť aj viac ako 100 %.

V tabuľke v pracovnom liste sú uvedené anglické termíny, ktoré zodpovedajú zadávaniu údajov do databázy, ako aj vzorce, ktoré môžu študenti použiť na výpočet obsahu vody v pôde. Ak pracujete so staršími žiakmi, nechajte ich navrhnúť tabuľku na zaznamenanie pokusu a výpočtov.

Tip
Ak nemáte sušičku, môžete použiť mikrovlnnú rúru. Nastavte ju na približne 700 W a sušte vzorky približne 10 minút, kým sa nezmení ich hmotnosť. Čas a spôsob sušenia vzoriek pôdy by ste mali uviesť v pracovných listoch.

Obsah vody v pôde sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí 0,05 – 0,5 g/g (gramy vody na gram suchej vzorky).

O čom hovoria namerané údaje

Údaje o vlhkosti pôdy pomáhajú vedcom pochopiť, ako množstvo dažďa a sneženia ovplyvňuje zvyšovanie hladiny vody v potokoch a riekach. Kompletne údaje o vlhkosti pôdy z celých pôdnych profilov pomáhajú predpovedať nielen povodne, ale aj veľké suchá alebo určiť optimálny čas zberu úrody. Pôdna vlhkosť ovplyvňuje ročné cykly rastu rastlín, takže údaje o pôdnej vlhkosti sú dôležité aj pre fenológov.

Merná hmotnosť / Soil Particle Density Protocol

Prečo zisťujeme mernú hmotnosť?

Špecifická hmotnosť (hustota) pôdy je hmotnosť pevnej zložky pôdy na jednotku objemu. Závisí najmä od mineralogického zloženia a obsahu organických látok. Na rozdiel od objemovej hmotnosti nie je ovplyvnená pórovitosťou, t. j. objem pórov sa do mernej hmotnosti nezapočítava. Špecifická hmotnosť je ukazovateľom rôznych druhov materiálov obsiahnutých v pôde. Vysoká špecifická hmotnosť poukazuje na obsah ťažkých anorganických častíc. Nízka hodnota mernej hmotnosti poukazuje na prítomnosť ľahkých organických zložiek.

Priemerná špecifická hmotnosť našich minerálnych pôd sa pohybuje okolo 2,6 – 2,7 g/cm³, v prípade organických pôd klesá pod 1,5 g/cm³.



Stanovenie mernej hmotnosti

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 1. deň 45 min, 2. deň 20 min

VHODNÉ PRE: 2. stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: jemnozem, váhy s presnosťou 0,1 g, destilovaná voda, lievik, strička, kliešte, tri 100 ml Erlenmayerove banky, teplomer, varič

CIEĽ: Žiaci stanovia mernú hmotnosť pôdy.





POSTUP: Stanovenie mernej hmotnosti pôdy sa vykonáva 3-krát pre každý pôdny horizont.

Vzorku jemnozeme prevarte s vodou tak, aby z pôdy unikol všetok vzduch.

Na výpočet mernej hmotnosti (hustoty pôdy) potrebujete vedieť:

Hmotnosť pôdy – pracujete so vzorkou o hmotnosti 25 g.

Objemu pôdy – od známeho objemu Erlenmayerovej banky (100 ml) odpočítajte objem vody, ktorý vypočítate zo vzťahu $V = m/\rho$, kde m je hmotnosť vody, ρ je hustota vody pri danej teplote (žiaci môžu nájsť hustotu v matematických a fyzikálnych tabuľkách alebo na internete).

Výslednú mernú hmotnosť vypočítame zo vzťahu:

$$\frac{\text{hmotnosť pôdy g}}{\text{objem pôdy cm}^3}$$

O čom hovoria namerané údaje

Vedci môžu využiť poznatky o špecifickej hmotnosti, objemovej hmotnosti a pórovitosti na lepšie pochopenie správania pôdy, predpovedanie povodní alebo testovanie hypotéz o vhodnosti pôdy pre rôzne organizmy.

Pre vyvodenie záverov je potrebné vykonať všetky 3 merania. Iba tak im umožňujú lepšie rozhodovať o využívaní pôdy na ľudské aktivity.

Zrnitostný rozbor / Particle Size Distribution Protocol

Prečo robíme zrnitostný rozbor pôd?

Zrornosť pôdy ste už určovali v teréne v rámci určovania základných vlastností pôdy. Na základe hmatovej skúšky ste rozlíšili, či ide o piesočnatý, hlinitý alebo ílovitý typ pôdy.

Výsledkom analýzy zrnosti, ktorú vykonáte podľa nasledujúceho protokolu, bude percentuálny podiel jednotlivých častíc pôdy. Na základe týchto údajov určíte presný typ pôdy.

Práve zastúpenie jednotlivých pôdnych častíc, ktoré majú rôznu veľkosť, ovplyvňuje množstvo pôdnych procesov, napríklad tepelný režim pôd, biologickú aktivitu, sorpciu látok v pôdnom profile, ale aj zvetrávanie a pôdotvorný proces.

Ak analyzujeme piesočnatý typ pôdy, vieme, že tieto pôdy sú teplejšie ako ílovité pôdy, ktoré sú chladné, čo môže mať vplyv na oneskorenie jarných prác. Vieme, že ľahké piesočnaté pôdy (s hrubozrnnou štruktúrou) majú nadbytok kyslíka v pôdnom vzduchu, takže sú biologicky veľmi aktívne a prevláda v nich mineralizácia látok. Zatiaľ čo ťažké, ílovité pôdy (s jemnozrnnou štruktúrou) majú nedostatok kyslíka, sú menej biologicky aktívne, prevláda anaeróbna premena organických látok a pri trvalom premočení dochádza k rašelineniu. Hlinité pôdy a najmä ílovité pôdy (obsahujúce ílové častice s veľkým špecifickým povrchom) majú vyššiu sorpčnú kapacitu ako piesočnaté pôdy. Jemnozrnné substráty zvetrávajú ľahšie a rýchlejšie ako hrubozrnné.

Poľnohospodári využívajú tieto informácie na hnojenie pôd s extrémnym zrnitostným zložením. V prípade ľahkých pôd injektujú bariéry, aby zabránili rýchlemu prenikaniu vody, a to aplikáciou ílových materiálov, ako je bentonit alebo slieň. Ťažké pôdy sú náchylné na usadzovanie, tvorbu škrapín a nízku priepustnosť vody.



So znalosťou zrnitosti pôdy ich možno upraviť napríklad vápnením, zeleným hnojením, hnojením organickými hnojivami, hlbokým kyprením, vertikutáciou alebo úpravou vody.



Princíp úlohy je založený na rôznej dĺžke usadzovania pôdnych častíc v suspenzii. Pokiaľ príde k premiešaniu suspenzie vody a pôdy, ktorú potom necháme v klude stáť, po prvých dvoch minútach (príp. aj skôr) sa usadia piesčité, teda najťažšie častice. Po 24 hodinách sa usadia aj prachové častice, no ílové častice ostanú rozpustené v suspenzii.

Pred samotným vykonaním protokolu odporúčame precvičiť niektoré aktivity podľa veku žiakov.

- Nasypete do 1/3 výšky zaváracieho pohára vzorku pôdy.
- Naplňte pohár vodou.
- Uzatvorte viečkom, pretrepte suspenziu.
- Postavte pohár na stôl, pozorujte usadzovanie suspenzie.
- Diskutujte so žiakmi o tom, čo môže mať vplyv na usadzovanie, ako rýchlo budú častice sedimentovať a podobne.
- Určite so žiakmi zrnitosť hmatovou skúškou (viď kapitola Základné pôdne znaky).
- Venujte sa aj nácviku práce s hustomerom, pokiaľ sa žiaci zatiaľ nestretli s touto pomôckou.



Stanovenie pôdneho druhu zrnitostným rozborom

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 3 x 45 min počas troch po sebe idúcich dní

VHODNÉ PRE: 2.stupeň ZŠ, SŠ

POMÔCKY: jemnozern, váhy s presnosťou 0,1 g, odmerný valec 100 a 500 ml, viečko, kadička 250 ml, destilovaná voda, dispergačný roztok (hexametfosforečnan sodný*), sklenná tyčinka, teplomer, hustomer, pravítko alebo meter

CIEĽ: Žiaci prostredníctvom zrnitostného rozboru určujú pôdny druh sledovanej pôdnej vzorky.

POSTUP: Pre presné určenie typu skúmanej pôdnej vzorky môžete zadať hodnoty do databázy. Typ pôdy sa z týchto údajov vygeneruje.

K výsledku však môžete dôjsť so žiakmi sami na základe výpočtov a následnej práce s trojuholníkovým grafom.



Stanovenie pôdneho druhu výpočtom

POMÔCKY: trojuholníkový diagram, pravítko, vyplnený záznamový list s údajmi o hustote a teplote suspenzie.

POSTUP:

- Nakopírujte pre žiakov trojuholníkový diagram a prevodovú tabuľku.
- Vypočítajte percentuálny obsah jednotlivých pôdnych častíc postupným dosadzovaním do tabuľky v pracovnom liste.
- Priložte pravítko postupne k jednotlivým stranám trojuholníkového diagramu. Vyznačte čiary zodpovedajúce percentuálnemu zastúpeniu pôdnych častíc.

* Miesto hexametfosforečnanu sodného je možné použiť Calgon, ktorý používajú napr. geológovia
viď: www.sci.muni.cz/~sulovsky/Vyuka/Lab_metody/Metody1.pdf





- Odrátajte typ pôdy, ktorý určuje priesečník všetkých troch priamok.

V pracovných listoch je podrobný popis výpočtu percentuálneho zastúpenia jednotlivých pôdnych častíc vo vzorke.

Pre lepšiu názornosť uvádzame celý modelový príklad.

Ukážka vyplnenej tabuľky:

	Hustota [g/cm ³]	Teplota [°C]
2 minúty	1,0125	21,0
24 hodín	1,0089	19,5

Výpočet percentuálneho zastúpenia piesku vo vzorke

(veľké písmená zodpovedajú označeniu v pracovných listoch):

Stanoviť percentuálne zastúpenie piesku je možné aj presitovaním pôdy cez sito s priemerom oka 0,05 mm. Do suspenzie sa tak dostane iba prach a íl.

- C Odpočet z tabuľky prevodov: hustota 1,0125 g/cm³ zodpovedá 16,5 g (C) prachu a ílu v 1 litri suspenzie.
- D Korekcia teploty: $0,36 \times (21 - 20) = 0,36$ (D)
- E Hmotnosť prachu a ílu: $16,5 + 0,36 = 16,86$ g/l (E)
- F Hmotnosť prachu a ílu v 500 ml objemu: $16,86 \times 0,5 = 8,4$ g (F)
- G Hmotnosť piesku: $25 - 8,4 = 16,6$ g (G)
- H Percentuálny obsah piesku: $16,6/25 \times 100 = 66,4$ % (H)

Výpočet percentuálneho zastúpenia ílu vo vzorke (údaje z tabuľky po 24hodinách usadzovania suspenzie):

- K Odpočet z tabuľky prevodov: hustota 1,0089 g/cm³ zodpovedá 10,5 g (K) ílu v 1 litri suspenzie.
- L Korekcia teploty: $0,36 \times (20 - 19,5) = 0,18$ (L)
- M Hmotnosť ílu: $10,5 \times 0,18 = 10,32$ g/l (M)
- N Hmotnosť ílu v 500 ml objemu: $10,32 \times 0,5 = 5,2$ g (N)
- O Percentuálny obsah ílu: $5,2/25 \times 100 = 20,8$ % (O)

Výpočet percentuálneho zastúpenia prachu vo vzorke:

- P Hmotnosť prachu: $25 - (16,6 + 5,2) = 3,2$ g (P)
- Q Percentuálny obsah prachu: $3,2/25 \times 100 = 12,8$ % (Q)

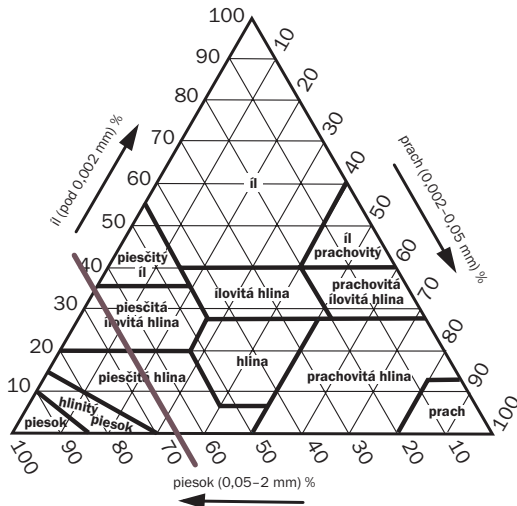
Výsledok:

Piesok	Íl	Prach
66,4%	20,8%	12,8%

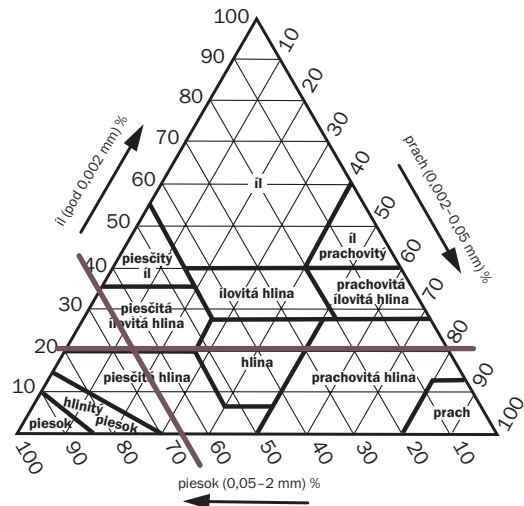


Ďalej budete pracovať s trojuholníkovým diagramom. Postupne vyneste priamky zodpovedajúce percentuálnemu zastúpeniu jednotlivých zložiek. V ich priesečníku nájdete zodpovedajúci typ pôdnej vzorky.

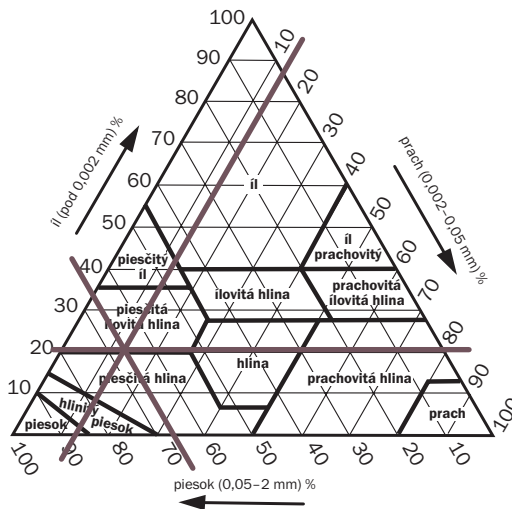
- Vyneste do diagramu priamku zodpovedajúcu 66,4 % obsahu piesku:



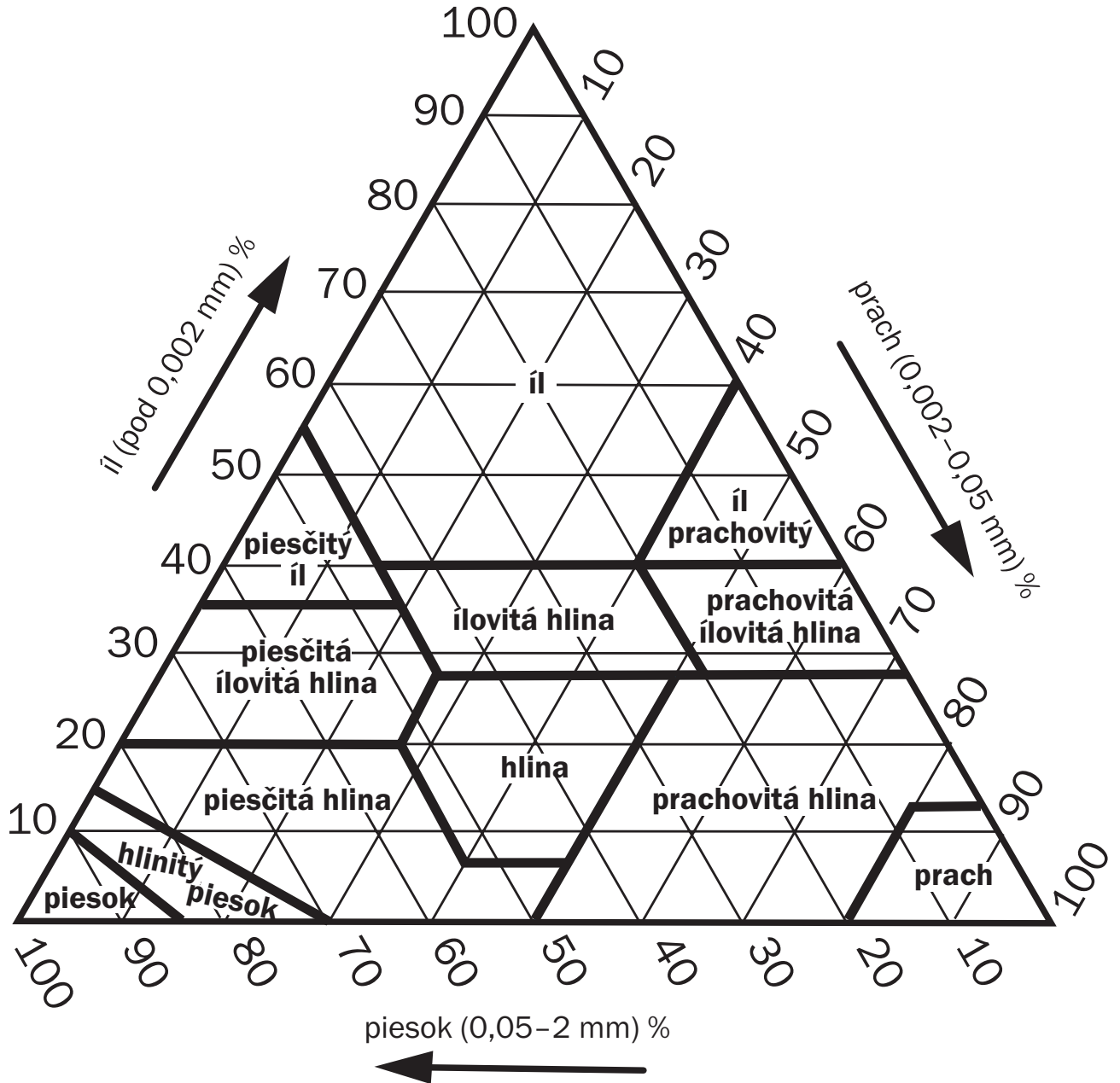
- Vyneste do diagramu priamku zodpovedajúcu 20,8 % obsahu ílu:



- Vyneste do diagramu priamku zodpovedajúcu 12,8 % obsahu prachu:



- Priesečník priamok označuje výsledný typ pôdy: piesčitoilovitá hĺna.



PREVODNÁ TABUĽKA

hustota [g/ml]	obsah pôdy v suspenzii [g/l]	hustota [g/ml]	obsah pôdy v suspenzii [g/l]	hustota [g/ml]	obsah pôdy v suspenzii [g/l]
1,0024	0,0	1,0139	18,5	1,0253	37,0
1,0027	0,5	1,0142	19,0	1,0257	37,5
1,0030	1,0	1,0145	19,5	1,0260	38,0
1,0033	1,5	1,0148	20,0	1,0263	38,5
1,0036	2,0	1,0151	20,5	1,0266	39,0
1,0040	2,5	1,0154	21,0	1,0269	39,5
1,0043	3,0	1,0157	21,5	1,0272	20,0
1,0046	3,5	1,0160	22,0	1,0275	20,5
1,0049	4,0	1,0164	22,5	1,0278	21,0
1,0052	4,5	1,0167	23,0	1,0281	21,5
1,0055	5,0	1,0170	23,5	1,0284	22,0
1,0058	5,5	1,0173	24,0	1,0288	22,5
1,0061	6,0	1,0176	24,5	1,0291	23,0
1,0064	6,5	1,0179	25,0	1,0294	23,5
1,0067	7,0	1,0182	25,5	1,0297	24,0
1,0071	7,5	1,0185	26,0	1,0300	24,5
1,0074	8,0	1,0188	26,5	1,0303	25,0
1,0077	8,5	1,0191	27,0	1,0306	25,5
1,0080	9,0	1,0195	27,5	1,0309	26,0
1,0083	9,5	1,0198	28,0	1,0312	26,5
1,0086	10,0	1,0201	28,5	1,0315	27,0
1,0089	10,5	1,0204	29,0	1,0319	27,5
1,0092	11,0	1,0207	29,5	1,0322	28,0
1,0095	11,5	1,0210	30,0	1,0325	28,5
1,0098	12,0	1,0213	30,5	1,0328	29,0
1,0102	12,5	1,0216	31,0	1,0331	29,5
1,0105	13,0	1,0219	31,5	1,0334	30,0
1,0108	13,5	1,0222	32,0	1,0337	30,5
1,0111	14,0	1,0226	32,5	1,0340	31,0
1,0114	14,5	1,0229	33,0	1,0343	31,5
1,0117	15,0	1,0232	33,5	1,0346	32,0
1,0120	15,5	1,0235	34,0	1,0350	32,5
1,0123	16,0	1,0238	34,5	1,0353	33,0
1,0126	16,5	1,0241	35,0	1,0356	33,5
1,0129	17,0	1,0244	35,5	1,0359	34,0
1,0133	17,5	1,0247	36,0	1,0362	34,5
1,0136	18,0	1,0250	36,5	1,0365	35,0





Ako rýchlo sa usadzujú jednotlivé častice?

V prírodných podmienkach sú častice pôdy premiestňované vodou, ktoré preteká profilom. Rýchlosť pohybu častíc závisí na viacerých faktoroch. So žiakmi môžete v laboratóriu pozorovať usadzovanie častíc rôznych pôd v sklenených valcoch.

Za použitia Stokesovho zákona* viete vypočítať rýchlosť usadzovania rôznych častíc.

$$v = k \cdot d^2$$

v – rýchlosť usadzovania cm/s

k – konštanta, závisí na rozpúšťadle, v ktorom sa usadzujú častice, hustote častíc a teplote. Pre suspenziu vody a pôdy o teplote 20 °C má hodnotu 8 900 cm⁻¹.s⁻¹

d – veľkosť častíc v centimetroch

piesok: 0,2 cm – 0,005 cm

prach: 0,005 cm – 0,0002 cm

íl: < 0,0002 cm

Ukážka príkladu:

Spočítajte rýchlosť usadzovania piesčitých častíc veľkosti 0,1 mm vo valci s objemom 500 ml. Výška vodného stĺpca v odmernom valci je 27 cm.

- Prevedte veľkosť častíc na centimetre: 0,1 mm = 0,01 cm
- Spočítajte rýchlosť usadzovania dosadením do vzorca: $v = 8900 \times (0,01)^2 = 0,89$ cm/s
- Vydeľte výšku vodného stĺpca vypočítanou rýchlosťou: $27/0,89 = 30,33$ s

Výsledok: Vo valci s objemom 500 ml a výškou vodného stĺpca 27 cm, sa častice piesku veľkosti 0,01 cm budú v suspenzii vody a pôdy usadzovať 30 s.

* Stokesov zákon vyjadruje vzťah pre rýchlosť sedimentácie guľovitej častice v gravitačnom poli.



Infiltrácia / Water Infiltration Protocol

Prečo meriame infiltráciu?

Voda sa v pôde neustále pohybuje, či už vnútri pôdnych pórov, ako aj pri evapotranspirácii z pôdy do atmosféry. Rýchlosť toku je závislá na schopnosti pôdy prepúšťať či zadržiavať vodu, je teda spätá s veľkostným zastúpením pórov, t. j. štruktúrou a textúrou pôdy.

Rýchlosť infiltrácie sa mení v závislosti na naplnení pôdnych pórov vodou. Prakticky sa znižuje tým ako stúpa nasýtenosť pôdy vodou. Pri dlhotrvajúcich dažďoch alebo pri niekoľkých dažďoch v krátkom slede za sebou môže dôjsť k plnému nasýteniu pôdy, a potom je miera infiltrácie nulová. Dôsledkom je okamžitý odtok všetkých zrážok, pri ktorom dochádza nielen k silnej erózii povrchu, ale aj k vzniku povodňového stavu. Toto platí pre pôdy s nepriepustným podložím. Pokiaľ je podložie priepustné voda môže odtekať do hlbších vrstiev pôdy a hydraulická vodivosť sa ešte zvýši, je rýchlejšia ako v prípade, že nie všetky póry sú vyplnené vodou.

Pri dlhodobom suchu, keď je pôda veľmi vysušená, stúpa tlak vzduchu v póroch a pôda sa stane hydrofóbnou. V takomto prípade pri intenzívnych búrkach voda nestíha infiltrovať a steká po povrchu (bleskové povodne).

Skutočnú mieru infiltrácie (vsakovaniu do pôdy) udáva intenzita infiltrácie. Zisťuje sa z poklesu hladiny vody o určitú výšku počas presne zmeraného časového úseku.

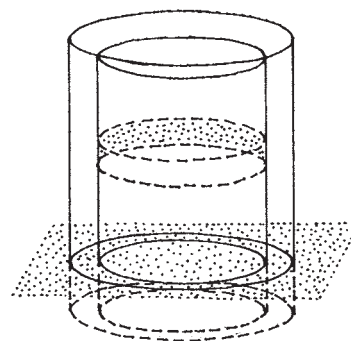
Výroba pomôcok

INFILTROMETER

POMÔCKY: plechovka s priemerom 10–20 cm, plechovka s priemerom 15–25 cm, otvárač na konzervy alebo nožnice na plech, permanentný popisovač alebo vodeodolná farba.

POSTUP:

- Plechovkám odrežte dno i vrchnú časť.
- Na vnútornej strane menšej plechovky nakreslite po obvode značku vo vzdialenosti 9 cm od dna.
- Druhú značku zakreslite 2–4 cm nad prvú značku.



Meranie infiltrácie

ČASOVÁ NÁROČNOSŤ: 45 min

VHODNÉ PRE: 6.–9. trieda

POMÔCKY: dvojvalcový infiltrometer, prívod vody, prípadne plastové fľaše naplnené vodou (min. 8 l), 2 lieviky (alebo plastové fľaše s odrezaným dnom), pravítko, drevená doska, palica, nôž, záhradnícke nožnice, plechovky na odber pôdnych vzoriek, viečka, permanentný popisovač, lopatka

CIEĽ: Žiaci zmerajú skutočnú mieru vsakovania vody do pôdy. Infiltrácia sa v GLOBE stanovuje 3 až 4-krát ročne v mieste merania pôdnej vlhkosti. Odoberte vzorky pôdy pre stanovenie pôdnej vlhkosti a následne v mieste vzdialenom 2–5 m vykonajte meranie infiltrácie. Meranie infiltrácie nie je povinným meraním v GLOBE, je to však jednoduché meranie, ktoré odporúčame vykonávať. Pracovný postup, viď pracovný list.





- adhézia** – priľnavosť, schopnosť materiálov (najmä 2 rôznych) spolu priľnúť
- agregát** – jednotka pôdneho usporiadania, ktorá vzniká zhlukovaním elementárnych zŕn. Vznikajú pôsobením chemických, fyzikálnych i biotických vplyvov. Najčastejším dôvodom vzniku je koloidácia, pri ktorej je nutná prítomnosť určitého množstva karbonátov. Pôdne agregáty môžu vznikáť aj činnosťou človeka, napr. pri orbe či smykovaní.
- Cicvár** – nepravidelná hrudka uhličitanu vápenatého, charakteristické najmä pre spraše (úlomkovité vplyvom vetra usadené horniny)
- edafón** – súhrnný názov pre všetky organizmy žijúce v pôde
- fytoedafón** – organizmy, pôvodne radené do ríše rastlín, žijúce v pôde. Prevažne sa jedná o baktérie.
- zooedafón** – živočíšna zložka pôdy
- evapotranspirácia** – celkový výpar, skladá sa z evaporácie (fyzikálny výpar z povrchu pôdy) a transpirácie (Fyziologický výdaj/výpar vody vegetáciou)
- jemnozern** – je pôdna frakcia o veľkosti častíc < 2 mm. S touto frakciou sa najčastejšie pracuje v pedologických laboratóriách pri určení chemicko-fyzikálnych vlastností pôd.
- krotoviny** – sa vytvárajú druhotným vyplnením chodieb pôdnych živočíchov a dutín po odumretých koreňoch rastlín pôdnym materiálom, najčastejšie humóznou zeminou
- Pedogenéza** – proces tvorby pôdy
- pórovitosť** – fyzikálna vlastnosť pôdy, vyjadruje objem všetkých priestorov medzi pôdnymi časticami
- pôdny horizont** – vrstva pôdy, ktorá má špecifické horizontálne umiestnenie a určité fyzikálne a chemické vlastnosti a existuje genetická súvislosť medzi dvoma „vrstvami“ nad sebou. Je vymedzený súborom vizuálnych analytických znakov s hraničnými merateľnými hodnotami. Súbor všetkých pôdnych horizontov tvorí pôdny profil.
- pôdny profil** – vertikálny prierez pôdou, ktorý sa tiahne od povrchu až po materskú horninu
- pôdotvorný substrát (materská hornina)** – je východzím materiálom, z ktorého vzniká pôda. Petrologické (mineralogické) zloženie substrátu ovplyvňuje rýchlosť tvorby pôd (zvetrávanie pevných hornín), s tým súvisiacu hĺbku pôdy, jej zrnitosť (textúru), na ktorej závisia fyzikálne, fyzikálno-chemické, biologické a ďalšie vlastnosti pôd.
- pufer** – tlmivý roztok alebo pufer je vodný roztok, ktorý sa skladá zo zmesi slabej kyseliny a jej konjugovanej zásady alebo slabej zásady a jej konjugovanej kyseliny
- ulmifikácia** – pôdotvorný proces, počas ktorého sa organické zvyšky menia na rašelinu



Literatúra a doporučené zdroje

Literatúra

BEDRNA, Z. a JENČO, M.: *Pedogeografia: zákonitosti priestorovej diferenciácie pedosféry* [CD]. Bratislava: Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, 2016. 125 s. ISBN 978–80–223–4323–2.

Cílek, V., Ložek, V., Lisá, L., & Bajer, A. (2020). Geodiverzita a hydrodiverzita: Základy prírodných a kultúrnych hodnot našej krajiny, jej súčasná proměna a možný budúci vývoj v antropocénu. Dokořán.

Čurlík, J., Jurkovič, L. (2012). *Pedogeochemia*, Univerzita Komenského, Bratislava, ISBN 978–80–223–3210–1

Svetová referenčná báza pre pôdne zdroje 2006: Rámec pre medzinárodnú klasifikáciu, koreláciu a komunikáciu: Prvé opravené vydanie 2007: Slovenský preklad.

Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2012. 98 s. ISBN 978–80–89128–94–5

Webové stránky

http://www.podnemapy.sk/portal/reg_pod_infoservis/pt/pt.aspx – pedologické mapy

<https://app.geology.sk/pgm/> – prehľadné geologické mapy

<https://app.geology.sk/gm50/> – geologické mapy 1:50 000

<https://app.geology.sk/atlashorniny/> – geochemický atlas SR horniny

<https://app.geology.sk/atlaspody/> – geochemický atlas pôdy





PEDOLÓGIA

Prieskum druhov pôd a ich vlastností

Program GLOBE

Obsah



PEDOLÓGIA

	<i>Metodika</i>	
Vznik a zloženie pôdy	3	8
Popis stanovišťa / Defining a Soil Characterization Site	5	11
Pôdny profil / The Soil Profile	7	15
Odber pôdnych vzoriek	9	18
Pôdna štruktúra / Soil Structure	10	19
Konzistencia / Soil Consistence	12	21
Farba pôdy / Soil Color	13	22
Zrinitosť pôdy / Soil Texture	15	24
Prítomnosť skeletu / Measuring Rocks	16	24
Vlhkostné pomery / Soil Moisture	17	25
Prítomnosť koreňov / Measuring Roots	18	25
Prítomnosť uhličitanov / Mesuring Free Carbonates	19	26
Rastliny ako ukazatele pôdnych vlastností	21	27
Teplota pôdy / Soil Temperature Protocol	23	27
pH pôdy / Soil pH Protocol	25	29
Pôdna vlhkosť / Gravimetric Soil Moisture Protocol	29	34
Merná hmotnosť / Soil Particle Density Protocol	31	38
Zrnitostný rozbor / Particle Size Distribution Protocol	33	39
Stanovenie pôdneho druhu výpočtom	35	40
Infiltrácia/ Water Infiltration Protocol	37	46
Erózia pôdy	39	



Vznik a zloženie pôdy



PEDOLÓGIA

Pôda sa na Zemi neobjavila naraz. Stále vzniká postupným zvetrávaním horninového podložia, ktoré sa nazýva materská hornina. Pôsobením rôznych faktorov sa pôvodne neporušená materská hornina rozpadá na menšie časti, čím vzniká pôdotvorný substrát. Ďalším zvetrávaním sa tento substrát mení na pôdu.

Do prázdnych políčok doplň pojmy v správnom poradí:



Na tvorbe pôdy sa podieľa viacero fyzikálnych, chemických a biologických faktorov. Vo väčšine prípadov dochádza ku kombinácii všetkých troch skupín.

Doplň do tabuľky príklady pôdotvorných faktorov zvetrávania:

Fyzikálne zvetrávanie	Chemické zvetrávanie	Biologické zvetrávanie

Už ste pochopili pojem zvetrávanie a proces tvorby pôdy. Čo však pôda obsahuje? Čím sa líšia jednotlivé pôdy? Je pôda len „hnedou zeminou“? Môže byť pôda živá?

POMÔCKY: vzorka pôdy z okolia vášho bydliska alebo školy, noviny

POSTUP:

- Vzorku pôdy vysypte na noviny.
- Pozorne preskúmajte pôdu.
- Všimajte si farbu pôdy, tvar častíc, prítomnosť živočíchov.
- Vezmite vzorku pôdy do ruky. Cíťte, aká je pôda na dotyk.
- Zaznamenajte svoje pozorovania do tabuľky.



MOJA PŮDA

Miesto odkiaľ pochádza moja vzorka pôdy:

Ako vnímam pôdu	zrakom	
	hmatom	
	čuchom	



Aké zložky pôdy ste objavili?

Pozrite si vzorky ostatných spolužiakov. Uvedte konkrétne vlastnosti alebo prvky, ktorými sa jednotlivé pôdy líšia?

Nájdite medzi ostatnými vzorkami tú, ktorá je najviac podobná vašej. Pokúste sa vysvetliť, čo môže byť príčinou podobnosti vzoriek pôdy.



Popis stanovišťa / Defining a Soil Characterization Site



PEDOLÓGIA

Ďalšie informácie o vybranej lokalite sú dôležité nielen pre vás, ale aj pre vedcov, ktorí pracujú s vašimi údajmi.



POMÔCKY: GPS, klinometer, meter, geologická mapa, buzola, fotoaparát

POSTUP:

- Pomocou GPS určíte presnú polohu lokality.
- Na meranie sklonu použijete klinometer.
- Pomocou buzoly určíte orientáciu svahu voči svetovým stranám.
- Zaznamenajte vzdialenosť k významným bodom, ako sú budovy, stĺpy elektrického vedenia alebo cesty
- Určíte, aký je vegetačný kryt v okolí profilu a ako sa využíva okolitý pozemok.
- Zaznamenajte materskú horninu, z ktorej vznikla pôda vo vašej lokalite. Na správnu identifikáciu použijete geologickú mapu Slovenskej republiky (<https://app.geology.sk/gm50/>).
- Vyfotografujte pôdny profil. Pripevnite k nemu meter alebo pásmo tak, aby nulová hodnota zodpovedala povrchu pôdy. Pri pôdach v lese nerátame pokrývkový humus. Ak ste pôdny profil získali vitaním, odfotografujte ho rozložený na plastovej fólii s pripevnenou stupnicou. Nulová hodnota by mala zodpovedať úrovni povrchu pôdy, t. j. najvrchnejšej vrstve pôdneho profilu.
- Pri určovaní niektorých údajov pracujte s geologickou mapou.
- Údaje zaznamenajte na záznamový hárok.

STUDY SITE NAME / Názov lokality:

Názov školy:

Trieda alebo skupina:

Pracovný list vyplnili:

LOCATION / Poloha:

Latitude / zemepisná šírka ° N / S alebo S / J

Longitude / zemepisná dĺžka ° E / V alebo W / Z

Elevation / nadmorská výška: meter / m n. m.

Slope / sklon svahu: ° Aspect / orientácia svahu: °

Source of Location Data / zdroj dát: GPS Other / iné

METHOD / Metóda odberu:

Auger / vitaná sonda Near surface / (pod)povrchový odber

IN SOIL / V pôde:

On school ground / na školskom pozemku Off school ground / mimo školského pozemku



SITE LOCATION / Charakteristika miesta odberu:

- Near the soil moisture study site / blízko lokality merania pôdnej vlhkosti
- Near the soil moisture and atmospheric study sites / blízko lokality merania pôdnej vlhkosti a meteorologického stanovišťa
- Near the atmospheric study site / blízko miesta meteorologického stanovišťa
- In the biology study site /v lokalite biologických pozorovaní
- Other / iné:

LANDSCAPE POSITION / Umiestnenie v krajine:

- Summit / na vrchole alebo na kopci
- Slope / v svahu
- Depression / v údolí, priehlbine
- Large flat area / na rovine
- Streambank / na brehu toku

COVER TYPE / Typ pokryvu:

- Bare soil / holá pôda
- Rocks / hornina, skala
- Grass / trávnatý pokryv
- Shrubs / kry
- Trees / stromy
- Other / iné:

PARENT MATERIAL / Pôvodný materiál:

- Bedrock / skalné podložie
- Organic material / organický materiál
- Construction material / stavebný materiál, beton
- Marine deposits / morské usadeniny
- Lake deposits / jazerné usadeniny
- Stream deposits, alluvium / riečne usadeniny, náplavy
- Wind deposits / spraše
- Glacial till / glaciálne íly
- Volcanic deposits / sopečné nánosy
- Loose materials on slope / uvoľnený materiál na svahu

LAND USE / Spôsob využitia krajiny:

- Urban / územie mesta, obce
- Agricultural / poľnohospodárska oblasť
- Recreation / rekreačná oblasť
- Wilderness / nedotknutá príroda
- Other / iné:

DISTANCE FROM MAJOR FEATURES / Vzdialenosť od významných bodov (napr. budov):

.....

OTHER DISTINGUISHING CHARACTERISTICS OF THIS SITE / Ostatné rozlišovacie znaky stanovišťa:

.....

Pôdny profil / The Soil Profile



PEDOLÓGIA

Počas svojho vývoja sa pôda rozdelila na niekoľko vrstiev nazývaných **pôdne horizonty**. Niekoľko nad sebou ležiacich pôdnych horizontov tvorí tzv. **pôdny profil**. Tak ako každý človek, aj každá pôda má inú podobu a iné vlastnosti. Veľmi to závisí od podmienok, v ktorých sa pôda vyvíjala. Vašou úlohou je postupne preskúmať vlastnosti jednotlivých pôdnych horizontov a porovnať ich s pôdami z iných oblastí.

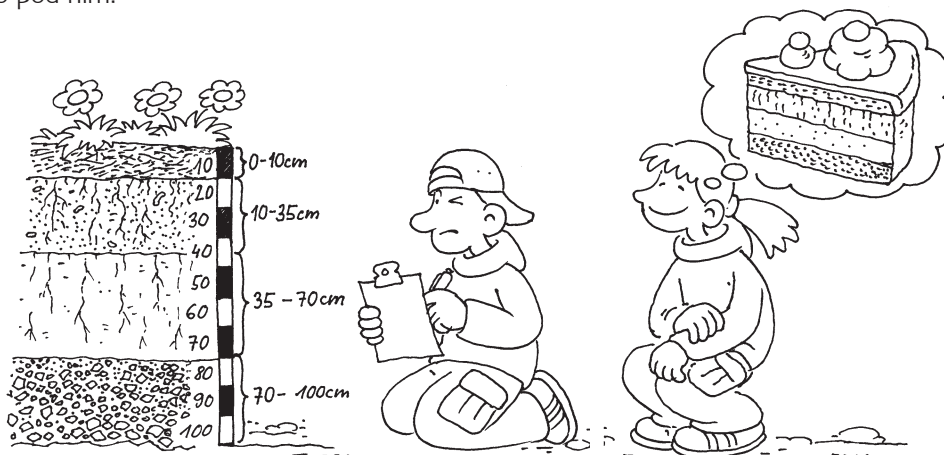


Popis pôdneho profilu / Identifying and Measuring Horizons

POMÔCKY: meter alebo pásmo, značky na označenie rozhraní horizontov (kolíčky, klince apod.)

POSTUP:

- Pozorne si prezrite profil pôdy od povrchu do hĺbky.
- Umiestnite meter alebo pásku pozdĺž celého pôdneho profilu.
- Od povrchu do hĺbky odpočítajte hĺbku hornej a dolnej časti každého pôdneho horizontu.
- Všimnite si všetky charakteristické znaky, ako je odlišné sfarbenie, prítomnosť koreňov rastlín, množstvo a veľkosť kamienkov (skelet) atď.
- Ak je niektorý horizont užší ako 3 cm, nepopisujte ho samostatne, ale pripojte ho k horizontu nad ním alebo pod ním.





Záznamová tabuľka: Popis pôdneho profilu

Označenie horizontu	Horná hranica horizontu [cm]	Spodná hranica horizontu [cm]



Odber pôdnych vzoriek



PEDOLÓGIA

Pedologické pozorovania budete vykonávať nielen v teréne, ale aj v laboratóriu. Práve pri týchto experimentoch budete pracovať so vzorkami pôdy, ktoré musia byť správne odobraté, aby boli vaše merania porovnateľné.

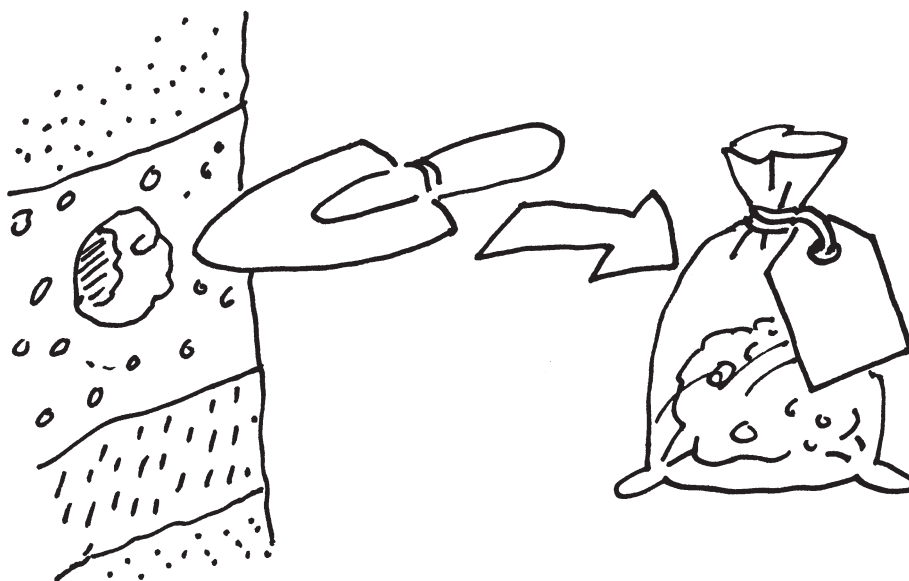


Odber porušených pôdnych vzoriek

POMÔCKY: lopatka, igelitové sáčky, permanentný popisovač, porcelánový mažiar, sito s priemerom ôk 2 mm

POSTUP:

- Vzorky pôdy odoberajte vždy **zo stredy jednotlivých horizontov zdola nahor** (aby sa materiál z horných častí profilu nedostal do vzoriek odobratých z dolných horizontov).
- Po opísaní pôdneho profilu odoberte vzorky z **čelnej strany sondy**.
- Umiestnite pôdu do **vopred popísaných vriec** označených miestom, dátumom odberu, číslom vzorky a hĺbkou, z ktorej bola odobratá.
- Z každého horizontu odoberte **približne 1 kg** vzorky.
- Pripravte jemnozern rozomletím na vzduchu vysušenej pôdy v porcelánovom mažiarí a preosiatím cez sito s veľkosťou ôk 2 mm.



Pôdna štruktúra / Soil Structure



PEDOLÓGIA



Štruktúra pôdy je jednou zo základných pôdnych charakteristík, ktoré sa vykonávajú v teréne na odkrytom pôdnom profile. Pre každý horizont postupne určte všetky základné pôdne vlastnosti. Výsledky svojich pozorovaní zaznamenajte do záznamového hárku.

POMÔCKY: lopatka



Uveďte konkrétne príklady faktorov, ktoré ovplyvňujú štruktúru pôdy.

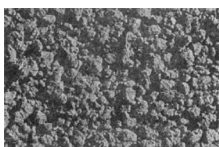
fyzikálne: chemické:

biologické:

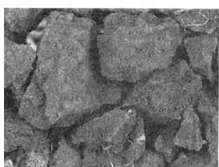
Vaša hypotéza:

POSTUP:

- Pomocou lopatky odoberte vzorku pôdy.
- Nechajte vzorku na lopatke a určte jej štruktúru.
- Zaznamenajte jednu z kategórií štruktúry pôdy do záznamového hárku:



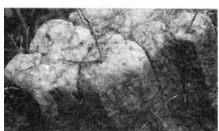
- **zrnitá** (granular) – štruktúrne prvky rovnomerne vyvinuté, veľkosť do 1 cm, výskyt v povrchových horizontoch ovplyvnených koreňmi rastlín;



- **hrudkovitá** (blocky) – rovnomerne vyvinuté štruktúrne prvky, veľkosť väčšia ako 1 cm, výskyt vo vrchných horizontoch;
- **drobnohrudkovitá** – rovnomerne vyvinuté štruktúrne prvky, veľkosť menšia ako 2 mm;



- **prizmatická** (prismatic) – štruktúrne prvky vertikálne pretiahnuté, horná časť rovná, bez zaoblenia, výskyt v nižších horizontoch;



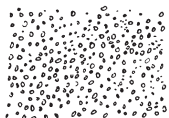
- **stĺpcovitá** (columnar) – štruktúrne prvky vertikálne pretiahnuté, horná časť zaoblená, výskyt v spodných horizontoch zasolených pôd;



- **lístkovitá** (platy) – štruktúrne prvky vodorovne pretiahnuté, odlupujúce sa v listoch alebo doskách, vyskytujúce sa v ťažkých, sypkých pôdach.



Niekedy sa môžete stretnúť s **bezštruktúrnou** pôdou, kde jednotlivé častice nemajú medzi sebou žiadne väzby. Existujú dva stavy pôdy:



- **elementárny stav** (elementary) – typický pre extrémne ľahké (piesočnaté) pôdy, jednotlivé častice pôdy sa nelepia, netvorí agregáty;



- **zliaty stav** (massive) – typické pre extrémne ťažké (ílovité) pôdy, jednotlivé časti tvoria súvislú hmotu a nedajú sa od seba oddeliť.



Konzistencia / Soil Consistence



Konzistencia ukazuje, do akej miery sú jednotlivé častice pôdy navzájom spojené a o pevnosti agregátov.

POMÔCKY: lopatka, rozprašovač

POSTUP:

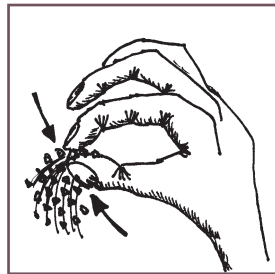
- Naberte vzorku pôdy na lopatku a navlhčite ju vodou z rozprašovača.
- Uchopte jeden pôdny agregát medzi palec a ukazovák a stláčajte ho, kým sa nerozpadne.
- Do záznamového hárku zapíšte jednu z nasledujúcich kategórií:

• **kyprá** (loose)



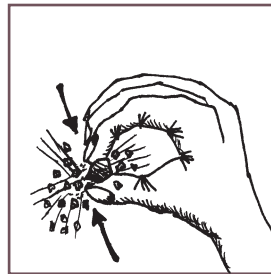
– jednotlivé agregáty sú nesúdržné, rozpadnú sa hneď ako ich vezmete do ruky

• **drobivá** (friable)



– agregáty sa rozlomí pri malom tlaku

• **tuhá** (firm)



– agregáty sa prelomia po vyvinutí väčšieho tlaku

• **veľmi tuhá** (extremely firm)



– agregáty nie je možné rozlomiť prstami, je potrebné použiť kladivo



Farba pôdy / Soil Color



PEDOLÓGIA



Sfarbenie pôdnych horizontov upozorňuje na javy, ktoré sa odohrávajú v pôdnom profile. Farba pôdy závisí od obsahu organických látok, prítomnosti jednotlivých minerálov, najmä železa, a obsahu vody.

POMÔCKY: lopatka, rozprašovač, farebná škála, papier



Čo spôsobuje zmenu farby pôdnych horizontov? Napíšte svoju hypotézu.

červená

čierna

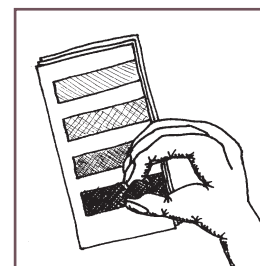
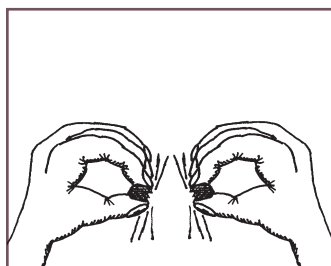
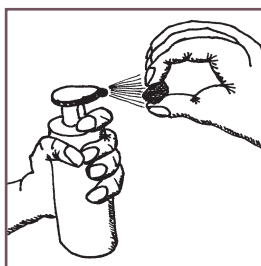
hnedá

šedá

biela

POSTUP:

- Vezmite vzorku pôdy do ruky a navlhčite ju vodou z rozprašovača.
- Z pôdy vytvorte guľu a rozdeľte ju na dve časti.
- Jednu časť guľôčky pôdy priložte k farebnej stupnici.
- Nájdite farbu, ktorá najviac zodpovedá farbe vzorky.
- Kód farby zapíšte do záznamového hárku.



Čo znamená farebný kód?

Príklad štandardného 7,5R 7/2. Farebný kód opisuje tri základné parametre.

- **Odtieň (hue)** základnej farby udáva prvé číslo a písmeno (7,5 R). R—red, Y—yellow, G—green, B—brown, P—purple.
- **Jas (value)** farby udáva číslo pred lomítkom (7), vyjadruje tmavosť farby na stupnici čierna až biela (čierna = 0, biela = 10).
- **Sýtosť (chroma)** udáva číslo za lomítkom (2), vyjadruje intenzitu farby.



Farbu pôdy môžete zistiť aj iným, veľmi jednoduchým spôsobom:

- Vezmite si vzorku pôdy do ruky.
- Navlhčite ju vodou z rozprašovača.
- Rozotrite ju medzi prstami a otláčte na papier.
- Odtlačte jednotlivé horizonty v rovnakom poradí, v akom sú umiestnené v pôdnom profile.
- Určite farby horizontov podľa tabuliek.



Zrinitosť pôdy / Soil Texture

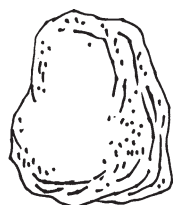


PEDOLÓGIA



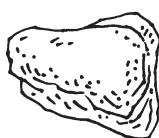
Zrnitostné zloženie pôdy je určené podielom rôzne veľkých častíc v pôde.

V teréne sa zrinitosť posudzuje trením navlhčenej pôdy medzi palcom a ukazovákom pomocou hmatového testu. Piesočnaté častice medzi prstami škrípu, prachovité (ílovité) častice sú jemné a ílovité častice sú masné. V každej pôdnej vzorke je zvyčajne prítomná kombinácia všetkých troch typov.



Piesok

2,00 – 0,05 mm



Prach

0,05 – 0,002 mm



Íl

< 0,002 mm

POMÔCKY: lopatka, rozprašovač

POSTUP:

- ▶ Vezmite si vzorku pôdy do ruky.
- ▶ Navlhčite ju malým množstvom vody z rozprašovača.
- ▶ Vzorku spracujte tak, aby mala všade rovnakú vlhkosť.
- ▶ Skúste z pôdy vytvoriť hadíka a stočiť ho do kruhu.
- ▶ Napíšte jednu z kategórií na záznamový hárok:
 - **piesok** (sand) – prevládajú ostré zrnká piesku, pôda nelepí medzi prstami, nedá sa vytvoriť ani guľička
 - **hlinitý piesok** (loamy sand) – Veľa zrn piesku a málo jemných častíc, podarí sa vytvoriť guľičku, ale nie hadíka
 - **hlina** (loam) – nepatrne lepkavá, málo zrn piesku a viac jemných častíc, podarí sa vám vytvoriť hadíka kratšieho ako 2 cm, krúžok sa rozpadá
 - **ílovitá hlina** (clay loam) – mazľavá a dobre sa tvaruje, dá sa z nej vytvoriť hadík dlhý približne 2–5 cm, dá sa stočiť do kruhu
 - **íl** (clay) – extrémne mazľavý a lepí sa na prsty, viete vytvoriť hadíka dlhšieho ako 5 cm, s ktorým sa dá pracovať ako s plastelínou



Prítomnosť skeletu / Measuring Rocks



PEDOLÓGIA



Skelet obsahuje častice väčšie ako 2 mm. Spravidla sa skladá z hrubého piesku, štrku a kameňov.

Hodnotenie množstva skeletu je subjektívne. Viac skeletu sa nachádza v nižších horizontoch, na miestach zvetraného pôdotvorného substrátu. Množstvo skeletu sa smerom k povrchu pôdy znižuje.

Veľkosť skeletu:

- štrk 2–50 mm
- kamene 50–250 mm
- balvany > 250 mm



Na čo môže mať vplyv rôzny obsah skeletu?

.....

.....

POMÔCKY: priehľadné dosky

POSTUP:

- Pozorujte rôzne horizonty pôdy.
- Zaznamenajte množstvo pozorovaného skeletu do záznamového hárku.



- veľa skeletu (many)



- málo skeletu (few)



- žiadny skelet (none)



Vlhkostné pomery / Soil Moisture



PEDOLÓGIA



Pôdna vlhkosť je aktuálny obsah vody v pôde. V teréne sa vlhkosť prejavuje pocitom, ktorý pôda vyvoláva pri dotyku.



Aké faktory ovplyvňujú vlhkosť v pôde:

.....

.....

POSTUP:

- Vezmite do ruky vzorku pôdy.
- Určite jej vlhkosť.
- Do záznamového listu zapíšte jednu z kategórií:
 - **suchá** (dry) – pôda je bez známkov vlhkosti a nie je studená, jednotlivé agregáty sú v ľahších pôdach ľahko rozptýlitelné, v ťažších pôdach sa ťažko rozptyľujú
 - **vlhká** (moist) – pôda je na pocit chladná a zvlhčuje dlaň, v ľahších pôdach sa jednotlivé častice spájajú do poddajných hrudiek, v ťažších pôdach je vlhkosť zrejma na prvý pohľad, pôda sa lepí na prsty
 - **mokrú** (wet) – v ľahších aj ťažších pôdach začne pri stlačení kvapkať voda, pôda sa stáva kašovitou, zriedi sa



Prítomnosť koreňov / Measuring Roots



PEDOLÓGIA



Množstvo koreňov v pôde závisí najmä od štruktúry, teploty a vlhkosti pôdy. Prítomnosť koreňov sa posudzuje podľa ich počtu a hĺbky, do ktorej prerastajú.



Uveďte príklady rastlín, ktoré majú:

system zväzkovitých koreňov

system hlavného koreňa

POSTUP:

- Pozrite si jednotlivé pôdne horizonty.
- Zaznamenajte do záznamového hárku, či sa tam nachádzajú korene:

• veľa (many)

• málo (few)

• žiadne (none)



Prítomnosť uhličitanov / Measuring Free Carbonates



PEDOLÓGIA



Prítomnosť uhličitanov v pôdnom profile sa zisťuje pomocou 8% octu. Ak sú v pôdnom profile prítomné uhličitaný, dôjde k chemickej reakcii medzi kyslým octom a zásaditými uhličitanmi za vzniku oxidu uhličitého. Oxid uhličitý šumí – čím viac reakcií môžete pozorovať, tým viac uhličitanov je prítomných v pôdnom profile.

POMÔCKY: strička s octom

POSTUP:

- Zo stričky striekajte ocot od spodnej časti pôdneho profilu smerom nahor.
- Sledujte, či profil šumí.
- Na základe intenzity šumenia zaznamenajte obsah uhličitanov do záznamového hárku:
 - **vysoký** (strong) – ak pozorujete silnú a dlhotrvajúcu reakciu – veľa veľkých bublín na mnohých miestach naznačujú vysoké množstvo uhličitanov v profile;
 - **nízky** (slight) – ak pozorujete veľmi slabé a krátkodobé šumenie;
 - **žiadny** (none) – ak nepozorujete žiadnu reakciu, uhličitaný nie sú v pôde prítomné.



Vysvetlite, prečo pôda okyslená octom nešumí.

.....
Dokážete napísať chemickú reakciu uhličitanu vápenatého s kyselinou octovou za vzniku hydrogénuhličitanu vápenatého, vody a oxidu uhličitého?

.....



Rastliny ako ukazovatele pôdných vlastností



PEDOLÓGIA

Áké rastliny nájdete v tesnej blízkosti lokality kde vykonávate pedologický výskum? Koľko rastlín rastie v určitej oblasti? Podľa čoho môžeme rastliny určiť? Prečo tu rastú práve tieto rastliny? Dajú sa z prítomnosti rastlinných druhov a ich stavu zistiť vlastnosti pôdy? Čo nám tieto rastliny hovoria o pH a obsahu živín v pôde?

Napadajú vám nejaké ďalšie otázky? Napíšte ich:

-
-
-

Vyberte jednu výskumnú otázku, ktorú by ste chceli overiť:

.....

Z výskumnej otázky vytvorte svoju hypotézu:

.....

Meranie obsahu živín v pôde



Základné živiny v pôde

POMÔCKY: jemnozem, hlbšia miska, prístroj na meranie NPK

POSTUP:

- Pripravenú jemnozem nasypete do hlbšej misky, vzorka by mala byť vlhká
- Prístroj zapichnete do vzorky a nechajte mu čas na vykonanie merania
- Zaznačte hodnotu N, P a K (prístroj zároveň dokáže merať teplotu pôdy, tú môžete poznačiť na okraj)
- Merania opakujte aspoň trikrát a vždy zapíšte hodnoty
- Vypočítajte priemernú hodnotu obsahu živín vo vzorke (mg/kg)



Obsah humusových častíc

POMÔCKY: odmerný valec, na vzduchu vysušenú jemnozem, miešadlo

POSTUP:

- Pripravenú vzorku pôdy nasypete do odmerného valca
- Pôda bude tvoriť asi 25 % merateľného objemu valca
- Pôdu zalejte vodou po poslednú rysku na valci
- Zamiešajte, kým sa rozpustia všetky súdržné častice
- Nechajte odstáť



- Vo valci vám po usadení vzniknú vrstvy tvorené skeletom a hrubým pieskom, jemným pieskom, prachovými časticami a humusovou vrstvou
- Humusové častice sú ľahké a budú sa držať pri hladine
- Odčítajte objem humusových častíc

Obsah humusu ovplyvňuje úrodnosť a pH pôdy. Zároveň vplýva aj na retenčnú schopnosť pôdy, teda, to aký objem vody dokáže pôda zadržať napríklad počas prudkých lejakov.



Teplota pôdy / Soil Temperature Protocol



PEDOLÓGIA

Teplota pôdy ovplyvňuje tvorbu a vývoj pôdy, rast rastlín, aktivitu pôdných živočíchov a klímu okolitého prostredia. Teplota pôdy sa meria pravidelne v rovnakom čase v hĺbke 5 a 10 cm.



Pred vlastným meraním sa pokúste odhadnúť približnú teplotu pôdy vo vzťahu k teplote vzduchu.

Nameraná teplota vzduchu °C

Odhad teploty pôdy v hĺbke:

5 cm °C 10 cm °C

Napište svoju hypotézu o teplote pôdy v rôznych hĺbkach, ktorú chcete otestovať pokusom:

.....



Teplota pôdy

POMÔCKY: pôdny teplomer, 10 cm kliniec, permanentná fixka

POSTUP:

- Označte kliniec fixkou vo vzdialenosti 5 cm od špičky.
- Zatlačte kliniec do pôdy do hĺbky 5 cm a vyťahnite ho tak, aby ste nenarušili pôdu.
- Vložte snímač teplomera do otvoru po klinci.
- Po 2–3 minútach odčítajte teplotu.
- Zatlačte kliniec do pôdy až po hlavu a vyťahnite ho.
- Vložte teplomer do otvoru a odčítajte teplotu v hĺbke 10 cm.
- Zaznamenajte obe namerané hodnoty.



Záznamová tabuľka:

Denné alebo týždenné meranie / Daily or Weekly Measurements

Dátum (Date)	Čas (Time) [h:min]	Teplota (Temperature)	
		v hĺbke 5 cm [°C]	v hĺbke 10 cm [°C]

PRACOVNÝ LIST

pH pôdy / Soil pH Protocol



PEDOLÓGIA

Pôdna reakcia alebo pH pôdy je jednou z najdôležitejších chemických vlastností pôdy, pretože ovplyvňuje pohyb a správanie jednotlivých chemických prvkov v pôde, rýchlosť rozkladu organických látok, aktivitu pôdných mikroorganizmov, druhové zloženie rastlín a rozpustnosť škodlivých látok.



Napište otázky, ktoré vám k téme pôdnej reakcie napadajú:



PRACOVNÝ LIST

Vyberte a napíšte jednu otázku pre svoju skupinu, ktorú by ste chceli otestovať:

.....

Napište výskumnú otázku, na ktorej ste sa s triedou zhodli:

.....

Napište výskumnú otázku, na ktorej ste sa s triedou zhodli:

.....





pH pôdy

POMÔCKY: jemnozeme, destilovaná voda, pH-meter, kadička, odmerný valec, lyžička, váhy

POSTUP:

- Odmerajte 80 ml destilovanej vody a nalejte ju do kadičky.
- Zmerajte hodnotu pH destilovanej vody.
- Do kadičky pridajte 40 g jemnozeme.
- Vzniknutú suspenziu miešajte 10 minút a potom ju nechajte niekoľko minút vylúhovať.
- Keď sa častice zeminy usadia, umiestnite nad ne do roztoku elektródu a zmerajte pH. Meranie zopakujte trikrát pre každý pôdny horizont.



Záznamová tabuľka: pH pôdy

HORIZONT	MERANIE	pH PÔDY
	1	
	2	
	3	
	1	
	2	
	3	
	1	
	2	
	3	
	1	
	2	
	3	

pH pôdy	Reakcia
< 4,5	silno kyslá
4,5–5,5	kyslá
5,5–6,5	slabo kyslá
6,5–7,2	neutrálna
> 7,2	zásaditá

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV:

Vráťte sa k svojej hypotéze a napíšte, či ste ju potvrdili alebo vyvrátili.

.....





Tlmivosť pôdy

Pufer je tlmivý roztok, ktorý je schopný udržať stabilné pH v určitom rozsahu aj po pridaní silnej kyseliny alebo zásady. Pôda je tiež schopná odolávať výkyvom pôdnej reakcie. Keď sa však tlmivá kapacita pôdy vyčerpá, pH začne klesať a nastanú veľké zmeny – úhyn rastlín a iných organizmov žijúcich v pôde.

V nasledujúcom experimente budete testovať tlmivú kapacitu pôdy.

POMÔCKY: jemnozerná, 8% ocot, destilovaná voda, octan sodný, kadička, odmerný valec, pH meter, váhy, pipeta

POSTUP:

➤ Príprava pufru:

- Odmerajte 14,5 ml octu a nalejte ho do kadičky.
- Pridajte 85,5 ml destilovanej vody.
- Odvážte 1,6 g octanu sodného.
- Rozpusťte octan v 100 ml destilovanej vody.

- Zmerajte pH octu.
- Odmerajte 20 ml pufru do čistej kadičky.
- Začnite postupne pridávať ocot po 1 ml pomocou pipety a zmerajte pH.
- Zaznamenajte, koľko ml octu sa pridalo na začiatok zmeny pH a koľko ml octu sa použilo na zmenu pH o jeden stupeň.
- Urobte rovnaké pozorovanie, ale namiesto pufru použite vodu.
- Potom vykonajte rovnaký postup na vzorkách pôdy.

	Pôvodné pH	Množstvo potrebné pre prvú zmenu pH [ml]	Množstvo potrebné pre zmenu pH o 1 stupeň [ml]
Pufer			
Voda			
Vzorek 1			
Vzorek 2			
Vzorek 3			
Vzorek 4			



Vysvetlite rozdielne správanie pufru a vody

Ktorá vzorka odolávala okysleniu najdlhšie?

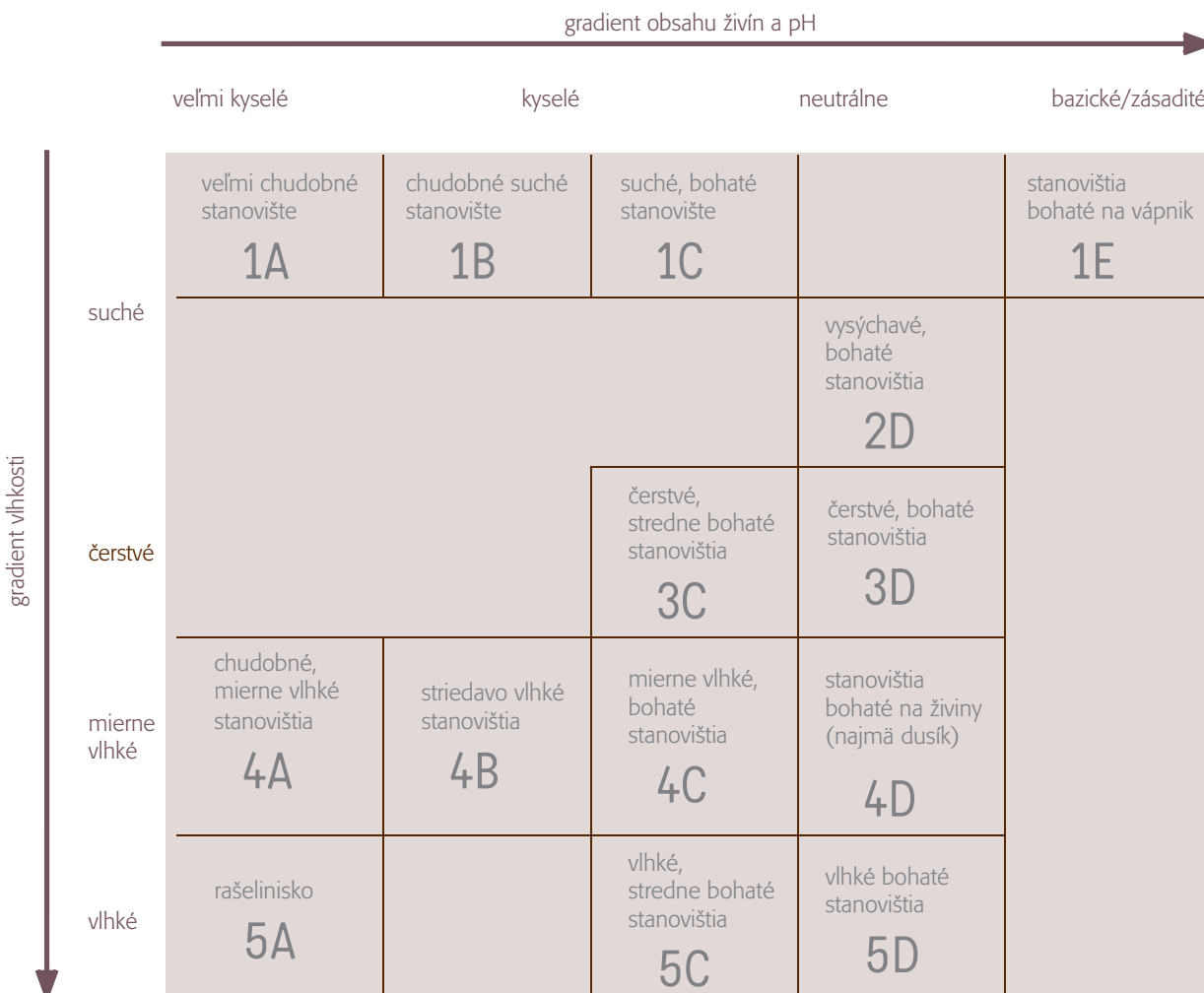
Chová sa pôda ako voda alebo ako nárazník?

Vysvetlite, prečo je toto správanie dôležité.



Úlohy s meraním obsahu živín a pH môžete žiakom ozvláštniť vzorkami záhradníckych substrátov (rašelina, substrát pre výsev a množenie,...). Hodnoty pH, N, P a K vyneste do grafu a diskutujte so žiakmi o vhodnosti rôznych typov pôd a substrátov pre rôzne druhy rastlín.

Tabuľka 1: Rozdelenie stanovišťa rastlín do skupín podľa nárokov na vlhkosť, obsah živín a pH pôdy



Výsledok pozorovania:

Odhadovaný typ biotopu:

Odhadované pH biotopu

Dominantné druhy rastlín:

Na stupnici bodkou vyznačte, aké vlastnosti má vaše stanovište:

suché _____ vlhké
 chudobné _____ bohaté
 pH 3 _____ 10

Skúste sa vrátiť k svojej hypotéze. Podarilo sa vám ju potvrdiť, alebo ju váš výskum vyrátil?

.....

Pôdna vlhkosť / Gravimetric Soil Moisture Protocol



PEDOLÓGIA

Pôda je obrovskou zásobárňou vody na Zemi. Obsah vody v pôde závisí najmä od množstva zrážok a výške hladiny podzemnej vody. Voda sa v pôde zadržiava na povrchu pôdných častíc a v póroch pôdy. Obsah vody v pôde sa vypočíta ako pomer hmotnosti vody k hmotnosti suchej pôdy.



Bude sa vlhkosť od horizontu k horizontu meniť?

Zmení sa vlhkosť pôdy v zimných mesiacoch?

Dokážete odhadnúť, ktorý typ pôdy zadrží viac vody?

Napadajú vám nejaké ďalšie výskumné otázky? Napíšte ich:

Z uvedených otázok vyberte a napíšte jednu výskumnú otázku, ktorú chcete overiť:

Na základe výskumnej otázky vytvorte hypotézu:

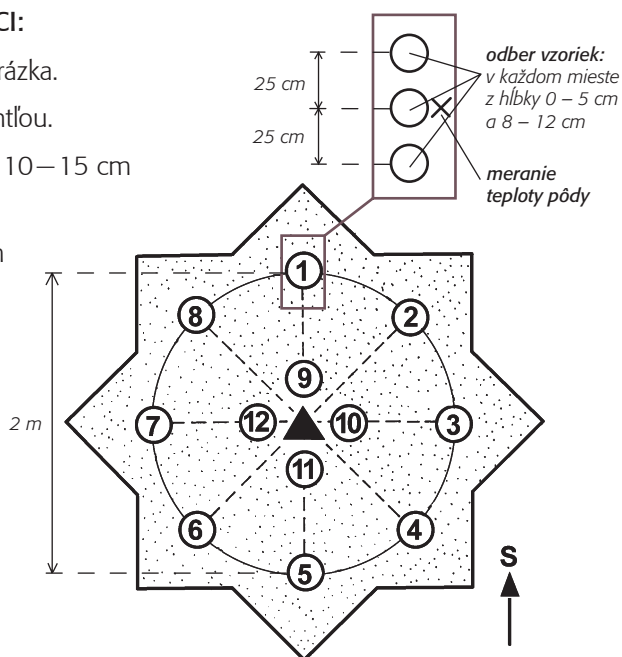


Pôdna vlhkosť

POMÔCKY: meter, plechovky alebo igelitové vrecká na odber pôdných vzoriek, permanentný popisovač, lopatka, váhy s presnosťou 0,1 g, sušička alebo mikrovlnná rúra, pôdny vrták

POSTUP V TERÉNE – ODBER VZORIEK V HVIEZDICI:

- Vyznačte hviezdicu na odber vzoriek podľa obrázka.
- Povrch v mieste odberu vzoriek rozrušte špachtľou.
- Pomocou lopatky vyhlbte jamku s priemerom 10–15 cm a hĺbkou 5 cm.
- Zo vzorky odstráňte všetok skelet s priemerom väčším ako 5 mm, korene a drobné živočích.
- Naplňte plechovku alebo plastové vrecko približne 100 g pôdy.
- Nádobu s p a okamžite uzavrite, aby ste zabránili akejkoľvek zmene vlhkosti pôdy.
- Vzorku dobre označte.
- Prehlbte jamku do hĺbky 8 cm.
- Odoberte vzorku z hĺbky 8 až 12 cm.
- Ostatné štyri vzorky odoberte podobnou metódou vo vzdialenosti 25 cm od prvej vzorky (pozri obrázok Hviezdica).
- Do pracovného listu zapíšte hĺbku odberu a číslo vzorky pôdy vedľa čísla plechovky.





Spolu s odberom vzoriek pôdy zmerajte teplotu pôdy vo vzdialenosti 25 cm od miesta odberu.

POSTUP V LABORATÓRIU:

- Odvážte nádobu, v ktorej budete vzorku sušiť. Zaokrúhlite hodnotu na jedno desatinné miesto a zapíšte ju do tabuľky.
- Preneste vzorku pôdy do nádoby a ihneď ju aj nádobu odvážte. Hodnotu zapíšte do tabuľky ako mokrá hmotnosť.
- Vzorky pôdy vysušte na konštantnú hmotnosť – hmotnosť vzorky sa nezmení o viac ako 0,25 g od predchádzajúceho váženia.
- Na sušenie použite sušičku – sušte pri teplote 105 °C približne 6 hodín alebo použite mikrovlnnú rúru – sušte vo vhodnej nádobe pri 700 W približne 10 minút (čas sušenia vždy závisí od obsahu vody v pôde).
- Vysušenú vzorku pôdy vyberte zo sušičky, prevážte ju a nádobu a zapíšte do pracovných listov ako suchú hmotnosť.
- Vypočítajte obsah vody v pôde (viď metodika)



Záznamová tabuľka: Pôdna vlhkosť

Hĺbka odberu (Sample Depth)	Číslo odobratej vzorky (Number of Sample)	A Mokrá hmotnosť (Weight of Wet Soil and Container)	B Suchá hmotnosť (Weight of Dry Soil and Container)	C Hmotnosť vody (Water Weight) A – B	D Hmotnosť nádoby (Weight of Empty Container)	E Hmotnosť suchej pôdy (Dry Soil Weight) B – D	F Obsah vody v pôde (Soil Water Content) C/E
[cm]		[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	



Merná hmotnosť / Soil Particle Density Protocol



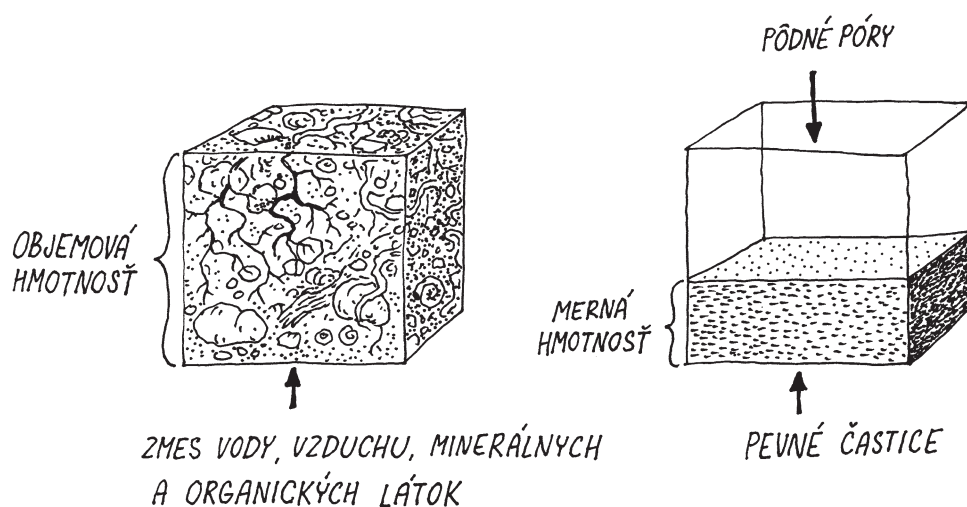
PEDOLÓGIA

Merná hmotnosť (hustota) pôdy je tiež hmotnosť objemu pôdy, ale na rozdiel od objemovej hmotnosti nie je ovplyvnená pórovitosťou, a preto zahŕňa len všetky častice pôdy. Špecifická hmotnosť sa vypočíta ako pomer suchej hmotnosti pôdy k objemu pôdy (bez vzduchu).



Merná hmotnosť

POMÔCKY: jemnozem, váhy s presnosťou 0,1 g, destilovaná voda, lievnik, strička, kliešte, tri 100 ml Erlenmayerove banky, teplomer, varič



POSTUP:

1. deň

- Odvážte prázdnu Erlenmayerovu banku.
- Odvážte 25 g jemnozeme a preneste ju do Erlenmayerovej banky.
- Zaznamenajte čas a spôsob, akým bola vzorka uskladnená od vyschnutia až po stanovenie mernej hmotnosti pôdy.
- Odvážte Erlenmayerovu banku spolu so vzorkou pôdy.
- Pridajte 50 ml destilovanej vody a opláchnite injekčnou striekačkou všetku usadenú vzorku v hrdle banky.
- Banku preneste do variča alebo ju zohrejte nad plameňom horáka.
- Z času na čas ju jemne premiešajte a varte 10 minút, aby sa odstránil všetok vzduch.
- Nechajte banku vychladnúť.
- Po vychladnutí Erlenmayerovu banku uzavrite a nechajte ju stáť 24 hodín.



2. deň

- Odklopte uzáver banky a naplňte ju destilovanou vodou do 100 ml.
- Po naplnení banky ju opäť odvážte.
- Zmerajte teplotu suspenzie v banke.
- Podľa matematických a fyzikálnych tabuliek zistite hustotu vody zodpovedajúcu nameranej teplote.
- Vypočítajte objem vody podľa vzorca pre hustotu.
- Vypočítajte špecifickú hmotnosť.
- Vypočítajte mernú hmotnosť.



Záznamová tabuľka: Merná hmotnosť

	Vzorka		
	1	2	3
A Hmotnosť pôdy + prázdnej Erlenmayerovej banky (Mass of soil + empty flask) [g]			
B Hmotnosť prázdnej Erlenmayerovej banky (Mass of empty flask) [g]			
C Hmotnosť pôdy (Mass of soil) $A - B$ [g]			
D Hmotnosť vody + pôdy + banky (Mass of water + soil + flask) [g]			
E Hmotnosť vody (Mass of water) $D - A$ [g]			
F Teplota vody v °C (Water Temperature) [°C]			
G Hustota vody (Density of water) [g/cm ³]			
H Objem vody (Volume of water) $\frac{E}{G}$ [ml]			
I Objem pôdy (Volume of soil) $100 \text{ ml} - H$ [ml]			
J Merná hmotnosť (Soil particle density) $\frac{C}{I}$ [g/cm ³]			

Pozn: Nezabudnite na prevodové vzťahy jednotiek $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$



Zrnitostný rozbor / Particle Size Distribution Protocol



PEDOLÓGIA

Výsledkom zrnitostnej analýzy je percentuálne zastúpenie jednotlivých častíc pôdy a určenie pôdneho druhu.



Zrnitostný rozbor

POMÔCKY: jemnozeme, odmerný valec 100 a 500 ml, viečko, kadička 250 ml, destilovaná voda, dispergačný roztok (hexametafosforečnan sodný), tyčinka na zamiešanie vzorky, teplomer, hustomer (prípadne hustomer s teplomerom) pravítko alebo meter



Vezmite nádobu s viečkom (napr. zavárací pohár), vložte do nej vzorku pôdy, zalejte ju vodou, uzavrite a dobre premiešajte. Položte nádobu na podložku a pozorujte, čo sa deje.

Ktoré častice sa usadia ako prvé?

.....
.....

Ktoré častice ostanú v suspenzii najdlhšie pozorovateľné?

.....
.....



PRACOVNÝ POSTUP:

1. deň

- Pripravte disperzný roztok rozpustením 50 g hexametafosforečnanu sodného v 1 l destilovanej vody.
- Do 250 ml kadičky odvážte 25 g jemnozeme.
- Pridajte 100 ml disperzného roztoku a 50 ml destilovanej vody.
- Miešajte aspoň 1 minútu, všetok pôdny materiál musí byť v suspenzii.
- Kadičku nechajte 24 hodín odpočívať.

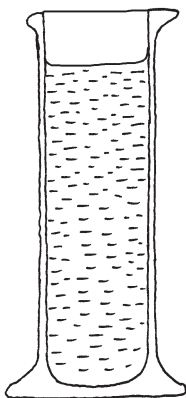
2. deň

- Odmerajte výšku medzi dnom odmerného valca a značkou 500 ml a hodnotu zapíšte.
- Suspenziu v kadičke premiešajte a nalejte ju do 500 ml odmerného valca.
- Vypláchnite kadičku destilovanou vodou a obsah nalejte do odmerného valca tak, aby sa celá suspenzia nachádzala vo valci.
- Doplňte destilovanou vodou po značku 500 ml a valec uzavrite viečkom alebo rukou.
- Dôkladne premiešajte suspenziu prevrátením valca aspoň 10-krát.



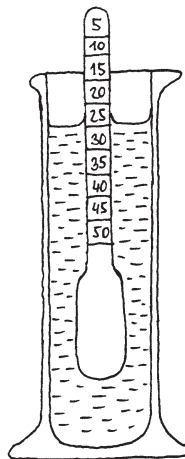
- Položte valec na podložku a okamžite spustite meranie času.
- Po 90 sekundách opatrne vložte hustomer do valca a nechajte ho voľne klesnúť na dno.
- Jemne ho pridržiňte rukou, aby sa prestal pohybovať.
- Po 2 minútach od začiatku sedimentácie odčítajte na hustomere hodnotu, ktorá je najbližšie k hladine suspenzie.
- Opatrne vyberte hustomer, opláchnite ho vodou a osušte.
- Vložte teplomer do valca a po 1 minúte odčítajte teplotu suspenzie.
- Odmerný valec nechajte 24 hodín v klude

00:00



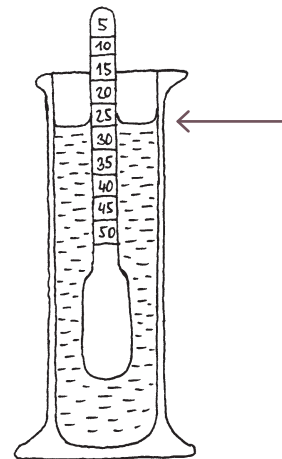
začiatok usadzovania

01:30



vložte hustomer

02:00



odráťajte na hustomeri hodnotu

3. deň

- Vložte hustomer do valca so suspenziou a odčítajte hustotu.
- Zmerajte teplotu suspenzie.
- Zadajte hodnoty do databázy. Typ pôdy sa z týchto hodnôt vygeneruje.



Záznamová tabuľka Zrnitostný rozbor

Číslo vzorky (Sample number)	Čas (Time)	Hustota suspenzie (Hydrometer reading) [g/cm ³]	Teplota suspenzie (Temperature) [°C]
1	2 min		
	24 h		
2	2 min		
	24 h		
3	2 min		
	24 h		



Stanovenie pôdneho druhu výpočtom



PEDOLÓGIA



Stanovenie pôdneho druhu výpočtom

Typ pôdy môžete určiť výpočtom a následným použitím trojuholníkového diagramu.

POMÔCKY: trojuholníkový diagram, pravítko, vyplnený záznamový list s údajmi o hustote a teplote suspenzie

POSTUP:

Výpočet percentuálneho zastúpenia piesku vo vzorke

- A Hustota suspenzie v čase 2 min: g/l
- B Teplota suspenzie v čase 2 min: °C
- C Hmotnosť v gramoch prachu a ílu v litri suspenzie, hodnota zistená z tabuľky: g/l
- D Teplotná korekcia nameranej hmotnosti. Vynásobte rozdiel nameranej teploty od 20 °C číslom 0,36.
Ak je teplota suspenzie vyššia ako 20 °C, hodnota D bude kladná, ak je teplota nižšia ako 20 °C, hodnota bude záporná: $0,36 \times (B \dots - 20 \text{ °C}) = D \dots \text{ g/l}$
- E K hodnote určujúcej hmotnosť prachu a ílu v gramoch v suspenzii prirátajte teplotnú korekciu nameranej hmotnosti: $C \dots + D \dots = E \dots \text{ g/l}$
- F Hodnotu E vynásobte číslom 0,5 (ak ste pracovali s odmerným valcom o objeme 500 ml):
 $E \dots \times 0,5 = F \dots \text{ g}$
- G GOd celkovej hmotnosti vzorky (25 g) odrátajte hmotnosť prachu a ílu. Získate hmotnosť piesku:
 $25 - F \dots = G \dots \text{ g}$
- H Vypočítajte percentuálny obsah piesku vo vzorke: $(G \dots / 25) \times 100 = H \dots \%$

Výpočet percentuálneho zastúpenia ílu vo vzorke

- I Hustota suspenzie v čase 2 min: g/l
- J Teplota suspenzie v čase 2 min: °C
- K Gramy ílu v litri suspenzie, hodnota zistená z tabuľky: g/l
- L Teplotná korekcia nameranej hmotnosti. Vynásobte rozdiel nameranej teploty od 20 °C číslom 0,36.
Ak je teplota suspenzie vyššia ako 20 °C, hodnota L bude kladná, ak je teplota nižšia ako 20 °C, hodnota bude záporná: $0,36 \times (J \dots - 20 \text{ °C}) = L \dots \text{ g/l}$
- M K hodnote určujúcej hmotnosť ílu v gramoch v suspenzii prirátajte teplotnú korekciu nameranej hmotnosti:
 $K \dots + L \dots = M \dots \text{ g/l}$
- N Hodnotu M vynásobte číslom 0,5 (ak ste pracovali s odmerným valcom o objeme 500 ml):
 $M \dots \times 0,5 = N \dots \text{ g}$
- O Vypočítajte percentuálny obsah ílu vo vzorke: $(N \dots / 25) \times 100 = O \dots \%$



Výpočet percentuálneho zastúpenia prachu vo vzorke

P Vypočítajte hmotnosť prachu: $(25 - (G + N)) = P \dots\dots g$

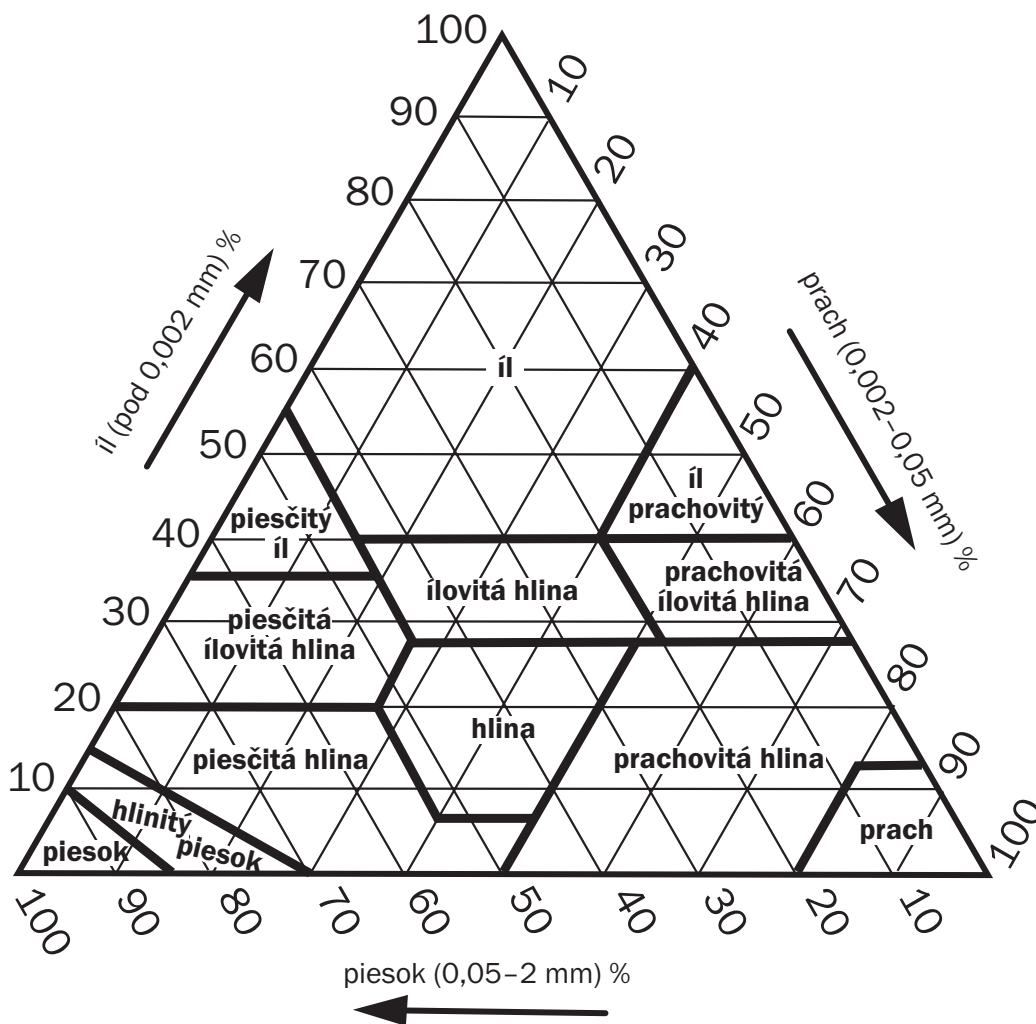
Q Vypočítajte percentuálny obsah prachu vo vzorke: $(P \dots\dots / 25) \times 100 = Q \dots\dots \%$

Výsledok:

Piesok	Íl	Prach

Výsledný súčet percentuálnych podielov všetkých troch zložiek je 100 %.

V prázdnom trojuholníkovom diagrame postupne vypustite čiary zodpovedajúce vypočítaným hodnotám piesku, prachu a ílu. V priesečníku čiar nájdete typ pôdnej vzorky.



Infiltrácia / Water Infiltration Protocol



PEDOLÓGIA

Infiltrácia je súčasťou kolobehu vody, je to proces vsakovania vody do pôdy. Rýchlosť infiltrácie sa určuje z poklesu hladiny vody o určité množstvo za presne definovaný čas. Infiltrácia závisí od pórovitosti pôdy; jej rýchlosť sa mení podľa toho, ako sa póry pôdy zaplňujú vodou. Je stanovená na hodnotu, keď je pôda úplne nasýtená.



Zaujíma vás, či vaša vzorka pôdy predstavuje pôdu, ktorá dokáže absorbovať vodu z veľmi silných dažďov a je menej náchylná na eróziu? Alebo vás zaujíma iná otázka?

Zapíšte svoju výskumnú otázku:

.....

Zapíšte svoju hypotézu:

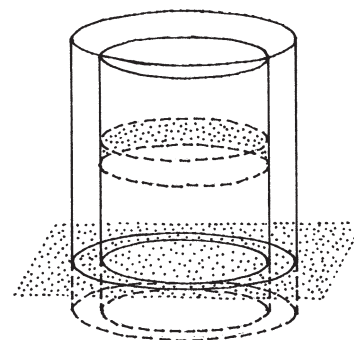
.....



POMÔCKY: dvojvalcový infiltrometer, prívod vody, prípadne plastové fľaše naplnené vodou (minimálne 8 l), 2 nálevky (alebo plastové fľaše s odrezaným dnom), pravítko, drevená doska, palica, nôž, záhradnícke nožnice, plechovky na odber pôdnych vzoriek, viečka, permanentná fixka, lopatka

POSTUP:

- Vyčistite a vyrovnajte povrch pôdy.
- Odstráňte všetky zvyšky organických látok a v prípade trávnatého povrchu pokoste alebo ostrihajte trávu nožnicami.
- Vnútorň valc infiltrometra zakryte drevenou doskou tak, aby zakrývala celý infiltrometer, a pomocou paličky zatĺkajte infiltrometer 2–5 cm udieraním na dosku.
- Do rovnakej hĺbky, vložte vonkajší valec okolo vnútorného valca.
- Po zapustení oboch valcov pôdu okolo nich utlačte, aby ste zabránili presakovaniu vody.
- Zmerajte vzdialenosť medzi spodnou a hornou značkou užšieho valca a zemou, hodnotu si zapíšte.
vzdialenosť spodnej značky od zeme: (cm)
vzdialenosť hornej značky od zeme: (cm)
- Nalejte vodu do oboch valcov tak, aby bola hladina približne rovnaká.
- Voda vo vonkajšom valci klesá rýchlejšie ako voda vo vnútornom valci, preto je potrebné doplniť vodu do vonkajšieho valca.
- Keď hladina vody dosiahne hornú značku, spustíte časovanie. Do pracovného hárku zaznamenajte čas začiatku merania v sekundách. Počas merania udržiavajte hladinu vody vo vonkajšom valci na rovnakej úrovni ako hladinu vo vnútornom valci.
- Vodu pridávajte opatrne, aby ste nepreplnili vnútorný valec.



- Hneď ako hladina vody klesne na spodnú značku, zaznamenajte konečný čas. Okamžite nalejte vodu do vnútorného valca, kým nedosiahne hornú značku.
- Doplňte vodu do vonkajšieho valca tak, aby boli hladiny na rovnakej úrovni. Znovu spustite časovanie.
- Celé meranie opakujte dovtedy, kým sa dve po sebe idúce merania nebudú líšiť o menej ako 10 s alebo po dobu 45 min.
- Vyberte infiltrometer z pôdy a počkajte 5 minút. Potom odoberte vzorku pôdy z hĺbky 5 cm v mieste merania infiltrácie a stanovte vlhkosť pôdy (pokyny sú uvedené v pracovnom liste Vlhkosť pôdy).
- Zopakujte meranie infiltrácie ešte 2-krát v bodoch vzdialených 5 m od pôvodného merania.



Záznamová tabuľka: Infiltrácia

Počet meraní	A Začiatok (Start) [min:s]	B Koniec (End) [min:s]	C Interval (Interval) $B - A$ [min]	D Stred (Midpoint) $A + \frac{C}{2}$ [min]	E Pokles hladiny vody (Water Level Change) [mm]	F Prietok vody (Flow Rate) E/C [mm/min]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Vráťte sa k svojej hypotéze a napíšte, či sa vám ju podarilo potvrdiť alebo vyrátiť:

.....



Erózia pôdy



PEDOLÓGIA

Strata vegetačného pokryvu, znižovanie obsahu organickej hmoty v pôde a zhutňovanie pôdy sú iba niektoré z procesov, ktoré ovplyvňujú zadržiavanie vody v krajine, resp. pôde. Všetka voda, ktorú pôdy nedokážu zachytiť prispievajú k erózii tejto vzácnej vrstvy.

POMÔCKY: plastové fľaše, nôž/nožnice, kadičky/odmerné valce, vzorky pôdy, piesok, horniny, semenka (napríklad žeruchy), špagát

POSTUP:

- Rozrežte plastové fľaše podľa obrázka nižšie
- Pomocou plastových fliaš a špagátu vytvorte aj „nádoby“ na zachytávanie odtekajúcej vody
- Veľké fľaše naplňte pôdou, skeletom, pôdou s pokryvom opadanky, ...
- Skúste pripraviť aj preparát pôdy, ktorú osejete trávnu zmesou, resp. žeruchou alebo iným rýchlorastúcim druhom
- Dajte žiakom kadičky/odmerné valce s presným objemom vody
- Simulujte privalový dážď celým objemom vody
- Sledujte retenčnú schopnosť jednotlivých preparátov
- Zmerajte odtok vody
- Ako doplnok môžete zmerať aj pH roztoku alebo objem odplavených častíc (po vysušení)



Nechajte žiakov vytvoriť vlastné preparáty z pôdy prinesenej z domu, prípadne vytvorte model pôdneho profilu, predstavivosti sa medze nekladú.

Simulujte rôzny sklon terénu alebo privalové dažde v priebehu niekoľkých dní.

Diskutujte so žiakmi o schopnosti pôdy zadržiavať vodu a ako táto schopnosť ovplyvňuje eróziu (stratu) pôdy.

