

Obsah



PEDOLOGIE

Jak to vidí vědec?	2
Proč v programu GLOBE zkoumáme půdu?	3
Vznik a složení půdy	7
Pedologické stanoviště	10
Výběr stanoviště	10
Odkrytí půdního profilu	10
Popis stanoviště	12
Popis půdního profilu	12
Odběr vzorků	14
Základní půdní znaky	16
Půdní struktura	16
Konzistence	17
Barva	18
Zrnitost	20
Přítomnost skeletu	20
Vlhkostní poměry	21
Přítomnost kořenů	21
Přítomnost uhličitánů	21
pH půdy	23
Teplota půdy	25
Půdní vlhkost	26
Objemová hmotnost	28
Měrná hmotnost	29
Zrnitostní rozbor	30
Infiltrace	36
Slovníček Pojmů	37
Slovníček Aj / Čj	39



Jak to vidí vědec

Vezměte do ruky hroudu půdy a důkladně si ji prohlédněte. Někdo uvidí jen „hlínu“, někdo „bláto“, nic, co by stálo za větší pozornost. A přesto tato hrouda představuje velice složitý systém srovnatelný svou komplikovaností se živým organizmem. Tato hrouda je protkána složitou sítí jemných pórů, kterými se dovnitř dostává vzduch a také voda, jež se v nich může zadržovat. V té jedné hroudě se nacházejí stovky či tisíce různých mikroorganismů zajišťující přeměnu řady nejrůznějších látek.

Půda je velmi křehká soustava různě vzájemně provázaných složek. Tím, že pokrývá velkou plochu, je vystavena vstupu řady cizorodých a nežádoucích látek. Půda má určitou schopnost tyto látky rozložit, zneškodnit nebo snížit jejich nebezpečnost, tato schopnost však není neomezená. Ke zhoršení půdních vlastností dochází také nevhodným hospodařením. Značné plochy půd se nenávratně ztrácejí z důvodů nové výstavby. A přitom jsme na půdě závislí. Dýcháme kyslík, který vylučují rostliny rostoucí v půdě, jíme potraviny vyrobené z plodin, které vyrostly z půdy, pijeme vodu, jež se přes půdu filtrovala.

To je jen několik důvodů, proč je třeba půdu chránit. A chránit můžeme jen to, co známe. I když dodnes nevíme o půdě všechno a stále na celém světě probíhá rozsáhlý výzkum věnující se různým otázkám spojených s půdou, jejími vlastnostmi a ochranou, snažme se alespoň skromně přispět k jejímu poznání. Půdní vlastnosti, zkoumané v GLOBE, patří mezi ty nejzákladnější vlastnosti půdy. Ale právě ony rozhodují o tom, jaké má půda schopnosti plnit svou úlohu. Hloubka půdy umožní posoudit stupeň jejího vývoje, půdní struktura a zrnitost ovlivňují propustnost půdy a zadržování látek v ní, stejně jako přístup vzduchu ke kořenům a půdním mikroorganismům. pH půdy ovlivňuje rozpustnost různých látek i podmínky pro život rostlin a mikroorganismů. Také teplota půdy a vlhkost mají významný vliv na půdní biologickou činnost.

Mezi sledovanými vlastnostmi je i barva půdy. Ta je dána obsahem železa v půdě, organické hmoty, uhličitánů, vody a dalších složek. Barva půdy je také věc, kterou vidíme jako první. Tvoří součást krajiny, jak ji vidíme a vnímáme, když není zakrytá porostem. Všimněte si barvy půd, když projíždíte krajinou. Uvidíte nepřeberné odstíny hnědé barvy, ale i červené na železitých horninách, nebo černou barvu úrodných půd bohatých na humus, můžete se setkat i s modrošedou až zelenošedou barvou půd podmáčených. Nikdy nevíte, kdy se vám bude hodit vědět, jakou barvu má půda v různých oblastech. Před časem mi volala členka filmového štábu natáčejiho v Čechách poslední film o agentu Jamesu Bondovi. Chtěli zde natáčet scénu z jistého afrického velvyslanectví, a protože pro tropickou Afriku jsou typické jasně červené půdy, potřebovali vědět, kde u nás najít půdu podobné barvy. Ano, i ve filmu se mohou uplatnit znalosti o půdě. Stačí si jí víc všimnout, vážít si jí a nevidět v ní jen onu „hlínu“ či „bláto“.

Prof. Dr. Ing. Luboš Borůvka,
člen vědecké rady GLOBE

Proč v programu GLOBE zkoumáme vlastnosti půd?



PEDOLOGIE

Půda je životním prostředím organismů, stanovištěm planě rostoucích i kulturních rostlin, je zásobárnou vody a filtračním prostředím, přes které voda prochází, reguluje koloběh látek a tok energie, slouží jako úložiště, ale i zdroj potenciálně rizikových látek. Z půdy pochází celá řada základních složek materiálů a surovin. Půda poskytuje prostor pro zakládání staveb a další aktivity člověka, probíhá v ní archeologický a paleontologický výzkum.

Půda je dynamický, stále se vyvíjející živý systém. Tato tenká svrchní vrstva zemské kůry ovlivňuje život na celé Zemi, neboť na jejích vlastnostech potravně závisí život všech organismů, včetně člověka. Půda je proto bezesporu jedno z nejcennějších přírodních bohatství, které je nutno chránit nejen pro současnou dobu, ale i se značným výhledem do budoucna. Ochranu půdy však nelze zajistit bez jejího bližšího poznání. Cílem projektu GLOBE je poskytnout základní informace o půdě, které poslouží co nejširšímu okruhu studentů při zkoumání tohoto nesmírně zajímavého přírodního fenoménu.

Měření prováděná v programu GLOBE

Měření v terénu – základní vlastnosti půd:

tyto vlastnosti se mění velmi pomalu (0,5 – 1 cm vrstva půdy vzniká asi 100 let), proto se zjišťují a zadávají do databáze z daného stanoviště pouze jednou za celou dobu trvání GLOBE. Pedologické stanoviště ale můžete samozřejmě využít vícekrát pro další skupiny studentů nebo můžete mít stanovišť více.

- **STRUKTURA** ovlivňuje množství volného prostoru v půdě, kterým mohou prostupovat kořeny nebo který může obsahovat vzduch a vodu.
- **KONZISTENCE** určuje pevnost nebo drodivost jednotlivých hrudek (pedů) a to, jak dobře pedy drží pohromadě.
- **BARVA** je závislá zejména na přítomnosti organického materiálu a na druhu minerálů, které půda obsahuje. Např. železo obvykle způsobuje červené zbarvení půdy, uhličitán vápenatý zbarvuje půdy v suchých regionech do běla. Půda trvale zamokřená má modro–zelenou barvu, často s rezavými pruhy. Půda zamokřovaná pravidelně jen v určitém období má rezavou skvrnitost obvykle na světlejším podkladu. Vysoký obsah organických látek zbarvuje půdu do černa (humusoidní horizonty).
- **ZRNITOST (TEXTURA)** je určena obsahem písčítých, prachových a jílovitých částic v půdě. Ovlivňuje množství vody a tepla, které se v půdě udrží a rychlost průtoku vody půdním profilem.
- **VLHKOSTNÍ POMĚRY** vyjadřují momentální obsah vody v půdě. Záleží především na srážkách a výšce hladiny podzemní vody.
- **PŘÍTOMNOST SKELETU A KOŘENŮ** se týká četnosti výskytu kamenů a kamenitých fragmentů a kořenů rostlin.
- **PŘÍTOMNOST UHLIČITANŮ** se projevuje povlakem, obvykle bílé barvy, na půdních částicích v zásaditých půdách. Lze do nich snadno vyrýt rýhu nehtem. Chemicky se jedná o soli vápníku nebo jiných prvků, vyskytují se v sušších oblastech, kde neprobíhají intenzivní zvětrávací procesy způsobené vodou. V České republice se uhličitany vyskytují v půdách vzniklých z vápenců a dolomitů.



Další měření v terénu:

Teplota půdy, půdní vlhkost a infiltrace se mění v závislosti na teplotě vzduchu a množství srážek. Měření se provádí pravidelně v průběhu roku.

- **TEPLOTA PŮDY** se měří jednou týdně v průběhu celého roku v době kolem solárního poledne na stejném stanovišti jako půdní vlhkost. Navíc se každé tři měsíce provádí speciální dvoudenní měření, kdy se teplota měří každé 2–3 hodiny ve dvou po sobě jdoucích dnech.
- **PŮDNÍ VLHKOST** je daná obsahem vody v půdě. Měří se 12krát ročně v pravidelných denních, týdenních nebo měsíčních intervalech. Zjišťuje se gravimetricky, tj. vážením, kdy se porovnává hmotnost čerstvě odebraného a vysušeného vzorku. Na množství vody v půdě závisí především život mikroorganismů.
- **INFILTRACE** udává schopnost půdy propouštět vodu. Určuje množství vody, které se vsákne do půdy. Jedná se o důležitou hydrologickou vlastnost půdy. Na základě informací o infiltraci lze předpovídat či modelovat, jak moc jsou oblasti s určitými půdami ohrožené povodní. Infiltrace závisí na mnoha faktorech, např. na půdní struktuře, zrnitosti, obsahu vody a organického materiálu v půdě.

Laboratorní měření:

Následující měření se provádí na odebraných vzorcích z půdních horizontů.

- **ZRNITOSTNÍ SLOŽENÍ** vypovídá o obsahu různě velkých částic půdy. Znalost zrnitostního složení umožňuje pochopit mnoho vlastností půdy – např. kolik vody, tepla a živin je půda schopna zadržet, jak rychle může voda prosakovat půdou, jaká je půdní struktura a konzistence.
- **pH** je jednou z nejdůležitějších chemických vlastností půdy. Je výsledkem spolupůsobení mnoha faktorů – druhu podloží, chemické povahy srážek a vody vsakující se do profilu, lidské činnosti, aktivity organismů žijících v půdě (rostliny, živočichové, houby, mikroorganismy). Půdní pH vypovídá o úrodnosti půdy, ovlivňuje chemické reakce v půdě, pH podzemní vody a následně i vody v potocích, řekách a jezerech.
- **OBJEMOVÁ HMOTNOST** udává poměr váhy a objemu suchého vzorku. Závisí na struktuře, obsahu volného prostoru v půdě, na tom, jak je půda stlačená, i na jejím látkovém složení. Objemová hmotnost poskytuje informace o pórovitosti vzorku (poměrný objem volného prostoru), což nám pomáhá určit množství vzduchu a vody, které může být v půdě přítomno.
- **MĚRNÁ HMOTNOST** představuje hmotnost jednotkového objemu pevné složky půdy. Závisí především na mineralogickém složení půdy a na obsahu organické hmoty. Není ovlivněna pórovitostí půdy.



PŘEHLED MĚŘENÍ	MÍSTO	FREKVENCE	ČAS
Struktura	terén – odkrytý půdní profil	1krát pro každý půdní horizont	60 – 90 min
Barva			
Konzistence			
Zrnitost			
Přítomnost skeletu			
Vlhkostní poměry			
Přítomnost kořenů			
Přítomnost uhličitánů	laboratoř	3krát pro každý půdní horizont	45 min
pH			
Zrnitostní rozbor			1. den – 30 min 2. den – 45 min 3. den – 45 min
Objemová hmotnost			15 min – odběr vzorků 45 min – laboratoř
Měrná hmotnost			1. den – 45 min 2. den – 20 min
Teplota půdy	terén	1krát denně nebo 1krát týdně	10 min
Půdní vlhkost	terén + laboratoř	12krát ročně v denním, týdenním nebo měsíčním intervalu	30 min – odběr vzorků 45 min – laboratoř
Infiltrace	terén	3 – 4krát ročně	45 min



Pomůcky

MĚŘENÍ, AKTIVITA	POMŮCKY
Všechna měření	pracovní listy, zápisník, tužka, hodinky
Odkrytí půdního profilu	půdní vrták, krumpáč, rýč, lopata, pásmo, igelitová plachta,
Definování, popis a dokumentace stanoviště	GPS, klinometr, pásmo, metr, geologická mapa ČR, fotoaparát
Odběr vzorků	lopatka, igelitové sáčky, permanentní popisovač, Kopeckého válečky (viz kapitola Odběr neporušených půdních vzorků), víčka, gumičky, gumová palice, nůž, porcelánová třecí miska, síto s průměrem ok 2 mm
Základní půdní znaky	lopatka, rozprašovač, barevná škála, papíry, průhledné desky, stříčka s octem
pH	jemnozem (viz kapitola Odběr porušených půdních vzorků), destilovaná voda, pH-metr, kádinka, odměrný válec, lžička, váhy
Teplota půdy	půdní teploměr, 10 cm hřebík, permanentní popisovač
Půdní vlhkost	plechovky na odběr půdních vzorků, víčka, permanentní popisovač, lopatka nebo půdní vrták, váhy s přesností 0,1 g, sušárna nebo mikrovlnná trouba
Objemová hmotnost	Kopeckého válečky (viz kapitola Odběr neporušených půdních vzorků), víčka, gumičky, gumová palice, lopatka, permanentní popisovač, nůž, igelitové sáčky, váhy s přesností 0,1 g, sušárna, síto s průměrem ok 2 mm, 100 ml odměrný válec
Měrná hmotnost	jemnozem, váhy s přesností 0,1 g, destilovaná voda, nálevka, stříčka, kleště, 3 Erlenmayerovy baňky 100 ml, teploměr, vaříč
Zrnitostní rozbor	jemnozem, váhy s přesností 0,1 g, odměrný válec 100 a 500 ml, víčko, kádinka 250 ml, destilovaná voda, dispergační roztok (hexametafosfát sodný), tyčinka, teploměr, hustoměr, pravítko nebo metr
Infiltrace	dvouválcový infiltrometr, přívod vody, případně plastové lahve naplněné vodou minimálně 8 l, nálevka, pravítko, permanentní popisovač, stopky, dřevěná deska, palice, nůž, zahradnické nůžky, plechovky na odběr půdních vzorků, víčka, permanentní popisovač, lopatka

Vznik a složení půdy



PEDOLOGIE

Vznik půdy

Dříve než se pustíte do pedologických měření, měli byste žáky seznámit se vznikem půdy a jejím složením, protože materiál, ze kterého půda vznikla, výrazně ovlivňuje všechny vlastnosti, které budete zkoumat.



Apple Earth

Jako motivaci a uvedení do tématu pedologie můžete využít následující aktivitu. Žáci získají představu, jakou plochu z celé Země zaujímá úrodná půda a na jak malé části naší planety tedy závisí produkce potravin pro lidstvo.

POMŮCKY: jablka, nože, talířky nebo tácky (podle počtu studentů)

POSTUP: Podle následujícího zadání provádějí žáci postupně kroky.

- Představ si Zemi jako jablko.
- Rozkroj jablko na čtvrtiny.
- 3/4 dej stranou – ty představují světové oceány.
- 1/4 je pevnina. Rozkroj ji na polovinu, máš tedy 2/8.
- 1/8 dej stranou – to jsou oblasti na pevnině, kde člověk nemůže žít (polární oblasti, pouště, močály, velmi vysoká skalnatá pohoří apod).
- Zbývající 1/8 představuje oblasti, kde žijí lidé, ale ne všude se mohou pěstovat plodiny potřebné k životu.
- 1/8 rozkroj na čtvrtiny, máš 4/32.
- Dej stranou 3/32. To jsou oblasti příliš skalnaté, vlhké, studené, příkré, zaplavované nebo s neúživnou půdou. Patří sem i oblasti s půdou, kterou zastavěl člověk vesnicemi, městy, komunikacemi a dalšími stavbami.
- Před sebou máš 1/32. Opatrně odloupni slupku.
- Tato odloupená slupka představuje zemský povrch, na kterém lze pěstovat plodiny potřebné k životu.

PŮDOTVORNÉ FAKTORY

- matečná hornina
- klima
- činnost organismů
- činnost člověka
- podzemní voda

*působí přímo
na vznik půdy*

PODMÍNKY PŮDOTVORNÉHO PROCESU

- reliéf terénu
- čas

*působí na půdotvorné
faktory*



Vznik, stavba i složení půdy jsou výsledkem působení řady půdotvorných faktorů:

- **MATEČNÁ HORNINA** je výchozím materiálem pro vznik půdy. Mineralogické složení horniny má vliv na fyzikální, fyzikálně-chemické, chemické a biologické vlastnosti půdy, ovlivňuje rychlost tvorby půdy (zvětrávání pevných hornin), s tím související hloubku půdy, zrnitostní složení, prostorové uspořádání jednotlivých částic, obsah rostlinných živin, solí, kyselost apod.
- **KLIMA** určuje intenzitu a rychlost půdotvorného procesu. Na teplotě, množství a rozložení srážek během roku závisí, zda dochází k vynášení látek vzliňající vodou (v suchém, aridním podnebí, kde převládá výpar) nebo k vyluhování (ve vlhkém, humidním podnebí, kde převládá infiltrace). Klima celého území České republiky je sice dáno její polohou v mírném klimatickém pásu, přesto se však podnebné poměry jednotlivých částí území mohou podstatně lišit, což se projevuje v odlišném vývoji půd našeho území.
- **ORGANIZMY** působí především prostřednictvím vegetace, která svými kořeny rozrušuje půdu a je hlavním dodavatelem organické hmoty. Kromě vyšších rostlin se na tvorbě půdy podílí *fytoedafon* (bakterie, aktinomycety, houby a řasy) a *zoedafon* (všichni v půdě žijící živočichové). *Edafon* se významně podílí na rozkladu odumřelé organické hmoty, mísení půdy a tvorbě humusu. Mezi organizmy se řadí také člověk, který půdu ovlivňuje a to jak v příznivém, tak i nepříznivém smyslu: obhospodařováním půdy zvyšuje hloubku humózní vrstvy, způsobuje změny ve fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických vlastnostech půd, vystavuje půdu zvýšeným účinkům eroze a kontaminuje ji cizorodými látkami.
- **PODZEMNÍ VODA** společně s povrchovou vodou ovlivňuje celkové vláhové poměry v půdě. Vysoký obsah vody v půdě vede k fyzikálně–chemickým a chemickým změnám. Vysoká vlhkost zpomaluje rozklad organických látek a podporuje jejich hromadění (*ulmifikaci* – rašelinění). Podzemní voda bohatá na rozpuštěné minerální látky způsobuje zasolení.
- **RELIÉF** terénu ovlivňuje ostatní půdotvorné faktory. Nadmořská výška a sklon svahu ovlivňují klima, vodní režim území, migraci, vznik a hromadění produktů zvětrávání, druhové složení porostů aj.
- **ČAS** je dán délkou nerušeného působení výše uvedených půdotvorných faktorů (uvádí se, že 1 cm půdy se utvoří za 100 – 400 let, v našich podmínkách se půda vyvíjela od poslední doby ledové, tj. cca 11 000 let).

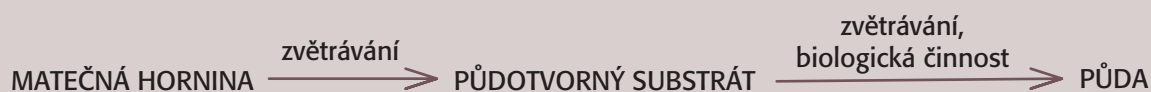


Vznik a složení půdy

Proces vzniku půdy se obecně nazývá zvětrávání a podle převahy daného faktoru se dělí na:

- zvětrávání fyzikální – změny teplot a tlaků mění objem hornin
- chemické – reakce mezi úlomky hornin, vodou a slabými kyselinami. Zvětrávání urychluje i kyselý déšť.
- biologické – činnost organismů. Např. lišejníky, vylučující kyseliny, kterými narušují povrch hornin. Kořeny vyšších rostlin prorůstají do velmi malých trhlin v horninách a tím urychlují zvětrávání.

Většinou však dochází ke kombinaci všech těchto typů.





Půda je nejvyšší zvětralá vrstva zemské kůry. Obsahuje zvětralé části původní horniny, živé půdní organismy i zbytky odumřelých rostlin a živočichů.

POMŮCKY: vzorky půd, noviny, pinzety

POSTUP: Vyzvěte studenty, aby přinesli vzorek půdy z okolí svého bydliště případně z blízkosti vaší školy. Ponechte jim dostatek času, aby se s půdou „seznámili“ a poznávali ji zrakem, hmatem i čichem. Živé organismy dejte do misky a vynesete je zpět do přírody.

Vzorky půdy nasypete do zavařovacích sklenic. Označte je číslem a místem odběru. Na mapě vyznačte, odkud vzorky pocházejí. Diskutujte s žáky o tom, v čem se vzorky shodují nebo liší.

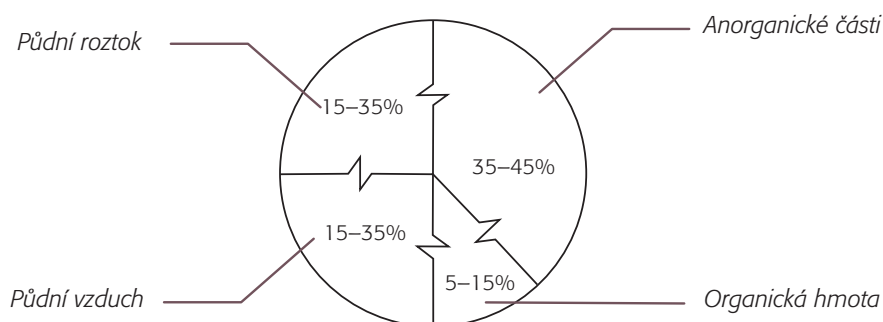
TIP

Půda je složitý systém, který obsahuje pevné, kapalně a plynné složky. Procentuální zastoupení jednotlivých složek se může velmi lišit. Například podíl půdního vzduchu je různý u pouštních půd a půd podmáčených oblastí.

Základní složky půdy:

- **ANORGANICKÉ ČÁSTI (35 – 45 % objemu půdy)** – zbytky matečné horniny, přeměněné procesem zvětrávání (kameny, štěrk, písek, prach a jílové částice).
- **ORGANICKÁ HMOTA (5 – 15 % objemu půdy)** – zbytky odumřelých rostlin a živočichů v různém stupni rozkladu a přeměn.
- **PŮDNÍ ROZTOK (15 – 35 % objemu půdy)** – vyplňuje půdní póry, je na povrchu půdních částic, jsou v něm rozpuštěny živiny přístupné rostlinám.
- **PŮDNÍ VZDUCH (15 – 35 % objemu půdy)** – vyplňuje půdní póry, jeho složení je trochu odlišné od vzduchu v atmosféře, obsahuje více CO_2 , uhlovodíků a dalších zplodin rostlinného a živočišného metabolismu.
- **ŽIVÉ ORGANIZMY** – kořeny vyšších rostlin, edafon.

Průměrné zastoupení jednotlivých složek půdy



O přítomnosti vzduchu v půdě se můžete přesvědčit jednoduchým pokusem. Do kádinky s vodou nasypete trochu zeminy. Ihned po nasypání pozorujte bublinky vzduchu ucházející k hladině.



Pedologické stanoviště



Výběr stanoviště / Selecting a Soil Characterization Site

Stanoviště pro pedologická pozorování vám musí především umožnit **odkrytí půdního profilu** (viz níže). U profilu budete přímo v terénu určovat základní půdní znaky. Přestože se tyto znaky zadávají do databáze GLOBE pro konkrétní profil pouze jednou, doporučujeme ho využít několikrát pro různé skupiny žáků. V průběhu realizace programu GLOBE můžete samozřejmě odkrýt i více půdních profilů, určit základní půdní znaky, provést další pedologická pozorování a zadat data do databáze. V tomto případě nezapomeňte, že každé nové stanoviště musíte definovat – zaměřit zeměpisnou polohu a stanoviště pojmenovat.

Dále **výběr stanoviště závisí na tom, jaká další měření v GLOBE provádíte**, či se chystáte provádět.

- Pokud provádíte meteorologická pozorování, pedologické stanoviště by se mělo nacházet v blízkosti meteorologické budky.
- Pokud provádíte měření biometrická, stanoviště pro pedologii by se mělo nacházet uvnitř stanoviště pro biometrická měření.
- Pokud provádíte měření ve všech oblastech GLOBE, doporučujeme odkrýt půdní profil v blízkosti meteorologické budky a na dalších stanovištích použít k odrytí pouze půdní vrták (viz níže).

Ať už si vyberete jakékoli stanoviště, měli byste **dodržet následující body**.

- Vybrané stanoviště by se nemělo lišit od okolního terénu. Mělo by to být místo s přirozenou (resp. volně rostoucí) vegetací. Kulturní plochy upřednostněte pouze v případě, že jsou v blízkosti meteorologické budky.
- Stanoviště by mělo být relativně nenarušené, ve vzdálenosti nejméně tři metry od budov, silnic, hřišť a jiných staveb, které by mohly mít případný vliv na zhutnění půdy nebo na její jiné narušení.

Odkrytí půdního profilu / Exposing the Soil Profile

Působením půdotvorných procesů se jednotlivé půdy během svého vývoje od sebe navzájem velmi odlišily. **Půdní profil** je vertikální řez půdou vedený od povrchu půdy k půdotvornému substrátu a je tvořen několika nad sebou uloženými půdními horizonty (viz popis půdního profilu). Odkrytí půdního profilu vám umožní provést všechna pozorování v terénu i odebrat vzorky pro další laboratorní měření.



Před vykopáním půdní sondy je nutné požádat o svolení majitele pozemku a přesvědčit se, zda v daném místě nevedou žádné veřejné sítě, aby nedošlo k jejich poškození.

Majitele příslušného pozemku zjistíte na místním katastrálním úřadu, údaje o veřejných sítích by vám měl poskytnout jejich správce.





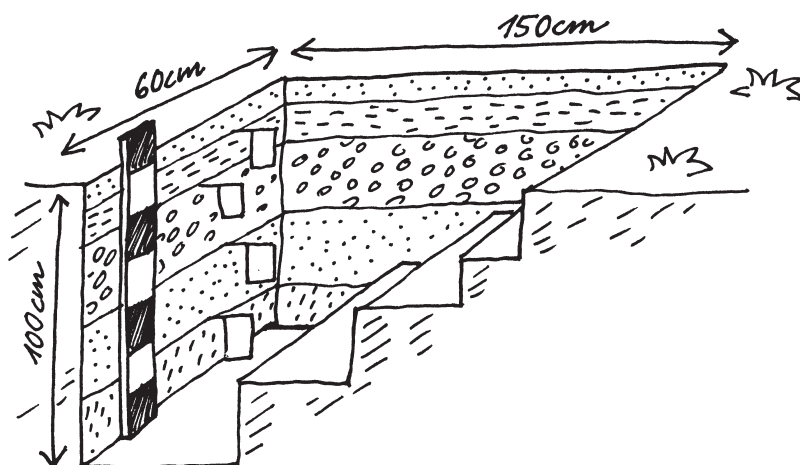
Odkrytí půdního profilu

Pro odkrytí půdního profilu můžete použít následující postupy:

1. KOPANÁ PŮDNÍ SONDA / Pit Method

POMŮCKY: krumpáč, rýč, lopata, buzola, pásmo

Půdní sondu je nutné orientovat čelní stěnou na jih, ve svažitém terénu je čelo proti svahu. Půdní sonda by měla mít obdélníkový půdorys o rozměrech 150 x 60 cm a hloubku přibližně 100 – 150 cm. Je vhodné z jedné strany vyhloubit jeden nebo dva schůdky, zmenší se tak objem kopané zeminy a získáte snadnější přístup k profilu. V některých případech můžete pozorovat půdní profil, aniž byste museli hloubit půdní sondu. Jedná se o náhodné výkopy elektrického či telefonního vedení, plynovody, stavby, starší strže apod. Zde je nutné před určováním stěnu očistit od sesypané a povětrnostními vlivy pozměněné zeminy.



2. VRTANÁ PŮDNÍ SONDA / Auger Method

POMŮCKY: půdní vrták, igelitová plachta (50 x 150 cm), metr, pásmo

Pokud nemáte z nějakého důvodu možnost vykopat půdní sondu, lze pro popis půdního profilu použít půdní vrták. Rozložte na zem poblíž místa vrtání igelitovou plachtu. Na ní položte metr nebo pásmo alespoň 1 m dlouhé. Půdní profil vytvoříte postupným přemístěním půdy ze sondy na plachtu.

Zavrtávejte půdní vrták postupně do země. Po zavrtání do hloubky cca 10 cm (odpovídá otočení vrtáku o 360°) vrták vytáhněte a vzorek půdy přendejte na plachtu. Změřte hloubku vyvrtané díry. Vzorek na plachtě srovnajte podél metru tak, aby délka rozloženého profilu odpovídala hloubce vyvrtané díry. Stejným způsobem pokračujte až do hloubky zvětralého půdotvorného substrátu.

Nevýhodou vrtaných sond je to, že poskytují informace pouze z velmi omezeného prostoru a z odebraných vzorků nelze přesně posoudit všechny morfologické znaky, proto doporučujeme vykopat půdní sondu a půdní vrták použít pro získání doplňkových informací.





Popis stanoviště / Defining a Soil Characterization Site

ČASOVÁ NÁROČNOST: 30 minut

POMŮCKY: GPS, klinometr, metr, geologická mapa ČR, buzola, fotoaparát

K definování pedologického stanoviště potřebujete znát zeměpisné souřadnice, které určíte pomocí GPS. Nezapomeňte pojmenovat stanoviště specifickým názvem popř. i číselným kódem.

Pokud se vaše stanoviště nachází ve svahu, je potřeba zjistit klinometrem jeho sklon (návod na výrobu klinometru naleznete v oblasti Vegetační pokryv). K měření je potřeba dvou přibližně stejně vysokých studentů a jednoho pomocníka. První student se postaví s klinometrem níž po svahu, druhý výš, na hranu půdního profilu. První student se dívá skrz klinometr do očí druhého studenta. Pomocník odečte úhel sklonu svahu.

Pro určení a zaznamenání vegetačního pokryvu v okolí půdní sondy použijte klasifikaci MUC (postup pro správné určení typu vegetačního pokryvu s využitím klasifikačního systému naleznete v oblasti Vegetační pokryv, kapitola MUC).

Pracujte s geologickou mapou ČR*, abyste mohli správně určit, z jaké matečné horniny vznikla půda v okolí stanoviště.

Popis půdního profilu / Identifying and Measuring Horizons

Přesouváním jednotlivých pohyblivých složek se původně homogenní substrát rozčlenil v heterogenní vrstvy označované jako **půdní horizonty**. Posloupnost horizontů a jejich morfologické znaky (vyvinuté pod vlivem určitých geologických podmínek, podnebí, nadmořské výšky, původního porostu atd.) jsou základem pro klasifikaci půd, tj. pro určení jednotlivých **půdních typů** (černozem, hnědozem apod.).** Správné vyhodnocení půdního profilu vám může mnohé napovědět o podloží, ze kterého půda vznikla, a o procesech, které se na jejím vzniku podílely.

Mocnost jednotlivých horizontů se může značně lišit, od několika málo milimetrů až po několik metrů. Také rozhraní jednotlivých horizontů nemusí být vždy dobře patrné, v některém případě lze najít i hodně pozvolný přechod, který může mít mocnost větší než 10 cm.

* Geologickou mapu České republiky vydala Česká geologická služba www.geology.cz a můžete ji získat prostřednictvím internetového obchodu na: <http://nts5.cgu.cz/website/obchod/mob.pl>.

** Pozn.: Území České republiky se vyznačuje relativně velkou rozmanitostí stanovištních podmínek. Díky tomu se u nás vytvořilo velké množství půdních typů a přechodů mezi nimi. Jednotlivé půdní typy, používané odborníky v ČR, naleznete v Taxonomickém klasifikačním systému půd ČR (Němeček, J. a kol., Praha 2001), a také na www.klasifikace.pedologie.cz





V zásadě lze v půdním profilu rozlišit následující půdní horizonty:

POVRCHOVÉ HORIZONTY

O horizont nadložního humusu – obsah organické hmoty vyšší než 20 – 30 %, je tvořen organickými zbytky (např. opadem z rostlin), probíhá v něm nejaktivnější biologická činnost.

A povrchový organominerální horizont – obsah organické hmoty nižší než 20 – 30 %, organická hmota je smíšena s minerální částí půdy.

PODPOVRCHOVÉ HORIZONTY

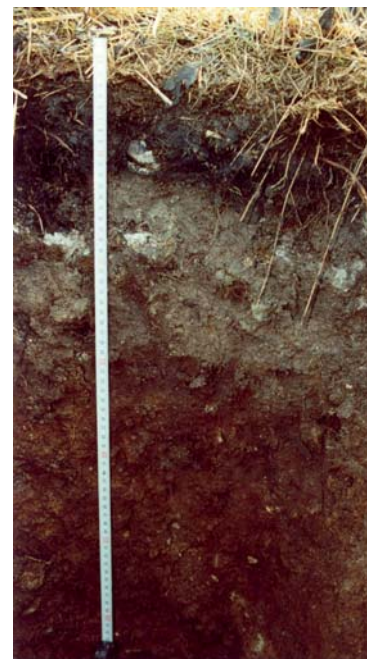
E minerální horizont – ochuzený horizont, je tvořen převážně částicemi písku a prachu, jílovité částice byly vyplaveny.

B minerální podpovrchový horizont – obohacený horizont, je tvořen zvětralinami a úlomky matečné horniny, obsahuje materiál z horizontu E.

C půdotvorný substrát – horizont málo ovlivněný půdotvornými procesy, vzniká z něj půda.

R matečná hornina – pevná hornina, ze které vzniká půdotvorný substrát.

Podzol (horský)



Černozem



Hnědozem



Rendzina





Popis půdního profilu

ČASOVÁ NÁROČNOST: 30 minut

POMŮCKY: metr nebo pásmo, značky na označení rozhraní horizontů (kolíčky, hřebíky apod.)

POSTUP: Přesný postup viz pracovní list.

U odkrytého půdního profilu si dobře všimněte znaků jako je barva, prokořenění či přítomnost skeletu (kamínků). Tato pozorování vám pomohou jednotlivé horizonty od sebe odlišit.

Do tabulky v pracovních listech můžete jako označení horizontu zapsat jen číslo (s mladšími studenty) nebo využít označení horizontů písmeny. Důležité je, abyste měli všechny horizonty označené a popsané.



Popis půdního profilu je nutné provádět co nejdříve po jeho odkrytí, případně je třeba si ho lopatkou očistit tak, abyste pozorovali vždy čerstvou vrstvu.



Odběr půdních vzorků

Půdní vzorky potřebujete odebrat pro další laboratorní měření – pH, půdní vlhkost, objemová a měrná hmotnost a zrnitostní rozbor.



Půdní vzorky je možné odebrat až po určení základních půdních znaků, avšak před určením přítomnosti uhličitánů. Ocet, který se pro určení přítomnosti uhličitánů používá, by zkreslil vaše další pozorování např. pH a vlhkosti půdy.

Rozlišujeme dva typy odběru půdních vzorků.

1. ODBĚR PORUŠENÝCH PŮDNÍCH VZORKŮ

POMŮCKY: lopatka, igelitové sáčky, permanentní popisovač, porcelánová třecí miska, síto s průměrem ok 2 mm



Odebrané vzorky skladujte v suché, dobře větrané místnosti. V co možná nejkratší době po odběru vzorky ze sáčků vyjměte, rozprostřete a rozmělněte větší hrudky, než zcela vyschnou a ztvrdnou.

POSTUP: Přesný postup odběru naleznete v pracovních listech.

Výchozím materiálem pro většinu laboratorních analýz je tzv. jemnozem. Získáte ji ze zeminy, kterou necháte vyschnout na vzduchu a následně ji rozmělníte v porcelánové třecí misce. Poté přesijete přes síto s průměrem ok 2 mm.

Jemnozem potřebujete pro měření pH, měrné hmotnosti a zrnitostního rozboru.



2. ODBĚR NEPORUŠENÝCH PŮDNÍCH VZORKŮ

POMŮCKY: Kopeckého válečky, víčka, gumičky, gumová palice, lopatka, permanentní popisovač, nůž

Kopeckého válečky: válečky o objemu 100 cm³ s víčkem, vyrobeny z nerezavějící oceli, spolu s nástavcem slouží k odběru neporušených půdních vzorků.



POSTUP: Přesný postup odběru naleznete v pracovních listech.

Neporušené půdní vzorky potřebujete pro měření objemové hmotnosti.

Informace o možnosti zakoupení naleznete na <http://globe.terezanet.cz/pomucky-k-programu.html>

Podku nemáte k dispozici Kopeckého válečky, můžete k odběru neporušených půdních vzorků použít jiné obdobné nádoby (např. plechovky). Poteřbujete si však vypočítat objem těchto nádob.

TIP

Objem vypočítáte pomocí vztahu:

$$V = h\pi r^2$$

h výška válečku
r vnitřní poloměr válečku



Základní půdní znaky / Soil Characterization Protocol

Základní půdní znaky zahrnují určení půdní struktury, barvy půdy, konzistence, zrnitosti, přítomnosti skeletu, vlhkostních poměrů, přítomnosti kořenů rostlin a uhlíčanů. Celé měření se provádí v terénu u půdní sondy nebo odkrytého půdního profilu. Základní půdní znaky se určují pro každý půdní horizont. Výsledky měření a pozorování se zadávají do databáze GLOBE pouze jednou. Je však vhodné půdní sondu využít pro pozorování a práci s dalšími skupinami studentů.

Před prací u profilu v terénu nacvičte se žáky určování základních znaků na půdních vzorcích, které si sami přinesou.

TIP



Určení základních půdních znaků

ČASOVÁ NÁROČNOST: 60 – 90 min pro určení všech základních půdních znaků v terénu

POMŮCKY PRO URČENÍ VŠECH ZÁKLADNÍCH PŮDNÍCH ZNAKŮ: lopatka, rozprašovač, barevná škála, papíry, průhledné desky, stříčka s octem

POSTUP: Přesný postup pro určení všech půdních znaků viz pracovní listy.

Půdní struktura / Soil Structure

Struktura půdy patří mezi nejvýznamnější fyzikální vlastnosti půdy, neboť podmiňuje velikost půdních pórů a tím ovlivňuje vodní a vzdušné poměry v půdě. Určuje rychlost infiltrace a zadržování vody v půdním profilu, brání ztrátám vody z povrchové vrstvy půdy apod., a také zajišťuje optimální růst a rozvoj kořenů rostlin.

Půdní struktura se vyvíjí současně s vývojem půdy za spoluúčasti mnoha faktorů, jež se dají rozdělit do tří skupin:

- **fyzikální** – procesy vysychání a zvlhčování, způsobují smršťování nebo bobtnání půdy, čímž vznikají pukliny a kanálky; mrznutí a tání vede ke vzniku puklin a drobných dutin v půdě; mechanické síly např. dopadající dešťové kapky;
- **chemické** – minerály (např. jílové), oxidy železa nebo kalcit slouží jako pojivo při tvorbě agregátů;
- **biologické** – kořeny zanechávají po odumření v půdě organickou hmotu a kanálky po jejím rozkladu; živočichové přemísťují částice, zanechávají v půdě exkrementy, budují chodbičky; půdní mikroorganismy rozkládají organické látky.

Jaké typy půd tedy podle struktury rozlišujeme?

Strukturální (agregátový) stav půdy je dán převládajícím tvarem a vzájemným uspořádáním agregátů, které se vytvářejí buď rozpadem z velkých hrud, nebo spojováním menších částic. U tohoto typu se alespoň část půdní hmoty rozpadá na strukturální prvky.

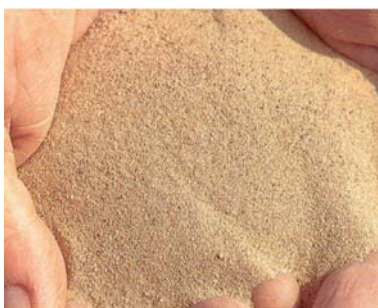


Základní typy struktury půdy:



Bezstrukturní typy půd:

- **elementární** – jednotlivé půdní částice nejsou spojeny v agregáty (lehké písčité půdy);
- **slité** – jednotlivé částice jsou stmeleny v souvislou masu (těžké jílovité půdy).



Konzistence / Soil Consistence

Konzistencí zemin se rozumí jednak **vzájemné poutání** půdních částic mezi sebou (koheze, soudržnost) a jednak **lepivost zeminy k cizím tělesům** (adheze, přilnavost). Konzistence závisí na zrnitosti, obsahu humusu, struktuře a vlhkosti půdy.

Konzistence se v praxi posuzuje dle stupně:

- lepivosti – nelepivá → silně lepivá;
- plasticity – neplastická → silně plastická;
- pevnosti – kyprá → velmi tuhá.

V programu GLOBE se posuzuje konzistence prstovou zkouškou (stlačením agregátu mezi palcem a ukazováčkem). Určuje se pouze stupeň pevnosti jednotlivých strukturních agregátů.

Do pracovních listů se zapisuje kategorie:

- kyprá;
- drobivá;
- tuhá;
- velmi tuhá.

Barva / Soil Color

Barva půdy a půdních horizontů je důležitou vlastností, která vypovídá o procesech probíhajících v půdě, zejména o pohybu vody v půdě, provzdušnění a o obsahu a kvalitě organické hmoty.

Barva půdy v povrchových horizontech je závislá především na obsahu a kvalitě organické hmoty. Organická hmota přeměněná na humus má barvu černou, rostlinné zbytky v různém stupni rozkladu mají barvu hnědou až hnědočernou.

V podpovrchových horizontech má zásadní vliv na barvu půdy zejména železo, a to v různém stupni oxidace, redukce nebo hydratace. Oxidované sloučeniny železa jsou rezivé, redukované a hydratované sloučeniny jsou šedé. Převládající barva sloučenin železa v půdě tedy souvisí s provzdušněním půdy a s jejím vodním režimem. Půdy dobře provzdušněné (např. na svazích) mívají horizont B (minerální horizont) zbarvený nejčastěji do hněda, zatímco půdy, kde se hromadí voda (pod svahem), mají horizont B zbarven do šeda. Bílá barva poukazuje na akumulaci solí nebo uhličitanu vápenatého.

Barvu půdy zjišťujeme dvěma způsoby.

- **Subjektivní způsob hodnocení** spočívá ve slovním hodnocení barvy nebo jejím přirovnání k některé jiné hmotě, charakteristické svojí barvou (čokoládově hnědá, cihlově červená apod.).
- **Objektivní způsob hodnocení** spočívá v porovnání barvy půdy s tzv. Munsellovou stupnicí. Pro tuto metodu se v programu GLOBE používají tabulky, které lze zapůjčit ve Sdružení TEREZA.



Určování barvy pomocí GLOBE tabulek

Můžete si společně s žáky vytvořit vlastní škálu barev půd z vytvořených omazů jednotlivých horizontů na bílý papír.

TIP

Barva se zjišťuje v terénu za přirozené vlhkosti. Pokud je půda suchá, ovlhčete ji vodou rozprašovače.

Jednotlivé půdní horizonty nemusí mít jednotnou barvu. Popisuje se proto jednak základní (dominantní, převládající) barva půdy a jednak barva vedlejší (subdominantní).



Novotvary

Kromě barvy půdy je možné hodnotit i přítomnost tzv. **novotvarů**, druhotných útvarů, které se v půdním profilu vytvořily během půdotvorných procesů. Od ostatní půdy v půdním profilu se liší svou barvou, složením a uspořádáním.

Podle půdotvorného procesu, při kterém novotvary vznikly, je můžeme rozdělit na:

- novotvary vzniklé **akumulací uhličitanu vápenatého** – jedná se o různé bílé povlaky na strukturních agregátech, bílé žilky vznikající vyplněním pórů, ztvrdlé bílé pecky – tzv. *cícváry* apod.;
- novotvary vzniklé **přemístěním oxidu železitého** – rezivohnědé povlaky na půdních částicích (např. *ortštejn* – železitý stmeleneč);



Cícváry – vzniklé akumulací a vysrážením karbonátu *Ortštejn*

- novotvary vzniklé vlivem **dlouhodobého převlhčení** – červenohnědé železitomanganičité pecky, šedé nebo rezavé skvrny a povlaky, mramorování;
- novotvary vzniklé **biologickou činností** – kanálky po kořenech rostlin, chodby po živočiších (např. *krotoviny* – chodby po krtcích zaplněné půdním materiálem, často jiných horizontů), exkrementy žížal apod.



Krotoviny – výměšky žížal



Krotoviny – vyplněné chodbičky po krtcích

Zrnitost / Soil Texture

Zrnitost udává velikost a poměrné zastoupení jednotlivých půdních částic. Patří mezi základní charakteristické znaky půd, ovlivňuje zejména fyzikální vlastnosti – strukturu a konzistenci půdy.

Tabulka 1: Třídění půdních částic podle velikosti

Název	Průměr částic [mm]
jíl	< 0,002
jemný prach	0,002 – 0,01
prach	0,01 – 0,05
práškovitý písek	0,05 – 0,1
písek	0,1 – 2,0
skelet	> 2,0

V terénu odhadujeme zrnitost hmatovou zkouškou. Rozlišujeme **půdní druhy** písčité, hlinité, jílovité a přechody mezi nimi. Určení půdního druhu v terénu je pouze orientační, přesné určení je možné až na základě výsledků laboratorních rozborů prováděných na vzorcích jemnozeme (viz kapitola Zrnitostní rozbor).

Přítomnost skeletu / Measuring Rocks

Mezi skelet se řadí všechny částice větší než 2 mm, tj. takové, které nejsou zahrnovány do určování zrnitosti půdy. Skelet zpravidla tvoří hrubý písek, štěrk a kamení.

Tabulka 3:

Skeletovitost v objemových procentech

Skeletovitost	% objemu
žádná	< 5
slabá	5 – 25
střední	25 – 50
silná	50 – 75
velmi silná	> 75

Tabulka 2:

Třídění skeletu podle velikosti

Název	Průměr částic [mm]
hrubý písek	2 – 4
štěrk	4 – 30
kamení	> 30

Větší množství skeletu zpravidla nalezneme ve spodních horizontech, v místech zvětralého půdotvorného substrátu. Směrem k povrchu skeletu půdy ubývá. Obsah skeletu má vliv na pohyb vody tepla a vzduchu v půdě, a také na růst kořenů.



Vlhkostní poměry / Soil Moisture

Vlhkostí půdy se rozumí momentální obsah vody v půdě. Závisí především na srážkách a výšce hladiny podzemní vody. V terénu se projevuje pocitem, který zemina vyvolává při dotyku. Běžně se používá pětistupňová základní stupnice: půda vyprahlá, suchá, vlahá, vlhká, mokrá.

V programu GLOBE se určují pouze tři kategorie:

- **suchá** – nevyvolává na dlani pocit chladu;
- **vlhká** – vyvolává pocit chladu, ovlhčuje dlaň;
- **mokrá** – vodou přesycená zemina.

Přesné určení množství vody v půdě se provádí v laboratoři gravimetricky, tj. vážením mokrého a suchého vzorku půdy (viz kapitola Půdní vlhkost)

Přítomnost kořenů / Measuring Roots

Rozšíření kořenů v půdě závisí na složení, teplotě, vlhkosti a mocnosti jednotlivých horizontů. V rámci tohoto měření je vhodné se studenty zopakovat učivo o kořenovém systému jednoděložných rostlin (svazčitý systém kořenů) a dvouděložných rostlin (systém hlavního kořene). Studenti mohou vyhledat rostliny mělce a hluboce kořenící. Je dobré mít však na paměti, že stejný rostlinný druh může na různých místech kořenit různě hluboko, což závisí na dostupnosti vody a živin. Většina kořenů se však nachází v horních vrstvách půdy a směrem do hloubky jejich počet ubývá.

Stanovení se provádí subjektivním posouzením. Určuje se, zda je kořenů:

- **hodně;**
- **málo;**
- **nejsou přítomny žádné.**

Přítomnost uhličitánů / Measuring Free Carbonates

Uhličitany v půdě jsou představovány zejména uhličitánem vápenatým (CaCO_3). Odhad jejich obsahu se provádí podle intenzity a doby trvání šumění zeminy s 10% kyselinou chlorovodíkovou (HCl).



Před určením přítomnosti uhličitánů odeberte půdní vzorky pro další měření.



Pro stanovení přítomnosti uhličitánů používáme v GLOBE místo kyseliny chlorovodíkové ocet. Ocet ze stříčky stříkáte od spodního horizontu směrem nahoru. Do tabulky zapisujete, zda je obsah uhličitánů:

- vysoký
- nízký
- žádný

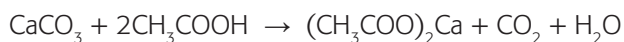
Přítomnost uhličitánů v půdním profilu indikují také tzv. novotvary v podobě bílých povlaků půdních částic (viz kapitola Barva půdy).

Toto měření vyžaduje určitou praxi, doporučujeme si ho proto před provedením se studenty vyzkoušet na přineseném vzorku půdy. Pokud máte možnost použít zředěnou HCl, vyzkoušejte si stanovení s oběma látkami – šumění s HCl bude silnější.



Do protokolu запиšte pouze výsledky pozorování provedeného s octem.

Reakci octa a uhličitánu vápenatého můžeme vyjádřit rovnicí:



Pokud jsou ve vašem okolí půdy spíše kyselejší (většina území ČR), můžete studentům šumění demonstrovat na vzorku půdy, do kterého přimícháte rozemletý vápenec.

TIP

pH půdy / Soil pH



PEDOLOGIE

Půdní reakce neboli pH půdy je jednou z nejdůležitějších chemických vlastností půdy, neboť ovlivňuje mnoho chemických a biologických procesů v půdě, např. zvětrávací procesy, dostupnost iontů minerálních solí pro výživu rostlin, aktivitu půdních organismů a tvorbu humusu. pH označuje záporný dekadický logaritmus koncentrace aktivních iontů H^+ [$pH = -\log(c(H_3O^+))$]. Termín pH pochází z francouzského „pouvoir hydrogène“, tj. síla vodíku. Za neutrální se považuje roztok, v našem případě půda, o pH 7. Půdy s nižším pH jsou kyselé, obsahují více iontů H^+ , půdy s vyšším pH jsou zásadité, obsahují méně iontů H^+ než roztok neutrální.



pH půdy

ČASOVÁ NÁROČNOST: 30 min

POMŮCKY: jemnozem, destilovaná voda, pH-metr, kádinka, odměrný válec, lžička, váhy

POSTUP: Přesný postup měření viz pracovní list.

Před měřením je potřeba pH-metr nejprve zkalibrovat, postup naleznete v oblasti Hydrologie.

Při měření pH je doporučený poměr suspenze vody a půdy 2:1. U organických horizontů pracujte s poměrem vody a půdy 10:1.



Půda jako pufr

Pro tuto aktivitu je vhodné odebrat půdní vzorky v různých lokalitách a vzájemně je porovnat. Optimální hodnota pH pro většinu procesů probíhajících v půdě je 5 – 7,5. Většina půd má však tendenci se okyselovat, a to v důsledku neustálého přísunu iontů H^+ do půdního prostředí. Kromě přirozených způsobů (např. aktivita půdních mikroorganismů, vylučování kyselin kořeny rostlin či zvětrávání kyselých hornin), existují antropogenní příčiny acidifikace (zejména kyselé *atmosférické depozice*), které vznikají v důsledku emisí velkého množství SO_2 a NO_x do ovzduší. Tyto sloučeniny reagují se vzdušnou vlhkostí za vzniku kyseliny sírové a kyseliny dusičné a v podobě kyselého deště dopadají na zem, kde snižují pH půdy. V tomto případě se pH srážek pohybuje pod přirozenou hodnotou 5,6.

Půda je schopna výkyvům půdní reakce do jisté míry čelit, neboť se chová jako pufr. Vedle množství depozice rozhodují o stupni okyselení i vlastnosti půdy, zejména množství zásaditých (bazických) kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), jejichž zdrojem je zvětrávající matečná hornina. Čím více je v půdách bazických kationtů, tím jsou odolnější, protože mohou déle neutralizovat kyselý přísun z atmosféry. Jakmile se však pufrací kapacita vyčerpá, klesá pH a s ním dochází k úhynu rostlin a dalších organismů žijících v půdě.



ČASOVÁ NÁROČNOST: 30 min

POMŮCKY: ocet, destilovaná voda, octan sodný, jedlá soda, kádinky, odměrný válec, pH-metr, váhy, pipeta

POSTUP: Přesný postup měření viz pracovní list.

V pokusu si studenti ověří chování pufru a čisté vody a rozdíl mezi jednotlivými půdními vzorky. Zatímco pH vody výrazně klesne hned po prvních kapkách přidaného octa, pH pufru a půdy se určitou dobu drží na stejné hodnotě a teprve potom mírně klesne.

Doporučujeme z naměřených hodnot sestavit graf.

TIP

Interpretace dat

Jak již bylo řečeno, pH je jednou z nejdůležitějších chemických vlastností půdy. Záleží především na mateční hornině. Rozhodující vliv na pH má také obsahu uhličitánů. Půdy s jejich vysokým obsahem mají zásadité pH, tedy vyšší než 7.

Všeobecně lze říci, že pH jednotlivých horizontů se příliš nemění. Je to především proto, že změna pH o jeden stupeň znamená desetinásobný rozdíl obsahu iontů. Někdy však může dojít i k větším výkyvům pH mezi horizonty. To může být způsobeno například lidskou činností nebo nanesením materiálu na svrchní horizont. Tyto rozdíly hodnot pH mohou žákům pomoci odhalit „historii“ půdy v jejich okolí. Mohou se také pokusit odhadnout, zda a jak se bude pH měnit v půdním profilu od shora dolů.

Teplota půdy / Soil Temperature



PEDOLOGIE

Na teplotě půdy závisí intenzita všech chemických a biologických procesů v půdě. S klesající teplotou se snižují mikrobiální procesy, životní aktivita půdních živočichů i růst rostlin. Primárním zdrojem energie pro ohřev půdy je sluneční záření. Teplotu také nepatrně zvyšují procesy rozkladu vyvolané půdními organizmy.

Absorpci sluneční energie půdou ovlivňuje řada faktorů – zeměpisná poloha, nadmořská výška, sklon terénu, expozice, vegetace, vlhkost a barva půdy. Obecně platí, že tmavé půdy pohlcují více energie a snáze se tedy zahřívají než půdy světlé, a že suché půdy se zahřívají rychleji než půdy vlhké.

Teplota půdy v jednotlivých hloubkách také závisí na schopnosti jednotlivých půdních profilů vést teplo. Tuto tzv. tepelnou vodivost ovlivňuje především druh půdy, její struktura a vlhkost.



ČASOVÁ NÁROČNOST: 10 min

POMŮCKY: půdní teploměr, 10 cm hřebík, permanentní popisovač

POSTUP: Přesný postup měření viz pracovní list.

Teplotu půdy měříme do vzdálenosti 10 m od meteorologické budky na nezastíněném místě s přirozeným vegetačním pokryvem. Měření provádíme půdním teploměrem v hloubkách 5 a 10 cm pravidelně ve stejný čas (v rozmezí hodinu před a hodinu po solárním poledni, určení solárního poledne je vysvětleno v oblasti Meteorologie), a to jednou denně nebo jednou týdně v průběhu celého roku. Každé tři měsíce navíc provádíme speciální dvoudenní měření, kdy teplotu zjišťujeme každé 2 – 3 hodiny ve dvou po sobě následujících dnech. Je důležité získat hodnoty z alespoň pěti měření za jeden den. Každé měření provádíme třikrát, vždy na novém neporušeném místě do vzdálenosti 10 cm od místa předchozího měření.

Teplotu půdy doporučujeme porovnávat s teplotami vzduchu (zvláště při dvoudenním měření). Vhodné je zanést naměřené hodnoty do grafů a výsledky porovnat.

TIP

Teplota půdy kolísá méně než teplota vzduchu. Zatímco vzduch dosahuje maximální teploty kolem druhé hodiny odpolední, půda se ohřívá na maximum později a později také chladne. Rozdíl zaznamenáte také mezi teplotou v různých hloubkách – v průběhu dne i celého roku více kolísá teplota svrchních vrstev půdy než vrstev spodních.



Jak ovlivňuje vegetační pokryv teplotu půdy?

Nalezněte dvě stanoviště (vhodné je, aby se nacházela blízko sebe), jedno s přirozeným vegetačním pokryvem, druhé bez pokryvu. Provádějte měření denního průběhu teplot v hloubce 5 cm, výsledky zaneste do grafů a porovnejte je. Nechte žáky odhadnout, jaký vliv může mít vegetace na teplotu půdy.

Uzavřený rostlinný pokryv reguluje pohyby tepla v půdě. Zabraňuje jak velkému zahřátí, tak příliš vysokému výdeji tepla z půdy. Proto budou tepelné výkyvy na stanovišti s vegetačním pokryvem menší než na stanovišti bez pokryvu.



Půdní vlhkost / Gravimetric Soil Moisture Protocol

Obsah vody v půdě je zásadní parametr ovlivňující růst rostlin. Aktuální zásoba vody v půdě závisí především na srážkách a výšce hladiny podzemní vody. Voda se vyskytuje v půdě ve formě kapalné a ve formě vodní páry, je vázána na povrchu půdních částic.

Množství vody, které půda může zadržet, závisí na celkové **pórovitosti**. Pórovitost půdy je fyzikální vlastnost půdy vyjadřující objem všech prostor mezi pevnými částicemi. Podmiňuje nejen obsah vzduchu v půdě, ale také jeho složení, neboť rozhodujícím způsobem ovlivňuje difúzní výměnu CO₂ z půdního vzduchu do vzduchu atmosférického.

I u dočasně zcela zaplavených půd nebo u vrstev půd pod hladinou podzemní vody se vyskytují zadržené bublinky půdního vzduchu. Vzhledem k tomu, že pórovitost půdy je obvykle 40 – 60 %, maximální obsah vody v půdě se může blížit 40 – 60 % objemu půdy. Po nasycení půdy vodou, např. po silném dešti, se nejprve vyprazdňují velké póry, až se obsah vody v půdě sníží na množství nazývané **polní vodní kapacita** (obsah vody v půdě po ztrátě vody gravitací). Tehdy téměř ustává pohyb vody v půdním profilu směrem dolů způsobovaný gravitací, a voda zaujímá 10 – 55 % objemu půdy. Evaporací (výparem) a transpirací (dýcháním) rostlin se obsah vody dále snižuje, až klesne na hodnotu 5 – 35 % objemu půdy. V tomto bodě přestává být voda přístupná pro rostliny, které vadnou. Další evaporací se obsah vody může snížit téměř na nulu, půda je tzv. na vzduchu suchá.



Půdní vlhkost

ČASOVÁ NÁROČNOST: 60 – 90 min

POMŮCKY: plechovky nebo igelitové sáčky na odběr půdních vzorků, permanentní popisovač, lopatka, váhy s přesností 0,1 g, sušárna popřípadě mikrovlnná trouba



Před odběrem půdních vzorků je třeba zvážit plechovky, do kterých budete vzorky odebírat. Každou plechovku označte permanentním popisovačem a její hmotnost zapište do pracovního listu.

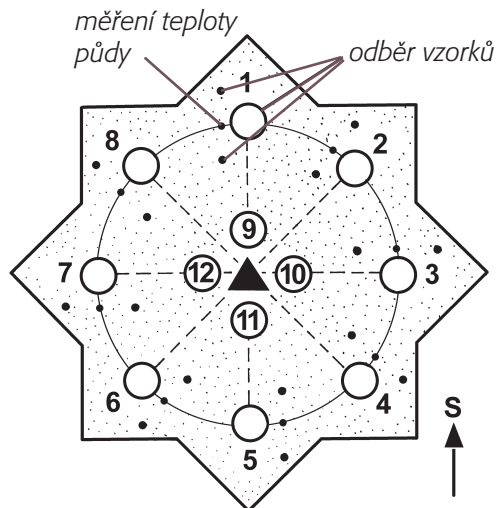
Vlhkost půdy se stanovuje na porušeném půdním vzorku celkem 12krát, a to buď jednou denně, týdně či v měsíčních intervalech. Pokud si vyberete měření jednou denně v průběhu 12ti po sobě jdoucích dnů, je vhodné měřit koncem dubna nebo začátkem října. Tyto termíny jsou udány z důvodu průkaznějšího porovnávání dat v GLOBE databázi.

Místo pro odběr vzorků k určení půdní vlhkosti není přesně dáno, doporučujeme však vzorky odebírat v **blízkosti meteorologické budky**, tj. v blízkosti místa, kde se zároveň měří množství srážek.

POSTUP V TERÉNU:

Odběr vzorků ve hvězdici / Star Pattern Soil Moisture Protocol:

Nejprve vytyčte hvězdici podle obrázku; čísla 1 – 12 odpovídají místům odběru vzorků. Z každého místa odběru získáte šest vzorků: celkem ze třech míst vzdálených od sebe 25 cm, vždy z hloubky 0 – 5 cm a 8 – 12 cm.



Pokud máte k dispozici půdní vrták, odebírejte vzorky také ve hvězdici (vždy z míst označených 1 – 12), avšak z hloubek 5, 10, 30, 60, 90 cm. Z každého odběru tedy získáte 5 vzorků.



Společně s odběrem půdních vzorků proveďte měření půdní teploty ve vzdálenosti 25 cm od každého místa odběru (viz kapitola Teplota půdy).

POSTUP V LABORATOŘI:

Půdní vlhkost zjišťujeme gravimetricky, tj. vážením – porovnáme hmotnost čerstvě odebraného a vysušeného vzorku.

Pokud nemáte k dispozici sušárnu, je možné použít mikrovlnnou troubu. Nastavte ji na cca 700 W a vzorky sušte přibližně 10 min až do konstantní hmotnosti. Dobu a způsob sušení půdních vzorků je třeba uvést v pracovních listech.

TIP

V tabulce v pracovním listě jsou uvedeny anglické pojmy, které odpovídají zadávání dat do databáze a také vzorečky, podle kterých studenti mohou vypočítat obsah vody v půdě. Pokud pracujete se staršími studenty, nechte je tabulku pro zaznamenání průběhu pokusu i s výpočty navrhnout.

Obsah vody v půdě se obvykle pohybuje v rozmezí 0,05 – 0,5 g/g (gramy vody na gram suchého vzorku).

K čemu využívají vědci data o půdní vlhkosti?

Data o půdní vlhkosti objasňují vědcům jaký vliv má množství dešťových a sněhových srážek na vzestup hladiny vody v potocích a řekách. Kompletní data o vlhkosti půdy z celých půdních profilů pomáhají předpovídat nejen povodně, ale i velká sucha nebo určovat optimální dobu sklizně. Půdní vlhkost ovlivňuje roční cykly růstu rostlin, proto jsou údaje o půdní vlhkosti důležité i pro fenology.

Objemová hmotnost / Bulk Density Protocol

Objemová hmotnost udává hmotnost jednotkového objemu půdy v jeho přirozeném uložení. Zahrnuje tedy jak **pevné částice**, tak **póry** (vyplněné vodou a vzduchem).

Těžší půdy, tedy hlinité a jílovité, mají větší povrch částic, na kterých ulpívá voda. Tyto půdy mají vyšší pórovitost a nižší objemovou hmotnost.

Lehčí písčité půdy mají menší povrch částic, proto mají nižší pórovitost a vyšší objemovou hmotnost.



Objemová hmotnost

ČASOVÁ NÁROČNOST: 45 – 90 min

POMŮCKY: Kopeckého válečky, palice, lopatka, permanentní popisovač, nůž, igelitové sáčky, váhy s přesností 0,1 g, sušárna nebo mikrovlnná trouba, síto s průměrem ok 2 mm, 100 ml odměrný válec

POSTUP V TERÉNU:

Pro stanovení objemové hmotnosti je třeba odebrat neporušené půdní vzorky do Kopeckého válečků (viz kapitola Odběr vzorků).

Objemová hmotnost se stanovuje 3krát pro každý půdní horizont.

POSTUP V LABORATOŘI:

K výpočtu objemové hmotnosti potřebujete znát:

Hmotnost skeletu – vysušený půdní vzorek přesijete přes síto s průměrem ok 2 mm. Skelet, který neprošel sítím zvážíte.

Objem skeletu – do válce o známém objemu vody nasypete skelet a odečtete objem.

Výslednou objemovou hmotnost vypočítáte ze vztahu:

$$\frac{\text{hmotnost suché půdy g} - \text{hmotnost skeletu g}}{\text{objem půdy cm}^3 - \text{objem skeletu cm}^3}$$

V tabulce v pracovním listě jsou uvedeny anglické pojmy, které odpovídají zadávání dat do databáze a také vzorečky, podle kterých studenti mohou vypočítat objemovou hmotnost. Pokud pracujete se staršími studenty, nechte je tabulku pro zaznamenání průběhu pokusu i s výpočty navrhnout.

O čem data vypovídají?

Objemová hmotnost minerálních půd kolísá mezi 0,8 – 1,8 g/cm³, u organických půd většinou mezi 0,2 – 0,5 g/cm³. Pokud je hodnota objemové hmotnosti menší než 1,0 g/cm³ může to poukazovat na vysoký podíl organické hmoty v půdě. Vysoký podíl humusu mají obvykle povrchové horizonty. V případě, že se hodnota objemové hmotnosti blíží hodnotě 2,0 g/cm³, jedná se o těžké, často stlačené půdy (např. lidskou chůzí nebo mechanizací). Jestliže hodnota objemové hmotnosti neodpovídá základním půdním znakům horizontu (např. struktura, zrnitosti, přítomnosti kořenů apod.), může se jednat o chybu v měření. V případě pochybností či nejasností proveďte měření ještě jednou.



Měrná hmotnost / / Soil Particle Density Protocol



PEDOLOGIE

Měrná hmotnost (hustota) půdy představuje hmotnost jednotkového objemu pevné složky půdy. Závisí především na mineralogickém složení a obsahu organické hmoty. Narozdíl od objemové hmotnosti není ovlivněna pórovitostí, tj. objem pórů se do měrné hmotnosti nezapočítává.

Měrná hmotnost vypovídá o různých typech materiálů obsažených v půdě. Vysoká měrná hmotnost ukazuje na obsah těžkých anorganických částic. Nízká hodnota měrné hmotnosti dokládá přítomnost lehkých organických složek.

Průměrná měrná hmotnost našich minerálních půd se pohybuje kolem 2,6 – 2,7 g/cm³, u organických půd klesá až pod 1,5 g/cm³.



Měrná hmotnost

ČASOVÁ NÁROČNOST: 60 – 90 min, po 24 h 10 min

POMŮCKY: jemnozem, váhy s přesností 0,1 g, destilovaná voda, nálevka, stříčka, kleště, tři 100 ml Erlenmayerovy baňky, teploměr, vařič

POSTUP: Stanovení měrné hmotnosti půdy se provádí 3krát pro každý půdní horizont. Použijte vzorky jemnozeme, které jste připravili v předchozím protokolu Objemová hmotnost půdy.

Vzorek jemnozeme vaříte s vodou proto, aby z půdy unikl všechen vzduch.

K výpočtu měrné hmotnosti (hustoty půdy) potřebujete znát:

Hmotnost půdy – pracujete se vzorkem o hmotnosti 25 g.

Objemu půdy – odečtete od známého objemu Erlenmayerovy baňky (100 ml) objem vody, který vypočítáte ze vztahu $V = m/\rho$, kde m je hmotnost vody, ρ je hustota vody při dané teplotě (studenti hustotu dohledají v matematicko-fyzikálních tabulkách nebo na internetu).

Výslednou měrnou hmotnost vypočítáte ze vztahu:

$$\frac{\text{hmotnost půdy g}}{\text{objem půdy ml}}$$

V tabulce v pracovním listě jsou uvedeny anglické pojmy, které odpovídají zadávání dat do databáze a také vzorečky, podle kterých studenti mohou vypočítat měrnou hmotnost. Pokud pracujete se staršími studenty, nechte je tabulku pro zaznamenání průběhu pokusu i s výpočty navrhnout.

K čemu využívají data vědci?

Vědci mohou na základě znalostí dat o měrné hmotnosti, objemové hmotnosti a pórovitosti lépe porozumět chování půdy, předpovídat podvodně, ověřovat hypotézy o vhodnosti půd pro život různých organismů. Umožňují jim lépe rozhodovat o využití půdy pro lidskou činnost.



Zrnitostní rozbor / Particle Size Distribution Protocol

Zrnitost půdy jste již určovali v terénu v rámci základních půdních znaků. Na základě hmatové zkoušky jste rozlišili, zda se jednalo o půdní druh písčítý, hlinitý nebo jílovitý.

Výsledkem zrnitostního rozboru, který provedete podle následujícího protokolu, budou údaje o procentuálním zastoupení jednotlivých půdních částic. Na základě těchto údajů stanovíte přesný půdní druh.

Princip úlohy je založen na různě dlouhé době usazování půdních částic v suspenzi. Pokud dojde k promísení suspenze vody a půdy, kterou poté necháme stát v klidu, po prvních dvou minutách se již usadí písčité, tedy nejtěžší částice. Po 24 hodinách se usadí i prachové částice, avšak jílovité zůstanou i nadále rozpuštěné v suspenzi.



Před samotným provedením protokolu doporučujeme podle věku studentů, procvičit některé aktivity.

- Nasypete do 1/3 výšky zavařovací sklenice vzorek půdy.
- Naplňte sklenici vodou.
- Uzavřete víčkem, protřepejte suspenzi.
- Postavte sklenici na stůl, pozorujte usazování suspenze.
- Diskutujte se studenty o tom, co může mít vliv na usazování, jak rychle se budou částice usazovat apod.
- Určete se studenty zrnitost hmatovou zkouškou (viz kapitola Základní půdní znaky).
- Věnujte se i nácviku práce s hustoměrem, pokud se žáci s touto pomůckou zatím nesetkali.



Zrnitostní rozbor

ČASOVÁ NÁROČNOST: 3 x 45 min ve třech po sobě jdoucích dnech

POMŮCKY: jemnozem, váhy s přesností 0,1 g, odměrný válec 100 a 500 ml, víčko, kádinka 250 ml, destilovaná voda, dispergační roztok (hexametrafosfát sodný*), skleněná tyčinka, teploměr, hustoměr, pravítko nebo metr

POSTUP: Pro přesné určení typu zkoumaného půdního vzorku můžete zadat hodnoty do databáze. Typ půdy se z těchto hodnot vygeneruje.



Zrnitostní rozbor provádíme 3krát pro každý půdní horizont.

* Místo hexametrafosfátu sodného je možné použít Calgon, který používají např. geologové viz: www.sci.muni.cz/~sulovsky/Vyuka/Lab_metody/Metody1.pdf



K výsledku však můžete dojít sami se studenty na základě výpočtu a následné práce s trojúhelníkovým grafem.



Stanovení půdního druhu výpočtem

POMŮCKY: trojúhelníkový diagram, pravítko, vyplněný záznamový list s údaji o hustotě a teplotě suspenze.

POSTUP:

- Nakopírujte pro žáky trojúhelníkový diagram a převodní tabulku.
- Vypočítejte procentuální obsah jednotlivých částic půdy postupným dosazováním do tabulek v pracovním listě.
- Přiložte pravítko postupně k jednotlivým stranám trojúhelníkového diagramu. Vyznačte čáry odpovídající procentuálnímu zastoupení půdních částic.
- Odečtěte typ půdy, který určuje průsečík všech tří přímk.

V pracovních listech je podrobný popis výpočtu procentuelního zastoupení jednotlivých půdních částic ve vzorku.

Pro lepší názornost uvádíme celý modelový příklad.

Ukázka vyplněné tabulky:

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

Výpočet procentuelního zastoupení písku ve vzorku (velká písmena odpovídají označení v pracovních listech):

- C Odečet z převodní tabulky: hustota 1,0125 g/cm³ odpovídá 16,5 g (C) prachu a jílu v 1 litru suspenze.
- D Korekce teploty: $0,36 \times (21 - 20) = 0,36$ (D)
- E Hmotnost prachu a jílu: $16,5 + 0,36 = 16,86$ g/l (E)
- F Hmotnost prachu a jílu v 500 ml objemu: $16,86 \times 0,5 = 8,4$ g (F)
- G Hmotnost písku: $25 - 8,4 = 16,6$ g (G)
- H Procentuelní obsah písku: $16,6/25 \times 100 = 66,4$ % (H)

Výpočet procentuelního zastoupení jílu ve vzorku (údaje z tabulky po 24hodinách usazování suspenze):

- K Odečet z převodní tabulky: hustota 1,0089 g/cm³ odpovídá 10,5 g (K) jílu v 1 litru suspenze.
- L Korekce teploty: $0,36 \times (20 - 19,5) = 0,18$ (L)
- M Hmotnost jílu: $10,5 \times 0,18 = 10,32$ g/l (M)
- N Hmotnost jílu v 500 ml objemu: $10,32 \times 0,5 = 5,2$ g (N)
- O Procentuelní obsah jílu: $5,2/25 \times 100 = 20,8$ % (O)

Výpočet procentuelního zastoupení prachu ve vzorku:

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

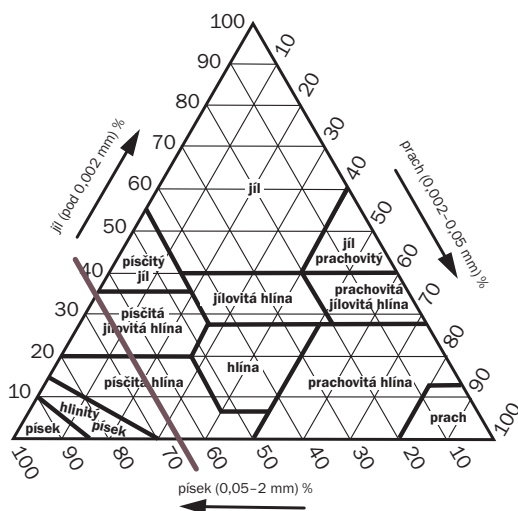


Výsledek:

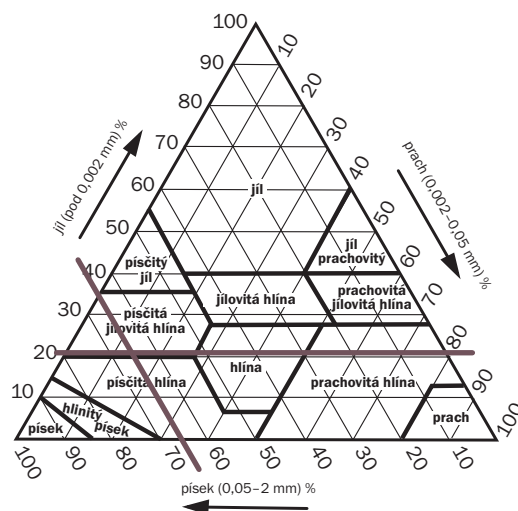
Písek	Jíl	Prach
66,4 %	20,8 %	12,8 %

Dále budete pracovat s trojúhelníkovým diagramem. Postupně vynesete přímky odpovídající procentuálnímu zastoupení jednotlivých složek. V jejich průsečíku naleznete odpovídající typ vašeho půdního vzorku.

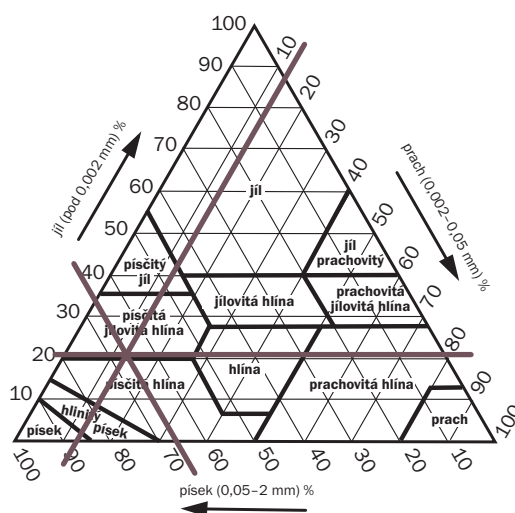
- Vyneste do diagramu přímku odpovídající 66,4 % obsahu písku:



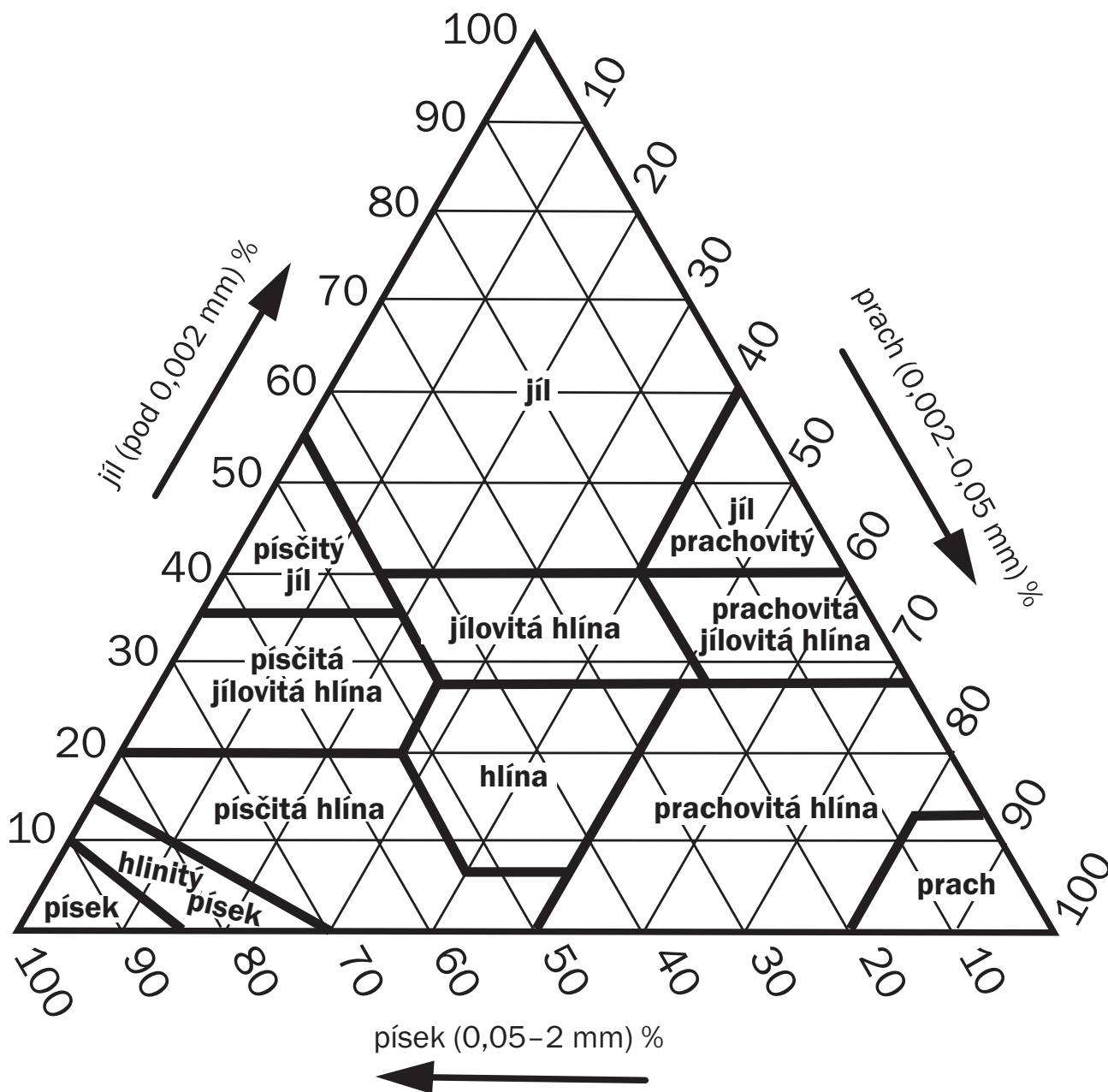
- Vyneste do diagramu přímku odpovídající 20,8 % obsahu jílu:



- Vyneste do diagramu přímku odpovídající 12,8 % obsahu prachu:



- Průsečík přímek označuje výsledný typ půdy: **písčité jílovité hlíny**.



PŘEVODNÍ TABULKA

hustota [g/ml]	obsah půdy v suspenzi [g/l]	hustota [g/ml]	obsah půdy v suspenzi [g/l]	hustota [g/ml]	obsah půdy v suspenzi [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



Jak rychle se usazují jednotlivé částice?

V přírodních podmínkách jsou částice půdy unášeny vodou, která protéká půdním profilem. Rychlost pohybu částic závisí na mnoha faktorech. Se studenty v laboratoři můžete pozorovat u různých půdních vzorků usazování částic ve skleněných válcích.

Za použití Stokesova zákona* lze vypočítat rychlost usazování různých částic.

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

v – rychlost usazování cm/s

k – konstanta, závisí na rozpouštědle, ve kterém se usazují částice, hustotě částic a teplotě. Pro suspenzi vody a půdy o teplotě 20 °C má hodnotu 8 900 cm⁻¹.s⁻¹

d – velikost částic v centimetrech

písek: 0,2 cm – 0,005 cm

prach: 0,005 cm – 0,0002 cm

jíl: < 0,0002 cm

Ukázka příkladu:

Spočítejte rychlost usazování písčitých částic o velikosti 0,1 mm ve válci o objemu 500 ml. Výška vodního sloupce v odměrném válci je 27 cm.

- Převedte velikost částic na centimetry: 0,1 mm = 0,01 cm
- Spočítejte rychlost usazování dosazením do vzorečku: $v = 8900 \times (0,01)^2 = 0,89$ cm/s
- Vydělte výšku vodního sloupce vypočítanou rychlostí: $27/0,89 = 30,33$ s

Výsledek: Částice písku o velikosti 0,01 cm se budou v suspenzi vody a půdy usazovat ve válci o objemu 500 ml a výšce vodního sloupce 27 cm 30 s.

* Stokesův zákon vyjadřuje vztah pro rychlost sedimentace kulovité částice v gravitačním poli.



Infiltrace/ Water Infiltration Protocol

Voda se v půdě neustále pohybuje, ať už uvnitř půdních pórů, tak evapotranspirací z půdy do atmosféry. Rychlost vodního toku je závislá na schopnosti půdy propouštět či zadržovat vodu, je tedy spjata s velikostním zastoupením pórů, tj. se strukturou a texturou půdy.

Rychlost infiltrace se mění v závislosti na tom, jak se půdní póry plní vodou. Prakticky se zmenšuje tak jak se zvětšuje nasycenost půdy vodou. Při delším trvání deště nebo při několika deštích následujících v krátkém časovém rozmezí za sebou může dojít k plné nasycenosti půdy a potom je infiltrace nulová. Důsledkem je okamžitý odtok všech dešťových vod spadlých na povrch, při kterém může dojít nejenom k tvorbě silné eroze, ale i k vytvoření povodňového stavu.

Skutečnou míru infiltrace (vsaku vody do půdy) udává intenzita infiltrace. Zjišťuje se z poklesu hladiny vody o jistou výšku během přesně změřeného časového úseku.

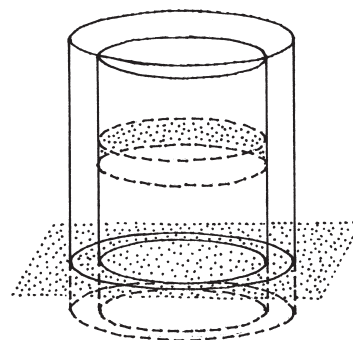
Výroba pomůcek

INFILTROMETR

POMŮCKY: plechovka o průměru 10 – 20 cm, plechovka o průměru 15 – 25 cm, otvůrka na konzervy nebo nůžky na plech, permanentní popisovač nebo voděodolná barva

POSTUP:

- Plechovkám odřízněte dno i víko.
- Na vnitřní straně menší plechovky zakreslete po obvodu značku ve vzdálenosti 9 cm od dna.
- Druhou značku zakreslete 2 – 4 cm nad značku první.



Infiltrace

ČASOVÁ NÁROČNOST: 45 min

POMŮCKY: dvouválcový infiltrometr, přívod vody, případně plastové lahve naplněné vodou (minimálně 8 l), 2 nálevky (nebo plastové lahve s odříznutým dnem), pravítko, dřevěná deska, palice, nůž, zahradnické nůžky, plechovky na odběr půdních vzorků, víčka, permanentní popisovač, lopatka

Infiltrace se v GLOBE stanovuje 3 – 4krát ročně v místě měření půdní vlhkosti. Odeberte vzorky půdy ke stanovení půdní vlhkosti a poté v místě vzdáleném 2 – 5 m proveďte měření infiltrace.

Měření infiltrace není povinným měřením v GLOBE, je to však jednoduché měření, které doporučujeme provádět. Pracovní postup viz pracovní list.



- adheze** – přilnavost, schopnost materiálů (především dvou rozdílných materiálů) spolu přilnout.
- agregát** – jednotka půdního uspořádání, která vzniká shlukováním elementárních zrn. Za vnikem stojí vlivy chemické, fyzikální i biotické. Nejčastějším důvodem vzniku půdních agregátů je koloidizace, při které je nutná přítomnost určitého množství karbonátů. Půdní agregáty mohou vznikat i činností člověka např. orbou či vláčením.
- atmosférická depozice** – přenos (tok) látek z atmosféry k zemskému povrchu vyjádřený jako hmotnost sledované látky na jednotku plochy za určitou časovou jednotku (zpravidla se používá jednotek $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ nebo $\text{kg}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$). Jedná se o velice důležitý proces samočištění atmosféry, který umožňuje látkám v ovzduší přecházet do jiných složek prostředí (hydrosféry, pedosféry, litosféry, kryosféry, biosféry), pro něž ovšem může představovat významný vstup znečišťujících látek. Bez působení tohoto důležitého procesu by docházelo ke kumulaci látek v atmosféře.
- cicváry** – nepravidelné hrudky uhličitanu vápenatého, charakteristické zejména pro spraše (úlomkovité usazené horniny naváté větrem).
- edafon** – souhrnný název pro organizmy žijící v půdě.
- fytoedafon** – organizmy původně řazené do říše rostlin žijící v půdě. Převážně se jedná o bakterie.
- zooedafon** – živočišná složka půdy.
- evapotranspirace** – celkový výpar, skládá se z evaporace (fyzikální výpar z půdního povrchu) a transpirace (fyziologický výdej vody vegetací).
- gravimetrie** – neboli vázková analýza je metoda chemické kvantitativní analýzy, která je založená na vyloučení stanovované složky ve formě málo rozpustné sloučeniny (tj. vylučovací forma složky) a na jejím převedení na sloučeninu o přesně definovaném složení (tj. forma k vážení), která se poté váží; v některých případech se váží přímo izolovaná sraženina.
- jemnozem** – je půdní frakce o velikosti částic < 2 mm. S touto frakcí se nejčastěji pracuje v pedologických laboratořích k určení chemicko–fyzikálních vlastností půdy. Jemnozemi se získává přesypáním homogenizovaného vzorku půdy přes síta s otvory < 2 mm.
- koheze** – soudržnost
- Kopeckého válečky** – ocelové válečky o objemu 100 cm^3 , které slouží k odběru půdních vzorků.
- krotoviny** – kruhové a elipsovitě otvory nebo pruhy v půdě, které jsou morfologicky odlišné od okolní půdy. Krotoviny se vytvářejí druhotným vyplněním chodeb půdních živočichů a dutin po odumřelých kořenech rostlin půdním materiálem, zpravidla humózní zeminou.
- ped** – základní strukturní jednotka půdy.
- pórovitost** – fyzikální vlastnost půdy, vyjadřuje objem všech prostor mezi půdními částicemi.
- půdní horizont** – vrstva půdy, která má specifické horizontální umístění a určité fyzikální a chemické vlastnosti. Je vymezen souborem vizuálních analytických znaků s hraničními měřitelnými hodnotami. Soubor všech půdních horizontů tvoří půdní profil.



půdotvorný substrát (matečná hornina) – je výchozím materiálem, ze kterého půda vzniká. Petrologické složení substrátu ovlivňuje rychlost tvorby půdy (zvětrávání pevných hornin), s tím související hloubku půdy, její zrnitostní složení (texturu), na kterém závisí fyzikální, fyzikálně-chemické biologické a další půdní vlastnosti.

pufr – roztok, který je schopný udržovat v jistém rozmezí stabilní pH i po přidání silné kyseliny či zásady. Pufry jsou obvykle směsí slabých kyselin a jejich solí nebo směsí slabých bazí a jejich solí. Pufry se používají při kalibraci např. pH–metrů, konduktometrů.

ulmifikace – půdotvorný proces, při němž se organické zbytky mění v rašelinu.

Slovníček Aj / Čj



PEDOLOGIE

agricultural	– zemědělská oblast	moisture	– vlhkost
auger	– vrták	pit	– kopaná sonda
bedrock	– skalní podloží	rock	– hornina, skála
bulk	– objem	root	– kořen
carbonates	– uhličitany	sample	– vzorek
clay	– jíl	sand	– písek
color	– barva	site	– místo, stanoviště
deposit	– usazeniny	shrub	– keř
depression	– prohlubeň, proláklina	slope	– sklon
depth	– hloubka	soil	– půda
dry	– suchý	streambank	– břeh potoka
elevation	– výška	summit	– vrchol
flow rate	– průtok	temperature	– teplota
granite	– žula	texture	– zrnitost
gravel	– štěrk	urban	– území města, obce
grass	– tráva	volcanic	– sopečný
latitude	– zeměpisná šířka	volume	– objem
limestone	– vápenec	weight	– hmotnost
loam	– hlína	wet	– mokrý
longitude	– zeměpisná délka	wilderness	– nedotčená příroda
moist	– vlhký	wind deposit	– spraše



Použitá a doporučená literatura:

Bergstedt, Ch., Ditrich, V., Liebers, K.: Člověk a příroda, půda. Učebnice pro integrovanou výuku. FRAUS, Plzeň 2005.

Kolektiv autorů: Pedologické praktikum. Agronomická fakulta České zemědělské univerzity, Praha 2002.

Kolektiv autorů: Živel Země. Agentura Koniklec, Praha 2004.

Němeček, J. a kol.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZÚ Praha spolu s VÚMOP Praha, 2001.

Šimek, M.: Základy nauky o půdě. Neživé složky půdy. Biologická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice 2005.

Šimek, M.: Základy nauky o půdě. Biologické procesy. Biologická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice 2003.

Tomášek, M.: Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha 2007.

Použité a doporučené webové stránky:

<http://www.env.cz/AIS/web.nsf/pages/puda>

<http://klasifikace.pedologie.cz/>

<http://www.geology.cz/extranet>

http://www.mzp.cz/cz/geologie_puda