

Návod pro analýzu půdy

Úkoly:

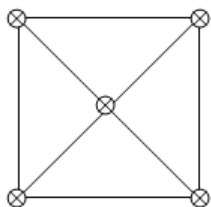
1. Proveďte odběr vzorku půdy a запиšte údaje o odběru do pracovního listu. Připravte z odebraného půdního vzorku vzorek pro analýzu.
2. Stanovte zadané půdní parametry pomocí kufříkové laboratoře pro půdu (vizuálně a fotometricky) a získané výsledky (údaje) doplňte do pracovního listu (PL, tabulka výsledků).
3. Komentujte/interpretujte stanovené výsledky půdních parametrů.
4. Odpovězte na zadané otázky v pracovním listu.

1. Odběr půdního vzorku a předúprava vzorku pro analýzy

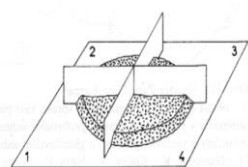
Princip: Půdní vzorek musí splňovat dvě základní kritéria:

- nesmí být kontaminován maticí jiných vzorků,
- musí být homogenní a reprezentativní (pro danou sledovanou lokalitu, místo).

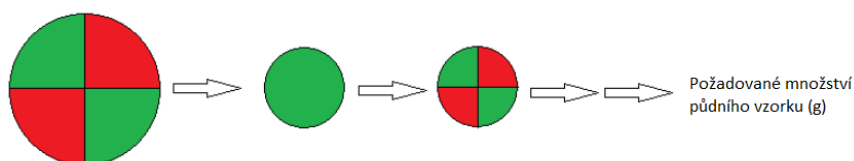
Reprezentativnost půdního vzorku se zajišťuje na základě stanovené vzorkovací sítě pro sledované místo (viz obr. č. 1). Celkové množství odebraného půdního vzorku se skládá z dílčích odběrů půdy (minimálně 5 vpichů, hloubka 30-50 cm) dle stanovené vzorkovací sítě. Vzdálenost jednotlivých míst odběru (vpichu) závisí na velikosti monitorované lokality. Konečné množství vzorku pro analýzu se připraví pomocí homogenizace a kvartace (viz obr. č. 2 a 3).



Obrázek č. 1: Vzorkovací síť pro odběr dílčích půdních vzorků



Obr. č. 2: Schéma kvartace



Obr. č. 3: Schéma postupu kvartace vzorku půdy

Kvartace – je proces získávání reprezentativního vzorku sypké povahy. Provádí se tak, že vzorek je položen na pracovní desku. Zde je mísen (homogenizován). Následně je úhlopříčkami rozdělen na čtyři části, pomyslné trojúhelníky. Vždy protilehlé části jsou odstraněny a zbylé dvě části znovu smíchány. Kvartace se několikrát opakuje, až dosáhneme požadovaného množství reprezentativního analytického vzorku.

Pomůcky: žlábkový jednodílný vrták (sondýrka), ocelové kladivo s nylonovou hlavou, špachtle pro vyjmutí půdního vzorku, igelitová podložka pro půdní vzorek, kvartační kříž, igelitový sáček pro uložení půdního vzorku.

Postup: Stanovte (navrhněte) vzorkovací síť pro dané místo. Odstraňte svrchní porost v místě odběru (vpichu). Proveďte odběr vzorku půdy pomocí žlábkového jednodílného vrtáku (sondýrky) a ocelového kladiva s nylonovou hlavou v jednotlivých místech vzorkovací sítě (hloubka vpichu 30-50 cm). Po vyjmutí ze země žlábkový vrták špachtlí očistěte od přebytečné zeminy „seříznutím“ okrajů žlábků. Odebrané dílčí vzorky vyjmete ze sondýrky pomocí špachtle na igelitovou podložku.

Z odebrané půdy na podložce odstraňte velké části (větvičky, kořeny, kameny, atd.). Půdu na podložce důkladně zhomogenizujte (promíchejte). Následně proveďte kvartaci odebrané půdy pro dosažení konečného množství reprezentativního vzorku k analýze (přibližně 0,5 kg). Připravený půdní vzorek vložte (sesypte) do připraveného igelitového sáčku, dobře uzavřete, označte a přepravte na místo analýzy.

Zapište do pracovního listu údaje (informace) o odběru půdního vzorku.

2. Stanovení půdních parametrů

S použitím přenosné kufříkové laboratoře VISOCOLOR pro analýzu půd proveďte stanovení níže uvedených půdních parametrů (vizuálně a fotometricky). Výsledky zapište do pracovního listu (tabulka výsledků).

Některá stanovení se provádí z nevysušeného půdního vzorku přímo na místě odběru, protože určité parametry by se mohly během sušení podstatně změnit. Jiné parametry se stanoví až po vysušení.

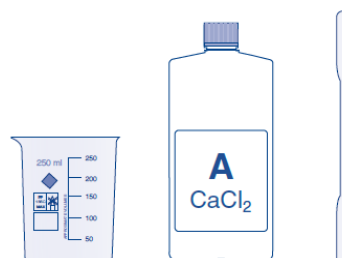
2.1 Stanovení parametrů z nevysušeného půdního vzorku

2.1.1 Vizualní stanovení parametrů půdy (nevysušený půdní vzorek)

- stanovení pH půdní reakce (výměnná půdní reakce, pH/CaCl₂),
- stanovení obsahu dusitanů (jako dusitanového dusíku, N-NO₂⁻)
- stanovení obsahu dusičnanů (jako dusičnanového dusíku, N-NO₃⁻).

Příprava půdního extraktu pro vizuální měření

- Nevysušený vzorek půdy pokud možno přesejte přes síto s velikostí ok 2 mm na čistou podložku, pokud je půda hodně vlhká použijte ke stanovení neprosetý vzorek
- Navažte do kádinky 100 ± 1 g (nebo 50 ± 0,5 g) reprezentativního vzorku půdy
- Přidejte 100 ml (nebo 50 ml) extrakčního roztoku A (roztok CaCl₂, c = 0,125 mol · l⁻¹)
- **Poměr míchání je 1 + 1 (půda + extrakční činidlo A)**
- Míchejte intenzivně kovovým míchadlem 2 minuty
- Poté nechejte reagovat ještě 15 minut, občas lehce promíchejte
- Do odměrného válce (100 ml) vložte nálevku se skládaným filtračním papírem
- Přefiltrujte z kádinky do odměrného válce směs půdy a extrakčního roztoku A
- **Filtrát = půdní extrakt** (k měření)

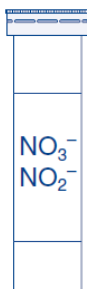


Stanovení pH (výměnná půdní reakce, pH/CaCl₂)

- Do reakční trubice (zkumavky, kyvety, testovací nádobky) odlijte z odměrného válce asi 5 ml půdního extraktu (filtrátu)
- Do půdního extraktu vložte pH papírek, nechejte v něm 5 minut
- Poté papírek vyjměte a porovnejte s barevnou pH stupnicí (na krabičce)
- Zapište výsledek zjištěného pH jako hodnotu výměnné půdní reakce pH/CaCl₂ do tabulky výsledků v PL
- **Po měření pH ponechte roztok půdního extraktu v reakční trubici** (zkumavce, kyvetě, testovací nádobce) pro následné vizuální měření dusičnanů a dusitanů

Stanovení obsahu dusitanů jako N-NO₂⁻ (dusitanový dusík) a dusičnanů jako N-NO₃⁻ (dusičnanový dusík)

- Do půdního extraktu v reakční trubici (zkumavce, kyvetě, testovací nádobce) vložte na asi 1–2 sekundy testovací proužek pro vizuální měření dusičnanů a dusitanů, poté proužek vyjměte
- Počkejte asi 60 sekund, pokud jsou dusičnany a dusitany přítomné v měřitelném rozsahu, proužek se zbarví do růžova (vnější testovací pole, na konci proužku, platí pro dusičnany, vnitřní platí pro dusitany)
- Porovnejte růžové zbarvení se srovnávací stupnicí (na tubičce) pro jednotlivé parametry (dusičnany, dusitany)
- Zjištěné výsledky (dle stupnice v mg · l⁻¹) přepočítejte na obsah dusičnanů a dusitanů v mg · kg⁻¹:
 - Vynásobením výsledku dusičnanů (v mg · l⁻¹) faktorem 0,23 přepočítejte obsah dusičnanů na obsah dusičnanového dusíku v mg · kg⁻¹
 - Vynásobením výsledku dusitanů (v mg · l⁻¹) faktorem 0,30 přepočítejte obsah dusitanů na obsah dusitanového dusíku v mg · kg⁻¹
- Proveďte korekci výsledků na půdní vlhkost (vynásobte získané výsledky vlhkostním faktorem); Pozn.: Vlhkostní faktor získáte po stanovení půdní vlhkosti (viz kap. 2.2)
- Zapište výsledky vizuálního stanovení dusičnanů (N-NO₃⁻, v mg · kg⁻¹) a dusitanů (N-NO₂⁻, mg · kg⁻¹) do tabulky výsledků v PL

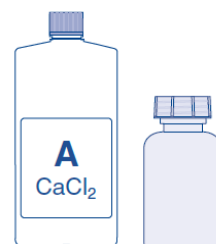


2.1.2 Fotometrické stanovení parametrů půdy (nevysušený půdní vzorek)

- stanovení obsahu dusičnanů (jako dusičnanového dusíku, N-NO₃⁻)
- stanovení amonných iontů (jako amoniakálního dusíku, N-NH₄⁺)

Příprava půdního extraktu pro fotometrické měření

- Nevysušený vzorek půdy pokud možno přesejte přes síto s velikostí ok 2 mm na čistou podložku, pokud je půda hodně vlhká použijte ke stanovení neprosetý vzorek
- Navažte do plastové uzavíratelné láhve 100 ± 1 g (nebo 50 ± 0,5 g) reprezentativního vzorku půdy
- Přidejte 200 ml (nebo 100 ml) extrakčního roztoku A (roztok CaCl₂, c = 0,125 mol · l⁻¹)
- **Poměr míchání je 1 + 2 (půda + extrakční činidlo A)**
- Lahve uzavřete a obsah lahve intenzivně třepejte 5 minut
- Pevnou hmotu nechejte krátce usadit (asi 1–2 minuty)
- Do odměrného válce (100 ml) vložte nálevku se skládaným filtračním papírem
- Přefiltrujte z plastové láhve do odměrného válce směs půdy a činidla A
- **Filtrát = půdní extrakt** (k měření)



Stanovení obsahu dusičnanů jako N-NO_3^- (dusičnanový dusík) na fotometru PF-3

- Přístroj zapněte/vypněte tlačítkem I/O; pokud přístroj není používán, po několika minutách se sám automaticky vypne
- Na zapnutém přístroji zkontroluje nastavení vhodné metody: VISO 5416, $\text{NO}_3\text{-N}$ (AF); pokud není zobrazena, šipkou doleva nebo doprava zvolte/posuňte („naklikejte“)
- Vynulujte měřicí přístroj na tzv. slepý vzorek:
 - o do reakční trubice (kyvety) nalijte 5 ml půdního extraktu (bez činidel)
 - o vložte reakční trubici s půdním extraktem do měřicího prostoru přístroje
 - o stiskněte nulovací tlačítko NULL ZERO (tím vynulujete přístroj), poté reakční trubici vyjměte z přístroje
- Přidejte do reakční trubice s půdním extraktem 5 kapek činidla $\text{NO}_3\text{-1}$, trubici uzavřete, protřepejte
- Přidejte do reakční trubice 1 zarovnanou nejmenší odměřečku činidla $\text{NO}_3\text{-2}$, trubici uzavřete a dobře protřepejte po dobu asi 1 min. (činidlo musí být rozpuštěné)
- Čekajte 5 minut
- Dobře otřete vnější stranu reakční trubice, vložte ji do měřicího prostoru přístroje a stiskněte tlačítko pro měření vzorku (tlačítko pod trojúhelníkem)
- Na displeji se zobrazí výsledek analýzy $\text{NO}_3\text{-N}$ v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Proveďte korekci výsledků na půdní vlhkost (vynásobte získané výsledky vlhkostním faktorem); Pozn.: Vlhkostní faktor získáte po stanovení půdní vlhkosti (viz kap. 2.2)
- Zapište výsledek obsahu dusičnanového dusíku v jednotkách $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ do tabulky výsledků v PL



Stanovení obsahu amoniakálních iontů jako N-NH_4^+ (amoniakální dusík) na fotometru PF-3

- Přístroj zapněte/vypněte tlačítkem I/O; pokud přístroj není používán, po několika minutách se sám automaticky vypne
- Na zapnutém přístroji zkontroluje nastavení vhodné metody: VISO 5086, $\text{NH}_4\text{-N}$ (AF); pokud není zobrazena, šipkou doleva nebo doprava zvolte/posuňte („naklikejte“)
- Vynulujte měřicí přístroj na tzv. slepý vzorek:
 - o do reakční trubice (kyvety) nalijte 5 ml půdního extraktu (bez činidel)
 - o vložte reakční trubici s půdním extraktem do měřicího prostoru přístroje
 - o stiskněte nulovací tlačítko NULL ZERO (tím vynulujete přístroj), poté reakční trubici vyjměte z přístroje
- Přidejte do reakční trubice s půdním extraktem 10 kapek činidla $\text{NH}_4\text{-1}$, trubici uzavřete, protřepejte
- Přidejte do reakční trubice 1 zarovnanou nejmenší odměřečku činidla $\text{NH}_4\text{-2}$, trubici uzavřete a dobře protřepejte, dokud se činidlo nerozpustí
- Po úplném rozpuštění činidla čekajte 5 minut
- Přidejte do reakční trubice 4 kapky činidla $\text{NH}_4\text{-3}$, trubici uzavřete, protřepejte
- Čekajte 7 minut
- Dobře otřete vnější stranu reakční trubice, vložte do měřicího prostoru přístroje a stiskněte tlačítko pro měření vzorku (tlačítko pod trojúhelníkem)
- Na displeji se zobrazí výsledek analýzy $\text{NH}_4\text{-N}$ v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Proveďte korekci výsledků na půdní vlhkost (vynásobte získané výsledky vlhkostním faktorem); Pozn.: Vlhkostní faktor získáte po stanovení půdní vlhkosti (viz kap. 2.2)
- Zapište výsledek obsahu amoniakálního dusíku v jednotkách $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ do tabulky výsledků v PL



2.2 Stanovení parametrů z vysušeného půdního vzorku

- Stanovení půdní vlhkosti a vlhkostního faktoru
- Orientační stanovení půdního druhu sedimentační metodou
- Stanovení obsahu fosforu (jako o-fosforečnany, PO_4^{3-}) - fotometricky
- Stanovení obsahu draslíku – fotometricky

Příprava vysušeného půdního vzorku, stanovení půdní vlhkosti a vlhkostního faktoru

- V plastové kádince odvažte 200 ± 1 g půdního vzorku (m_1 = hmotnost vlhké půdy, g)
- Odvážený vzorek půdy rozprostřete rovnoměrně na kartonový list
- Rozdrťte všechny velké shluky půdy
- Sušte při pokojové teplotě po dobu 16–24 hodin
- Po vysušení znovu zvažte (m_2 = hmotnost vysušené půdy, g)
- Vypočtete vlhkost půdy podle níže uvedeného vzorce (v %)
- Na základě vypočtené vlhkosti půdy stanovte korekční vlhkostní faktor (pro korekci/přepočet výsledků stanovených z nevysušeného vzorku půdy, viz kap. 2.1.1 a 2.1.2)
- Zapište získané výsledky půdní vlhkosti a korekčního vlhkostního faktoru do tabulky výsledků v PL

Vzorec pro výpočet půdní vlhkosti (v %):

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad \% \text{ půdní vlhkosti}$$

Kde m_1 je hmotnost vlhké půdy, v g
 m_2 hmotnost vysušené půdy, v g

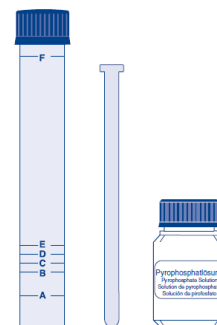
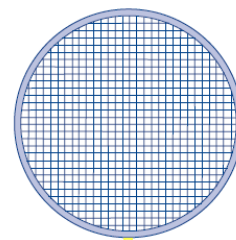
Tabulka č. 1: Stanovení vlhkostního faktoru

Extrakt z půdy pro vizuální stanovení	Poměr míchání 1 + 1 (půda + extrakční činidlo A)												
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Obsah vlhkosti, v %													
Vlhkostní faktor	1,04	1,08	1,13	1,17	1,22	1,27	1,33	1,38	1,44	1,50	1,56	1,63	1,70

Extrakt z půdy pro fotometrické stanovení	Poměr míchání 1 + 2 (půda + extrakční činidlo A)												
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Obsah vlhkosti, v %													
Vlhkostní faktor	1,03	1,04	1,06	1,09	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,30	1,33	1,37

Orientační stanovení půdního druhu sedimentační metodou

- Vysušený půdní vzorek umístěte po částech na síto s oky o průměru 2 mm, odstraňte velké části a zeminu prosejte na připravený čistý karton
- Prosetý půdní vzorek se naplní do zkušební sklenice pro sedimentační analýzu, stlačí se pěchovací tyčinkou a znovu naplní vzorkem půdy až po značku/rysku E; v případě potřeby je nutné se zkušební sklenicí několikrát zaklepat do dlaně
- Zkušební sklenici poté naplňte vodou až po značku/rysku F (v horní části sklenice)
- Přidejte 10 kapek pyrofosforečnanu, který zabrání flokulaci jílových částic
- Sklenici uzavřete šroubovacím uzávěrem a důkladně protřepejte, dokud se půda a voda rovnoměrně nerozptýlí
- Umístěte zkušební sklenici do svislé polohy
- Po 18 sekundách se usadí přítomné částice písku
- Pokud dosáhnou usazené částice jedné ze spodních značek/rysek (A, B, C, D, E), určete podle uvedené tabulky druh půdy
- Zapište výsledek stanovení půdního druhu do tabulky výsledků v PL



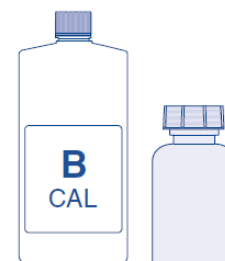
Pozn.: uzavřenou sklenici lze zkontrolovat znovu po několika dnech, zejména u těžkých půd, kdy se usadí i jílové frakce. Oddělení všech frakcí je pak ve skle velmi zřetelně vidět. Dá se také přesně určit objemový poměr frakcí „písek“ a „vymývateľná hmota“.

Tabulka č. 2: Orientační stanovení půdního druhu

Značka/ryska	Objem písku %	Druh půdy
E	100-91	Písek – písčitá
D	90-87	písčitolinitá
C	86-82-77	Hlinitopísčitá
B	76-71-54	Hlinitá
A	53-40	Jílovitolinitá
	<40	Jílovitá

Příprava půdního extraktu pro fotometrické měření (z vysušeného půdního vzorku)

- Vysušený půdní vzorek umístěte po částech na síto s oky o průměru 2 mm, odstraňte velké části a zeminu prosejte na připravený čistý karton
- Navažte do uzavíratelné plastové lahve 10 ± 0,5 g (nebo 5 ± 0,2 g) vysušeného prosetého vzorku půdy
- Přidejte 200 ml (nebo 100 ml) extrakčního roztoku B (roztok CAL = laktát octanu vápenatého, $c = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$), lahev uzavřete
- Obsah lahve intenzivně protřepávejte po dobu 5 minut
- Pevnou hmotu nechejte krátce usadit (asi 1–2 minuty)
- Do odměrného válce (100 ml) vložte nálevku se skládaným filtračním papírem
- Přefiltrujte z plastové láhve do odměrného válce směs půdy a extrakčního roztoku B
- **Filtrát = půdní extrakt** (k měření)



Stanovení obsahu fosforu (jako o-fosforečnanu, PO_4^{3-}) na fotometru PF-3

- Příklad zapněte/vypněte tlačítkem I/O; pokud přístroj není používán, po několika minutách se sám automaticky vypne
- Na zapnutém přístroji zkontroluje nastavení vhodné metody: VISO 5849, o-Phosphat (CAL); pokud není zobrazena, šipkou doleva nebo doprava zvolte/posuňte („naklikejte“)
- Vynulujte měřicí přístroj na tzv. slepý vzorek:
 - o do reakční trubice (kyvety) nalijte 5 ml půdního extraktu (bez činidel)
 - o vložte reakční trubici s půdním extraktem do měřicího prostoru přístroje
 - o stiskněte nulovací tlačítko NULL ZERO (tím vynulujete přístroj), poté reakční trubici vyjměte z přístroje
- Přidejte do reakční trubice s půdním extraktem 6 kapek činidla $\text{PO}_4\text{-1}$, trubici uzavřete, protřepejte
- Přidejte do reakční trubice 6 kapek činidla $\text{PO}_4\text{-2}$, trubici uzavřete a protřepejte
- Čekajte 10 minut
- Dobře otřete vnější stranu reakční trubice, vložte ji do měřicího prostoru přístroje a stiskněte tlačítko pro měření vzorku (tlačítko pod trojúhelníkem)
- Na displeji se zobrazí výsledek analýzy v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Zapište výsledek obsahu o-fosforečnanů v jednotkách $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ do tabulky výsledků v PL



Stanovení obsahu draslíku (K) na fotometru PF-3

- Příklad zapněte/vypněte tlačítkem I/O; pokud přístroj není používán, po několika minutách se sám automaticky vypne
- Na zapnutém přístroji zkontroluje nastavení vhodné metody: VISO 5326, K (CAL); pokud není zobrazena, šipkou doleva nebo doprava zvolte/posuňte („naklikejte“)
- Vynulujte měřicí přístroj na tzv. slepý vzorek:
 - o do reakční trubice (kyvety) nalijte 10 ml půdního extraktu (bez činidel)
 - o vložte reakční trubici s půdním extraktem do měřicího prostoru přístroje
 - o stiskněte nulovací tlačítko NULL ZERO (tím vynulujete přístroj), poté reakční trubici vyjměte z přístroje
- Přidejte do reakční trubice s půdním extraktem 15 kapek činidla K-1, trubici uzavřete, protřepejte
- Přidejte do reakční trubice 1 zarovnanou odměrku (větší velikost ze dvou v kufříkové laboratoři) činidla K-2, trubici uzavřete a protřepávejte (minimálně po dobu 30 s), činidlo musí být rozpuštěné
- Po rozpuštění činidla ihned změřte na fotometru
- Dobře otřete vnější stranu reakční trubice, vložte ji do měřicího prostoru přístroje a stiskněte tlačítko pro měření vzorku (tlačítko pod trojúhelníkem)
- Na displeji se zobrazí výsledek analýzy v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Zapište výsledek obsahu draslíku v jednotkách $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ do tabulky výsledků v PL

