

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA BIOLOGIE



Diplomová práce

Školní pozorování a pokusy s půdou

Autorka: Daniela Němcová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Štěpánka Chmelová, Ph.D.

Studijní program: M7504 Učitelství pro střední školy

2007

Anotace

Autor: Daniela Němcová

Název diplomové práce: Školní pozorování a pokusy s půdou

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit přehled školních pokusů a pozorování na téma „PŮDA“, jejich utřídění, zhodnocení z hlediska časové náročnosti, obtížnosti a náročnosti na pomůcky a doporučení pro ZŠ či víceletá gymnázia za účelem vytvoření metodické příručky pro učitele. Některé navržené pokusy byly vyzkoušeny se žáky Gymnázia Dr. Aleše Hrdličky v Humpolci.

Remark

Autor: Daniela Němcová

Name of diploma thesis: School observing and experiments with soil

The goal of this diploma work thesis was to form summary of school experiments and observing on the topic „soil“, make experiments classification, rate for point of view time-consuming, difficulty and aid-consuming and recommendation for elementary or secondary school to create methodical help for teachers. Some experiments were tested on pupils at Gymnasium Dr. Aleše Hrdličky in Humpolec.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Školní pozorování a pokusy s půdou“ vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích, dne 10. dubna 2007

Poděkování

Děkuji své vedoucí diplomové práce Ing. Štěpánce Chmelové, Ph.D., za cenné rady, připomínky, trpělivost a porozumění, s nímž mě při této práci vedla. Zároveň děkuji všem ostatním, kteří se jakkoliv podíleli na dokončení této práce.

Obsah

1. ÚVOD.....	9
2. LITERÁRNÍ ČÁST.....	10
2.1. Školní pozorování a pokusy	10
2.1.1. Druhy pozorování	10
2.1.2. Rozdělení pokusů	12
2.1.3. Význam školních pokusů	14
2.1.4. Obecné požadavky na školní pokusy.....	15
2.2. Půda.....	16
2.2.1. Půda a prostředí	16
2.2.2. Definice půdy	16
2.2.3. Složení půd	17
2.2.4. Rozdělení půdního fondu	19
2.2.5. Význam půd.....	19
2.2.6. Úrodnost jako základní vlastnost půd.....	20
2.2.7. Proces vzniku půdy, její přirozené zvrstvení.....	22
2.2.8. Faktory a podmínky půdotvorného procesu	24
2.2.9. Zvětrávací procesy a vznik minerálního podílu půd	27
2.2.10. Dílčí pochody půdotvorného procesu.....	29
2.2.11. Vlastnosti půdy	31
2.2.12. Klasifikační systémy půd	54
2.2.13. Bonitace půdního fondu	58
2.2.14. Diagnostické horizonty.....	59
2.2.15. Degradace půdy	60
2.2.16. Ochrana půdy.....	62
2.3. Rámcový vzdělávací program	63
2.3.1. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) – s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením.....	63
2.3.2. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G).....	68
2.4. Rozbor učebnic pro ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií týkající se tématu „PŮDA“.....	70

3.	METODIKA A CÍLE PRÁCE	73
4.	ŠKOLNÍ POZOROVÁNÍ A POKUSY S PŮDOU – METODICKÉ ZPRACOVÁNÍ	74
4.1.	Pokusy – fyzikální vlastnosti půdy	74
4.1.1.	Orientační určení půdního druhu	74
4.1.2.	Stanovení zrnitosti půdy usazováním	75
4.1.3.	Usazování půdy	78
4.1.4.	Stanovení zrnitosti půdního vzorku dekantací	79
4.1.5.	Srovnání propustnosti různých druhů půd pro vodu	80
4.1.6.	Určení vzlínivosti vody v různých druzích půd	82
4.1.7.	Určení pevnosti drobtovité struktury půdy	83
4.1.8.	Posouzení vlhkosti půdy v terénu	84
4.1.9.	Stanovení vlhkosti půdy vysušovací metodou	85
4.1.10.	Určení struktury půdy	86
4.1.11.	Důkaz vlivu vápna na kvalitu půdy	87
4.1.12.	Půdní vzduch	88
4.2.	Pokusy – chemické vlastnosti půdy	89
4.2.1.	Stanovení půdní reakce	89
4.2.2.	Přibližné stanovení uhličitanu vápenatého v půdě	95
4.2.3.	Důkaz vápníku v půdě	96
4.2.4.	Důkaz síry (síranů) v půdě	98
4.2.5.	Důkaz chloridů v půdě	99
4.2.6.	Důkaz železa v půdě	100
4.2.7.	Důkaz dvojmocného železa v půdě	101
4.2.8.	Důkaz trojmocného železa v půdě	102
4.2.9.	Důkaz fosforu v půdě	103
4.2.10.	Důkaz draslíku v půdě	104
4.2.11.	Důkaz dusičnanů v půdě	105
4.2.12.	Stanovení humusu v půdě ze ztráty hmotnosti žiháním	107
4.2.13.	Stanovení humusu v půdě odhadem	108
4.3.	Pokusy s rostlinami	110
4.3.1.	Hledají kořeny vodu?	110

4.3.2.	Jak světlo ovlivňuje klíčení?.....	111
4.3.3.	Jak voda ovlivňuje klíčení?	112
4.3.4.	Klíčí a roste rostlina stejně v různých typech půdy?.....	113
4.3.5.	Jak vzduch ovlivňuje klíčení?	114
4.4.	Půdní živočichové	115
4.5.	Zakládání kompostu	116
4.6.	Půdní eroze	120
4.6.1.	Jak tekoucí voda ovlivňuje půdu? (vodní eroze I).....	120
4.6.2.	Co ovlivňuje půdní erozi? (vodní eroze II)	121
4.6.3.	Vodní eroze III	122
4.6.4.	Jak pohyb vzduchu ovlivňuje půdu (větrná eroze).....	123
4.7.	Návrhy vlastních pokusů	125
4.7.1.	Rozklad filtračního papíru mikroorganismy.....	125
4.7.2.	Kořeny jako ochrana proti půdní erozi	126
4.7.3.	Sedimentace částic půdy.....	127
4.7.4.	Proč různé druhy půdy udrží různé množství vody?.....	128
5.	ZHODNOCENÍ A DOPORUČENÍ POKUSŮ	129
5.1.	Pokusy krátkodobé	129
5.1.1.	Pokusy pro ZŠ	130
5.1.2.	Pokusy pro víceletá gymnázia	131
5.2.	Pokusy dlouhodobé	132
5.2.1.	Pokusy pro ZŠ	132
6.	REALIZACE VYBRANÝCH POKUSŮ NA GYMNÁZIU DR. ALEŠE HRDLIČKY	134
7.	ZÁVĚR.....	136
8.	SEZNAM LITERATURY	138
9.	PŘÍLOHY	142

1. ÚVOD

Téma mojí diplomové práce je „Školní pozorování a pokusy s půdou“. Toto téma jsem si vybrala z toho důvodu, že se v něm promítá jak biologie tak chemie.

Zdá se mi, že téma „PŮDA“ je a bylo na mnohých školách neprávem opomíjeno. Rozhodla jsem se tedy tuto situaci napravit a pomoci učitelům překonat tuto bariéru. Řešit tento problém pomůže i přístup, který propojuje jednotlivé části učiva a sdružuje informace a fakta z různých předmětů v jeden celek. Tímto přístupem jsou Rámcové vzdělávací programy (RVP). Díky nim můžou dnes vyučující přírodovědných i společenských předmětů na základních i středních školách využívat nabízených integrovaných učebních textů a tím se snažit ukázat žákům mezipředmětové vztahy. Snahou RVP je též pomoci žákům pochopit řadu zákonitostí a umožnit jim prostřednictvím praktických činností vnímat souvislosti.

Účelem mé práce je, aby vypracované návody na pokusy a pracovní listy posloužily učitelům jako metodická příručka při výuce přírodovědných předmětů.

2. LITERÁRNÍ ČÁST

2.1. Školní pozorování a pokusy

Již od začátku školní docházky jsou žáci vedeni k **pozorování**, které je základní podmínkou dodržení zásady názornosti ve vyučování (Slípka, 1988). Pozorování je metoda výuky, při níž žáci samostatně nebo pod učitelovým vedením (uvědomělým, plánovitým a metodickým vnímáním) sledují biologické objekty a jevy a změny ke kterým v nich dochází, aniž by zasahovali do jejich průběhu (Horník, 1988). Pozorování je zdrojem shromažďování konkrétních představ žáků, které tvoří nezbytný základ pro zobecňování a myšlenkovou abstrakci. Ta je založena na odhalování vnitřních vztahů a souvislostí, které jsou základem hlubšího poznání podstaty jevu (Drahovzal, 1997).

Pokus je sledování objektů a jevů za uměle vytvořených podmínek, které dovolují záměrně měnit jednotlivé faktory biologického jevu, příp. vlastnosti objektů. Největším kladem této metody výuky je, že je těsně spojena se zdrojem poznání a s myšlenkovou i praktickou činností žáků. V některých případech je pokus jedinou možností k vysvětlení a pochopení přírodních jevů a objektů (Horník, 1988).

2.1.1. Druhy pozorování

Nejjednodušší formou pozorování je **pozorování prosté**, při němž je sledován pouze jeden organismus nebo jeden přírodní děj (např. žáci pozorováním zjišťují složení klasu pšenice, sledují vývoj určité rostliny od zasetí do sklizně atd.) Náročnější a didakticky účinnější formou pozorování je **pozorování srovnávací**, při kterém žáci pozorují a srovnávají dvě nebo více přírodnin nebo přírodních dějů, přičemž zjišťují a srovnávají jejich shodné a rozdílné znaky (Slípka, 1988).

Pozorování lze rozdělit podle rozmanitých hledisek (Horník, 1988).

1. Dle dostupnosti pozorovaného předmětu či přírodniny:

- Bezprostřední pozorování – je-li objektem pozorování originální předmět

- Zprostředkované pozorování – probíraná přírodnina nebo jev je nedostupná bezprostřednímu pozorování (sledování filmů, diapositivů, obrazy přírodnin aj.)

2. Dle zařazení do vyučovacího procesu

- Pozorování vlastní – zastupuje výklad učitele
- Pozorování předběžné – usnadňuje žákům osvojování nového učiva
- Pozorování dodatečné – následuje až po výkladu učitele

3. Podle časového hlediska

- Pozorování krátkodobá
- Pozorování dlouhodobá – pozorování, která nelze uskutečnit během jedné vyučovací jednotky (laboratorní práce, praktické cvičení, vyučovací hodiny)

4. Podle povahy pozorovaných jevů

- Pozorování statická – demonstrace přírodnin, pozorování charakteristických rysů rostlin aj. (pozorování má statický ráz)
- Pozorování dynamická – pozorování růstu, pohybu (jsou založena na sledování přírodních jevů v jejich proměnlivosti a pohybu)

5. Z hlediska cíle

- Pozorování zjišťující – uplatňuje se při pozorování demonstrovaných přírodnin i jejich reprezentačních forem, toto pozorování je většinou doprovázeno zjišťujícími a ověřovacími otázkami
- Pozorování popisné – vyžaduje od žáků samostatné pozorování a popis přírodniny nebo jevu (ohmatávají přírodninu a zkoumají tvar, barvu, popř. vůni atd.)
- Pozorování objevné – nejnáročnější druh pozorování, žáci při něm musí sami vystihnout obecné a podstatné znaky a na základě toho vyvodit určité závěry

Vedle **krátkodobého pozorování** existuje i **dlouhodobé pozorování** jevů. Metoda dlouhodobého pozorování jevů má za úkol provádět pozorování v koutku živé přírody, na zahradě, v lese, v životě společnosti. Žák si zpravidla vede záznamy o svých pozorováních.

Tak např. děti v nižších třídách si zaznamenávají celoroční pozorování do kalendáře přírody. Této metody se více používá v přírodovědních oborech (biologii, chemii a fyzice) i když není vyloučena ani v technických a humanitních předmětech (Vinšálek, 1982).

2.1.2. Rozdělení pokusů

Mnoho autorů se v členění školních pokusů odlišují, proto uvádím jen členění podle vybraných autorů.

Slípka (1988) rozděluje pokusy dle následujících hledisek:

1. Podle organizace

- Demonstrační – provádí učitel
- Frontální – provádějí žáci (jednotlivě nebo ve skupinách), všichni současně a jednotně podle přesných návodů učitele
- Samostatné – mohou být prováděny po probírání látky a po podrobné instruktaži. Jednotlivci nebo skupiny žáků pracují samostatně, úkoly nemusí být pro všechny stejné. Některé z těchto pokusů mohou být ukládány i jako domácí úkoly – např. zjištění klíčivosti vzorků osiv apod.

2. Podle cíle

- Ilustrující a podkládající výuku – většina školních pokusů
- Výzkumné – zjišťující skutečnosti, které žáci předem neznají (např. škrobnatost brambor v %, půdní reakci, množství Ca v půdním vzorku apod.).

3. Podle místa konání

- pokusy laboratorní, skleníkové, polní, ve třídě, v terénu apod.

4. Podle doby trvání

- Krátkodobé – většinou ukončené v jedné vyučovací jednotce
- Dlouhodobé – mohou trvat až několik let. Ve škole by měla být dodržována zásada, že pokus nesmí trvat déle než jedno vegetační období (na jaře založení, na podzim sklizeň

a zhodnocení). Z didaktického hlediska je nepřipustné založení takového pokusu, jehož ukončení a zhodnocení se již žáci, kteří ho zakládali, nezúčastní.

5. Podle způsobu vedení a vyhodnocování

- Pokusy orientační – méně přesné
- Pokusy exaktní – přesné, mnohé z nich vyžadují opakování v několika za sebou následujících letech, aby byly vyloučeny náhodné vlivy počasí apod.

6. Podle tématické náplně

- Pěstitelské pokusy – pokusy pedologické, hnojařské, odrůdové, šlechtitelské, rajonizační atd.

Horník (1988) rozděluje pokusy podle:

1. Obsahu

- Informující pokusy – obohacují vědomosti žáků o nové poznatky, přičemž se žáci snaží najít příčiny působení a objevit vzájemné vztahy mezi objekty a jevy. Nahrazují vlastně výklad učitele, umožňují vyvodit nové učivo a přitom aktivizovat žáky.
- Potvrzující pokusy – potvrzují a upevňují vědomosti již získané

2. Organizace

- Demonstrační pokusy
- Frontální pokusy – samostatné
 - partnerské
 - skupinové

3. Doby trvání

- Krátkodobé pokusy
- Dlouhodobé pokusy

2.1.3. Význam školních pokusů

Školní pokus má ve výuce přírodovědních předmětů nezastupitelnou roli. Jeho správné metodické provedení a didaktické využití ve výuce však vyžaduje od učitele řadu jeho vědomostí a především dovedností. Ne každý pokus je vhodný jako školní pokus. Pomůcky pro školní pokusy jsou mnohdy speciálními zařízeními, se kterými se žák v běžném životě neseťkal nebo už nikdy neseťká. To je také výtkou, kterou bývá význam pokusu ve výuce snižován. Často při školních pokusech stává, že žáci nevnímají demonstrováný jev a podstatu. Zdá se mi, že je to způsobeno také volením zbytečně složitých postupů. Proto by se měli učitelé snažit o to, aby volili takové pokusy s jasnými, stručnými návody a používali jednoduché pomůcky, které žák zná z běžného života a má představu o jejich fungování.

Spojení teorie s praxí umožní žákovi nejen opakovat pokus samostatně, porozumět mu a vysvětlit jeho podstatu, ale i mnohem déle si ho udržet ve své paměti. Je to normální, protože člověk se učí a vnímá všemi smysly. To znamená, že nestačí jen pasivně vyložit podstatu pokusu, ale je nutné ho žákovi názorně předvést.

Horník (1988) a Slípka (1988) se v problematice významu školních pokusů výrazně shodují. Uvádím zde členění podle Slípky (1988), neboť mi připadá srozumitelnější.

Slípka (1988) shrnul význam školního pokusu do několika bodů:

1. Objasňuje a doplňuje teoretickou složku výuky a vede k uvědomělému a trvalejšímu osvojení podstaty probíraného učiva.
2. Vede k chápání vztahů mezi organismem a jeho životním prostředím. Žáci při tom poznávají, že člověk může do přírody zasahovat a měnit ji vhodně volenými zásahy ke svému prospěchu.
3. Podporuje u žáků vytváření materialistického světového názoru.
4. Podporuje u žáků vytváření praktických dovedností – zacházení s náradím, přístroji apod.
5. Působí na vytváření všeobecně prospěšných pracovních návyků (přesnost, svědomitost, kritičnost, aktivita, logické uvažování, dodržování pořádku a čistoty na pracovišti atd.)

6. Ovlivňuje výchovu k péči o životní prostředí a ochranu přírody.
7. Práce při zakládání, vedení a hodnocení pokusů v sobě optimálně spojuje pohybové i rozumové prvky a dává vyučovacímu procesu skutečně polytechnický charakter.
8. Některé přesně prováděné pokusy ve spolupráci se zemědělskými podniky mohou přinášet i přímý užitek pro zemědělskou velkovýrobu.

Pokusy, které nepřinášejí žákům ani nové poznatky, ani nemají praktický význam, jsou bezcenné. Aby pokus mohl splnit všechny uvedené cíle, musí být dobře připraven po stránce technické i po stránce metodické (Slípka, 1988).

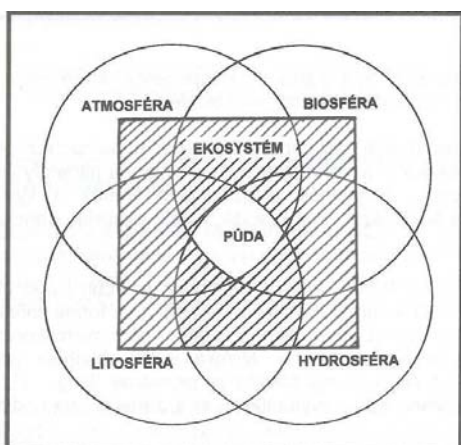
2.1.4. Obecné požadavky na školní pokusy

1. Musí být zajímavý, musí rozvíjet myšlení žáků a musí končit plánovanými výsledky.
2. Má být pokud možno jednoduchý, přiměřený věku žáků a materiálnímu vybavení školy.
3. Musí být v souladu s požadavky osnov.
4. Má být pokud možno krátkodobý. (I pěstelské pokusy nemají být delší než rok).
5. Plán práce musí obsahovat vytýčení cíle pokusu, rozložení na dílčí úkoly, způsob sledování a vedení záznamů o průběhu a výsledcích pokusu i způsob hodnocení. Pokus musí být také správně motivován.
6. Na rozdíl od pokusu vědeckého dokazuje školní pokus většinou již skutečnosti známé a běžně publikované (Slípka, 1988).

2.2. Půda

2.2.1. Půda a prostředí

Na Zemi je možné definovat čtyři základní komponenty, které jsou v mnoho vzájemných interakcích. Jsou to litosféra, hydrosféra, atmosféra a biosféra (**obr. 1**). Zónou jejich interakcí je ekosféra. Na ekosféru je možné pohlížet jako na soubor ekologických systémů (ekosystémů), které je možné určitým způsobem definovat prostorově a časově, a to na různých úrovních organizace a interakcí. Nejnižší úrovní je úroveň jednobuněčného organismu. Více jedinců určitého druhu pak tvoří populaci a populace různých druhů představují společenstvo organismů. Jednotlivé organismy a jejich populace jsou ve společenstvu navzájem propojeny množstvím interakcí a závisejí na sobě navzájem. Nejsložitější částí ekosféry u suchozemských ekosystémů je pedosféra, tj. půda v obecném slova smyslu (Šimek, 2005).



Obr. 1 Sféry Země a jejich interakce (Šimek, 2005)

2.2.2. Definice půdy

Definovat stručně a jednoznačně pojem půdy není snadné (Ledvina, 1997). Existují různé definice.

1. Půda je samostatný přírodně historický útvar, který vzniká a vyvíjí se z povrchových zvětralin kůry zemské a zbytků ústrojenců zákonitým procesem působením

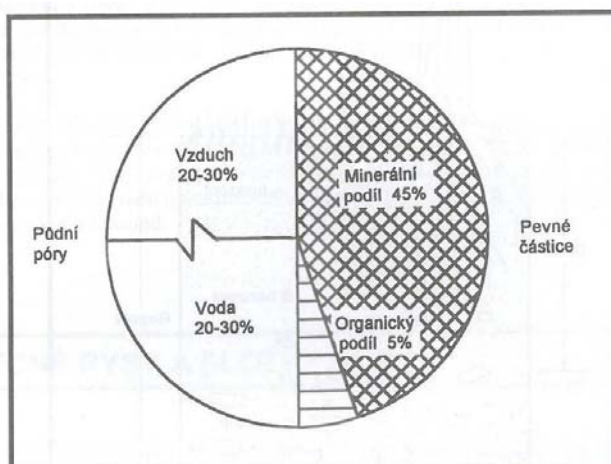
půdotvorných faktorů a je schopen zajišťovat životní podmínky organismů v něm žijícím (Ledvina, 1997).

2. Přírodní útvar umožňující růst rostlin (Šimek, 2005).
3. Je to nejsvrchnější porézní vrstva pevné zemské kůry, která je složená z minerálních částic různé velikosti, živých organismů, odumřelých zbytků a organických látek v různém stádiu rozkladných a syntetických přeměn a je prostoupena vodou a vzduchem (Ledvina, 1997).
4. Dynamický přírodní útvar tvořený minerálním a organickým materiálem a živými organismy, ve kterém rostou rostliny (Šimek, 2005).
5. Svrchní část litosféry, do které zasahují půdotvorné procesy (Šimek, 2005).
6. STEBUTTOVA dynamická definice půdy: „Půda je funkcí geologického substrátu a vnějších energií“ (Chábera, 1978).
7. Podle V.V. DOKUČAJEVA: „Půda je přírodnina diferencovaná v genetické horizonty, vzniklá na rozhraní různých sfér, více či méně snadno rozpojitelná a oživená“ (Chábera, 1978).
8. Na půdu je třeba vždy pohlížet jako na nedílný dynamický přírodní útvar, která se vyvíjí a udržuje pod vlivem okolního prostředí, proto část půdy vytržená z celku půdního tělesa a zkoumaná bez souvislosti s podmínkami svého vzniku přestává být půdou, ale stává se pouhou zemínou (Tomášek, 1995).

2.2.3. Složení půd

Půdní hmota se skládá z látek, které mají různé skupenství. Tyto látky označujeme jako **fáze**. Rozlišujeme fázi **pevnou, kapalnou a plynnou**. Půdu můžeme studovat rovněž jako disperzní systém, protože obsahuje látky, z nichž jedna látka je rozptýlená v látkách jiných (Teksl, 1996).

Základními komponenty nebo-li složkami půdy jsou minerální částice, organická hmota, voda a vzduch (**obr. 2**). Unikátní, nejrozmanitější a nejdynamičtější složkou půdy tvoří půdní organismy. Bez organismů půda přestává být půdou a stává se pouhým substrátem. Zastoupení jednotlivých složek, zejména obsah vody a vzduchu v půdě, je proměnlivé (Šimek, 2005).



Obr. 2 Průměrné zastoupení jednotlivých složek minerální hlinité půdy ve stavu příznivém pro růst rostlin (v objemových procentech) (Šimek, 2005)

Pevná fáze zahrnuje látky jednak původu **anorganického** (minerálního), jednak původu **organického** (Teksl, 1996). **Minerální podíl** je tvořen nejrůznějšími anorganickými sloučeninami a částicemi různé velikosti, od velkých úlomků hornin a balvanů až po koloidní částice. **Organický podíl** je tvořen rostlinnými a živočišnými zbytky a odumřelými buňkami mikroorganismů, které jsou v různém stádiu rozkladu a přeměny na nové látky. Část organické hmoty v půdě, která prošla procesy přeměn zahrnujících rozkladné i syntetické procesy, se nazývá **humus**. Humusové látky napomáhají tvorbě agregátů minerální částic, jsou zásobárnou živin pro rostliny i mikroorganismy a zdrojem energie. Významně ovlivňují vodní režim půdy (Šimek, 2005). Mezi organický podíl pevné fáze patří i všechny živé organismy, žijící v půdě (Teksl, 1996).

Kapalná fáze je tvořena půdním roztokem (Teksl, 1996). Je to vodný roztok nejrůznějších minerálních a organických látek, jenž zabezpečuje zásobování rostlin vodou a živinami. Celková koncentrace látek v půdním roztoku většinou nepřesahuje 1% a často je mnohem nižší (cca 0,05%). Kromě elementárního složení půdního roztoku je důležitou charakteristikou jeho pH (acidita nebo alkalita) a pochopitelně celkový obsah vody v půdě (Šimek, 2005).

Plynná fáze je půdní vzduch, který má poněkud odlišné složení od atmosférického vzduchu, protože se mísí s plyny uvolňovanými v půdě (Teksl, 1996). Nachází se v půdních pórech, které nejsou zaplněny půdní vodou (Šimek, 2005).

2.2.4. Rozdělení půdního fondu

Pojem půdní fond není totožný s pojmem půda. Pod pojmem půdní fond se rozumí veškerá půda na území určité organizační jednotky (obce, okresu, státu).

Půdní fond je základním přírodním bohatstvím, prakticky neobnovitelným. Je podkladem, s kterým je třeba co nejpečlivěji hospodařit v zájmu a podle potřeb celé společnosti. Jeho význam spočívá jak v produkci organické hmoty (funkce produkční), tak v plnění funkcí ekologických – akumulací, filtrační, pufrací a transformační. Půda je tedy základním článkem ekosystému.

Celková plocha pevniny	14,821 mld ha
• Orná půda	1,48 mld ha (10%)
• Pastviny	2,96 mld ha (20%)
• Mělké půdy	1,48 mld ha (10%)
• Hory	2,96 mld ha (20%)
• Polární oblasti	2,96 mld ha (20%) (Ledvina, 1997)

2.2.5. Význam půd

Význam půdy pro člověka vyplývá z toho, že je základním výrobním prostředkem v zemědělství a lesnictví, je součástí životního prostředí, je nenahraditelným přírodním bohatstvím a může být využita jako technologický materiál.

- Produkce rostlinné hmoty
- Schopnost vytvářet, zadržovat a v potřebné kvalitě i kvantitě uvolňovat a zpřístupňovat vodu a živinné prvky nutné pro život rostlin a tvorbu jejich organické hmoty
- Jako součást životního prostředí půda plní specifické úlohy spolu s jeho ostatními složkami jako je ovzduší, vodstvo, vegetace, fauna, s kterými je vesměs v úzkých vztazích. Vzájemně se ovlivňují a souborně mohou vytvářet optimální podmínky pro existenci a rozvoj lidské společnosti jedině tehdy, není-li narušována jejich funkce a vzájemné vztahy

- Produkce organické hmoty pro člověka
- Obrovská čistící stanice, v které se v biologickém koloběhu zásluhou půdních organismů likvidují organické zbytky rostlinné i živočišné
- Význam přírodního bohatství v půdním fondu (tj. veškerá půda na území obce, státu, celé Země) je především ve využívání úrodnosti k produkci organické hmoty nebo slouží k výstavbě obytných, zemědělských, průmyslových objektů, vodních nádrží, sportovních a rekreačních zařízení, těžbě surovina aj.
- Uplatnění jako technologický materiál (ve stavebnictví, kde je půda podkladovým nebo základovým materiálem) (Pavel, 1984)

Půda je tedy přírodní útvar, který sice můžeme využívat, ale současně ho musíme chránit a pečovat o něj. Půda se vytvářela po staletí, ale nenapravitelně poškodit nebo zničit se dá snadno a rychle (Šimek, 2005).

2.2.6. Úrodnost jako základní vlastnost půd

Vznik a vývoj půdy podmiňují formování její základní vlastnosti – **úrodnosti**, která je hlavním kvalitativním znakem půdy a odlišuje půdu od horniny (Ledvina, 1997).

Úrodností půdy se rozumí její schopnost zajišťovat život vyšších zelených rostlin, které mohou zužitkovat energii slunečního záření. Půda umožňuje činnost těchto autotrofních organismů, a tím také organismů heterotrofních, tj. mikroorganismů a živočichů, kteří jsou odkázáni na energii vázanou v organické hmotě (Ledvina, 1997).

Šimek (2004) cit. in Haslbach a Vaculík (1976) charakterizuje úrodnost půdy (soil fertility) jako schopnost půdy uspokojovat požadavky rostlin na vodu a živiny v optimálním množství, soustavně a po celou dobu jejich růstu a vývoje.

Úrodnost půdy je tedy schopnost poskytovat úrodu, rostlinnou produkci, spočívající na zajištění optimálních podmínek pro růst a vývoj rostlin v době vegetace, což je závislé od hloubky kyprého, fyziologicky účinného profilu, od zásoby přístupných živin, příznivých

podmínek vzdušného, vodního a tepelného režimu, biologického života v půdě a dalších faktorů (Ledvina, 1997).

Šimek (2004) cit. in White (1997) dává úrodnost půdy (fertility) do souvislosti s produktivitou půdy (productivity). Produktivitu definuje jako vlastnost půdy vyjádřitelnou výnosem a úrodnost půdy považuje za důležitý faktor ovlivňující produktivitu.

Úrodnost půdy je komplexní dynamická vlastnost, závislá na řadě vlastností fyzikálních, chemických a biologických, které půda získává v průběhu svého vzniku a vývoje (Ledvina, 1992).

Podle úrodnosti můžeme půdní typy hodnotit takto:

- Středně až velmi úrodné: černozemě, nivní půdy, hnědozemě
- Málo až středně úrodné: illimerizované půdy, illimerizované a oglejené hnědozemě, zamokřené lužní a nivní půdy, antropogenní půdy
- Méně úrodné až neúrodné: glejové půdy, rašelinové půdy, rendziny na pevných horninách, podzoly (Ledvina, 1997)

Úrodné půdy mají takovou strukturu a fyzikální stav, který zabezpečuje optimální poměr vody a vzduchu v půdě. Nejpriznivější stav odpovídá 2/3 obsahu vody v pórech. Úrodné půdy jsou kypré, propustné pro vodu, ale zároveň vododržné (Ledvina, 1997).

2.2.6.1. Třídění půdní úrodnosti

Úrodnost půdy je výsledkem působení přírodních činitelů, které určují vznik a vývoj půd, tak i jejich způsob obhospodařování.

Úrodnost se dělí na **potenciální** (přirozenou) a **skutečnou** (efektivní).

- Potenciální (přirozená) úrodnost je podmíněna genetickým vývojem půd, působením přírodních činitelů, matečné horniny, klimatu, organismů a reliéfu v půdotvorném procesu, je podmíněna půdním typem na přírodním stanovišti

- Skutečná (efektivní) úrodnost je výsledkem působení člověka na půdu celým souborem agrotechnických opatření. Zúrodnovacími opatřeními, obděláváním, hnojením se mění potenciální úrodnost na efektivní (Ledvina, 1997)

2.2.7. Proces vzniku půdy, její přirozené zvrstvení

Působením půdotvorných faktorů (přírodní faktory, vliv člověka), jejich různou kombinací a intenzitou, se vytvořilo velké množství různých půd, které však mají některé základní rysy společné (Šimek, 2005).

Z původní **matečné horniny** (geologického podkladu) zvětrávacími procesy vznikla rozpadlá hmota s různě velkými úlomky, která se nazývá zvětralina (regolit). Je to základní půdotvorná hmota, označuje se též jako **půdotvorný substrát**. Proces přeměny půdotvorného substrátu v půdu se nazývá půdotvorný proces. Tyto procesy trvají stovky let. Pokud půdy vznikly přímo na původním místě zvětrávané horniny, nazývají se prvotní (primární) půdy. Pokud byly přemístěny vodou, větrem či ledovci, nazývají se druhotné (sekundární) půdy (Teksl, 1996).

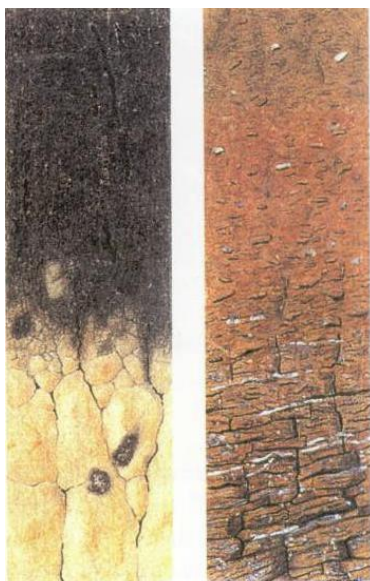
Podle Ledviny (1997) můžeme při silném zobecnění ve vývoji půdy vymezit **tři stádia**:

- **Matečná hornina**
 - zvětrávací procesy
- **Půdotvorný substrát**
 - půdotvorné procesy (vedoucí postavení biologického faktoru)
- **Půda**

Můžeme tedy zjednodušeně říci, že zvětráváním matečné horniny vzniká půdotvorný substrát, který je půdotvorným procesem přeměňován na půdu. Zatímco zvětrávání je v podstatě soubor především fyzikálních a chemických změn, v půdotvorném procesu se velmi významně uplatňují organismy – rostliny, půdní mikroorganismy a půdní živočichové (Šimek, 2005).

V důsledku pochodů půdotvorného procesu dochází při vývoji půd k rozčlenění původního substrátu na různý počet lépe nebo hůře ohraničených vrstev, které se nazývají **půdní**

horizonty (Šimek, 2005). Toto horizontální vrstvení můžeme rozpoznat tehdy, pozorujeme-li půdu v čerstvě vykopané stavební jámě. **Půdní profil (obr. 3)** je sled půdních horizontů (Bergstedt, 2005). Každá vyvinutá a neporušená půda má charakteristické horizonty, podle nichž se pak řadí do určité skupiny půd (Šimek, 2005).



Obr. 3 Profil černozemě a hnědé půdy (Bergstedt, 2005)

Existence různých půdních horizontů a jejich různý výskyt v jednotlivých půdách vytvářejí **vertikální heterogenitu** velké většiny půd. Pro půdy je kromě toho typická značná **plošná heterogenita** vznikající plošně nerovnoměrným působením rozmanitých půdotvorných faktorů na heterogenní podloží matečné horniny. Vzhledem ke stále probíhajícímu vývoji půd, při němž se mění nejrůznější půdní vlastnosti, přetvářejí se, vznikají a zanikají půdní horizonty a mění se struktura i textura půd jsou půdy také proměnlivé v čase. **Značná prostorová heterogenita a časová proměnlivost jsou tedy charakteristické pro mnoho půd** (Šimek, 2005).

2.2.8. Faktory a podmínky půdotvorného procesu

Vývoj půdy probíhá dlouhodobým půdotvorným procesem. Základními půdotvornými **faktory**, které tento proces podmiňují, jsou:

- Matečná hornina
- Klima (nadmořská výška, teplota a srážky)
- Biologický faktor
- Podzemní voda
- Člověk – antropogenní faktor (Šimek, 2005)

2.2.8.1. Matečná hornina

Matečná hornina je základem minerálního podílu pevné složky půdy. Půdotvorný substrát ovlivňuje průběh půdotvorného procesu a následně vlastnosti půdy dvojím způsobem: jednak svým mineralogickým složením a jednak texturou (zrnitostí). **Mineralogické složení** matečné horniny je určující pro výskyt důležitých minerálů ve vzniklé půdě: např. půdy vzniklé na výlevných horninách typu čediče obsahují více P, Ca, Mg a Fe než půdy vzniklé na dioritech, apod. **Textura horniny** ve smyslu velikosti zrn jednotlivých minerálů ovlivňuje rychlost zvětrávání: horniny hrubozrnné zvětrávají obvykle mnohem rychleji než horniny jemnozrnné a půdy na nich vzniklé mají též hrubší texturu.

Většina půd sice vzniká na místě z matečné horniny, avšak některé půdy z materiálů přemístěných na stanoviště. Podle výskytu a způsobu a umístění na dané lokalitě se půdotvorné substráty rozdělují na:

- **Reziduální** (vznikají na místě zvětráváním podloží matečné horniny)
- **Transportované** (přemístěné) působením gravitace (koluviální), říční vody (aluviální), oceánů (mořské, marinní), jezerní vody (jezerní, lakustrinní), ledu (glaciální) nebo větru (eolické)
- **Organické**, vzniklé akumulací zejména rostlinné biomasy

Půdy v současnosti vznikají a vyvíjejí se také na různých materiálech souvisejících s činností člověka: na skládkách organických i anorganických substrátů, na skládkách hlusiny po těžbě

různých surovin apod. V těchto případech se různé materiály často překrývají vrstvou půdy nebo se dodává organická hmota nebo živiny, aby se urychlil vývoj půd na nových stanovištích (v rámci rekultivace skládek a hald) (Šimek, 2005).

2.2.8.2. Klima

Klima předznamenává intenzitu a druh zvětrávání matečné horniny a má zásadní význam pro průběh půdotvorného procesu. Z klimatických faktorů se při tvorbě a vývoji půd uplatňují zejména **srážky** a **teplota**. Např. nedostatek vody (srážek) v aridních oblastech nedovoluje vymývání rozpustných solí z půdy, které se tak mohou hromadit a vést k zasolení půdy. V podmínkách vyšších teplot a dostatku vody je rychlost zvětrávání a půdotvorných procesů nejvyšší. Teplota ovlivňuje většinu chemických a biologických procesů včetně procesů rozkladu organických látek a tvorby humusu (Šimek, 2005). Ledvina (1997) dodává, že i **vítr** je důležitým klimatickým faktorem, který vyvolává větrnou erozi.

2.2.8.3. Biologický faktor (rostliny a půdní organismy)

Bez činnosti organismů, tedy bez biologického faktoru, by nemohly vzniknout půdy a povrch zemský by pokrývaly pouze mrtvé zvětralin. Oživení půdy organismy je tedy jednou z podmínek vzniku a existence půd (Ledvina, 1997).

Přítomnost rostlin (zpočátku nižších – řas, mechů, lišejníků,..), mikroorganismů a živočichů v půdě vede k tvorbě a hromadění organických látek v půdě, způsobuje biochemická zvětrávání, mísení látek v půdním profilu, podstatně urychluje nebo vůbec umožňuje koloběh prvků a toky energie, vede k tvorbě a stabilizaci agregátů z půdních částic. Rostlinný povrch snižuje erozi povrchové vrstvy půdy. Drobní obratlovci i bezobratlí živočichové (žížaly aj.) vytvářejí chodby v půdě a tím zvyšují pronikání vody a vzduchu do půdy, vynášejí materiál ze spodních vrstev na povrch půdy, zanechávají v půdě své exkrementy atd. V průběhu vývoje půd se v souvislosti s převládajícím klimatem i vlivem jiných faktorů prostředí formuje typická vegetace (Šimek, 2005).

Kromě počátečních fází vzniku a vývoje půd, kdy se na přeměnách hornin a půdotvorných substrátů podílí hlavně fyzikální a chemické procesy, mají **organismy zcela zásadní vliv na tvorbu půdy**. Existence půdy jako takové je dokonce spojena s výskytem organismů

a biologických procesů v půdě. Dojde-li k vymizení organismů a zániku biologických procesů, půda ztrácí jeden svůj charakteristický rys a stává se mrtvým substrátem (Šimek, 2005).

2.2.8.4. Podzemní voda

Podzemní voda zasahuje značnou měrou do půdotvorných procesů. Zvyšuje humidnost půdního klimatu, střídavé kolísání výšky hladiny podzemní vody, blízko povrchu má vliv na redukční procesy, v suchém podnebí na vytváření uhličitánových a síranových horizontů apod. Povodňové vody ukládají nánosy a při delším působení vyvolávají v půdě procesy oglejení (Chábera, 1978).

2.2.8.5. Antropogenní faktor – vliv člověka na půdotvorný proces

Předcházející faktory je možné označit jako přírodní. V určitém stupni vývoje lidské společnosti se půda stala výrobním prostředkem a člověk ji začal ovlivňovat (Ledvina, 1997).

Vliv lidských aktivit je v mnoha případech tak významný, že ruší vliv jiných půdotvorných faktorů. Mechanickým zpracováním kultivovaných půd se mění vodní a vzdušný režim půd a narušuje se původní stratigrafie, hnojením se pozměňuje chemismus půd, melioračními a rekultivačními zásahy (odvodňování, závlahy, meliorační vápnění aj.) se může půda zcela změnit (Ledvina, 1997).

Dlouhodobější (pomalejší) je vliv antropogenních depozic nebo vnášení nejrůznějších polutantů do půdy, rychlé změny mohou způsobit např. různé havárie spojené s únikem látek (ropných produktů a chemikálií) do půdy (Šimek, 2005).

2.2.8.6. Reliéf terénu

Reliéf terénu se prosazuje v půdotvorných procesech:

- Sklonem a tvarem svahů
- Expozicí svahů
- Nadmořskou výškou
- Hloubkou hladiny podzemní vody a její dynamikou

Nadmořská výška je výrazným faktorem reliéfu terénu, neboť s nadmořskou výškou se zvyšuje humidita klimatu, snižuje se teplota. To se projevuje v rozdílném vodním režimu a v aktivitě mikrobiálních procesů (Ledvina, 1997). **Sklon a tvar svahů** má vliv na hloubku půdy (na svazích jsou půdy zpravidla mělčí, s hlubší **hladinou podzemní vody** a slabší vrstvou humusu než na plošinách nebo v terénních depresích) a příjem srážkové vody (Chábera, 1978). Šimek (2005) upřesňuje, že eroze, odnos a přemísťování materiálů je intenzivnější na svazích, naopak materiál se hromadí na přilehlých rovinách. **Expozice svahů** má vliv na množství dopadajícího slunečního záření a tím na záhřevnost půdy a půdní výpar (Chábera, 1978).

2.2.8.7. Vliv času

Čas (stáří půdy) se dá charakterizovat jako doba nerušeného působení půdotvorných činitelů na půdotvorný substrát (Chábera, 1978). Značně souvisí s činností člověka, se způsobem hospodaření na povrchu půdy, např. při odlesnění půdy, převodu na orné půdy. Zvláštní půdotvorné procesy probíhají na půdách rekultivovaných území, půdách s upraveným vláhovým režimem melioračními stavbami (Ledvina, 1997).

Vývoj půd různých typů trvá různě dlouhou dobu, avšak není vlastně ukončen nikdy a mnohé půdy přecházejí během vývoje z jedné typů do jiných. Vzhledem k relativně pomalému vývoji půd do něj v minulosti výrazně zasáhly změny klimatu a s nimi spojené změny vegetace. Kromě toho byla krajina vždy vystavena i působení eroze a konečně vývoj půd mohl podstatně ovlivnit v průběhu posledních tisíciletí i člověk, zejména využitím půdy pro pěstování plodin a pro pasení dobytka. Je tedy velmi obtížné stanovit počátek vývoje a stáří určité půdy (Šimek, 2005).

2.2.9. Zvětrávací procesy a vznik minerálního podílu půd

Povrch větší části zemských kontinentů je pokryt půdou, která vznikla z půdotvorného materiálu. Půdotvorným materiálem je podložní hornina neboli **matečná hornina**. Z hornin se zvětráváním vytvořila základní hmota půd (minerální podíl půd) (Šimek, 2005). Zvětrávání je proces, kdy horniny podléhají fyzikálním a chemickým změnám, přičemž dochází k jejich rozrušování (Ledvina, 1997).

2.2.9.1. Fyzikální zvětrávání

Fyzikální (mechanické) zvětrávání vyvolává pnutí v horninách a minerálech. To vede nejprve ke vzniku mikrotrhlin a posléze k rozpadu původních celistvých hornin a minerálů. Fyzikální zvětrávání zahrnuje zejména tyto faktory:

- Vlivy střídání teploty (jednotlivé minerály, jež vytvářejí horniny, mají různé tepelné vlastnosti, tzn. různě se roztahují a smršťují vlivem teploty, tyto změny způsobují pnutí v horninách a následné pukliny)
- Působení vody a větru
 - povrchová tekoucí voda s sebou unáší částice různé velikosti, které se tak obrušují a třídí podle velikosti
 - led ve formě ledovců zásadně přetváří krajinu včetně přesunu obrovského množství materiálu
 - periodicky mrznoucí a tající voda v puklinách hornin způsobí při zmrznutí zvětšení objemu a vyvolává v puklinách tlaky rozrušující bloky hornin
 - vítr obrušuje unášené částice i skalní útvary (Šimek, 2005)

2.2.9.2. Chemické zvětrávání

Chemické zvětrávání nastupuje téměř zároveň s fyzikálním a oba mechanismy se vzájemně prolínají a doplňují. Působením vody a rozpuštěných látek dochází ke změně chemických vlastností hornin (Šimek, 2005). Při mechanické desinterakci jde o zmenšování velikosti hornin a minerálů bez vlivu na jejich chemické složení, zatímco při následném rozkladu dochází k chemickým změnám a tvorbě nových minerálů (Ledvina, 1997).

Hlavní chemické zvětrávací procesy jsou:

- **Rozpouštění** – tj. přechod pevných minerálů do roztoku v přítomnosti rozpouštědla (většina běžných minerálů je málo rozpustná)
- **Hydrolyza** – tj. degradace minerálů působením volných iontů H^+ nebo OH^- . Proces hydrolyzy je významně urychlován rozpuštěným CO_2 při zvětrávání vápenců.
- **Acidolýza** – tj. rozklad působením kyselin
- **Salinolýza** – nahrazuje hydrolyzu v koncentrovanějších roztocích a při vyšším pH (zahrnuje působení chloridů nebo sulfátů a uhličitánů)

- **Hydratace** – je iniciována přitahováním molekul vody elektrostatickými silami k povrchu minerálu
- **Oxidace** – je často urychlována kyslíkem rozpuštěným ve vodě (Šimek, 2005)

2.2.9.3. Působení organismů

Mikroorganismy a nižší rostliny, zejména řasy a sinice, mechy, lišejníky aj. mohou často růst i na zcela nebo téměř inertních anorganických substrátech, na úlomcích hornin, balvanech a na skalním podkladu. Jejich nejrůznějšími životními projevy se podklad narušuje a zvětrává. Mechanismy zvětrávání jsou přitom jak fyzikální, tak chemické povahy (Šimek, 2005).

2.2.10. Dílčí pochody půdotvorného procesu

V půdotvorném procesu dochází k řadě změn, které je možné zařadit do jedné ze 4 skupin:

- **Přeměny** (transformace, např. přeměna primárních minerálů zvětráváním na sekundární minerály, rozklad organické hmoty)
- **Přemíst'ování** (translokace, např. iontů v půdním profilu, půdních částic prostřednictvím živočichů)
- **Obohacování** (např. přísun organické hmoty listů a opadu na povrch půdy, suchý a mokrá spadá, přísun rozpuštěných látek z podzemní vody)
- **Ztráty** (např. vymývání látek průsakovou vodou, eroze povrchových vrstev půdy) (Šimek, 2005)

Nejvýznamnějším dílčím pochodem půdotvorného procesu je **humifikace**, tj. soubor biochemických přeměn primárních organických látek na humusové látky. Kromě rozkladných (mineralizačních) pochodů a pochodů syntézy humusových látek dochází k dalším přeměnám organických látek v půdě: k rašelinní (**ulmifikaci**), uhelnatění (**karbonizaci**) a zrání sedimentů obohacených organickými látkami v nivách vodních toků (**ripeningu**). Zvýšená akumulace stabilních humusových látek ve svrchních částech půdního profilu je charakteristická pro **černozemní půdotvorný proces**. Stabilizace a hromadění humusových látek jsou možné vzhledem k nepromyvnému charakteru vodního režimu. Intenzivní kultivace a závlahy půd černozemního typu však vedou postupně k degradaci (degradované černozemě), pro niž je

typické ochuzení svrchních vrstev půdy o lehce rozpustné sloučeniny solí alkálií včetně sloučenin vápníku. Odvápnění je doprovázeno vytěsněním Ca ze sorpčního komplexu, kde je nahrazen ionty vodíku. Dochází tedy k dílčímu půdotvornému procesu **dekalifikace** (Šimek, 2005).

V oblastech chladnějších a s větším množstvím srážek (humidní oblasti) převažují srážky nad výparem vody. V půdě převládá pohyb vody shora dolů, voda splavuje živiny i jemné půdní částice. Dochází k **illimerizaci** (odjílňení), což je přesun jemných jílovitých půdních částic včetně železa z horních vrstev půdního profilu do spodnějších. Intenzivnější vyplavování způsobuje **podzolizaci**, to je splavování a rozklad jílovitých částic v půdě při velmi kyselé reakci na sesquioxidy (Al_2O_3 , Fe_2O_3), které se pohybují spolu s fulvokyselinami do spodnějších vrstev a na kyselinu křemičitou, která se přeměňuje na křemen a nepřemísťuje se (Teksl, 1996).

Při nadměrném ovlhčení půdy, vysokých teplotách a intenzivní biologické aktivitě dochází působením kyseliny uhličitě k **laterizaci** – proplavování kyseliny křemičité do iluviálního horizontu a k relativnímu hromadění sesquoxidů. V některých půdách dochází k **hnědnutí**, které spočívá v intenzivním zvětrávání uvnitř půdního profilu. Dochází k uvolňování sesquoxidů z primárních minerálů (hlavně Fe^{3+}), k tvorbě jílových minerálů a nakonec se tvoří typické hnědě zbarvené horizonty (Šimek, 2005).

Při převaze redukčních pochodů v půdách s vysokou hladinou podzemní vody probíhá **glejový pochod**, při nadměrném ovlhčení povrchovou vodou probíhá **oglejení**. V prvním případě se vytváří glejový horizont, jeho oxidovaná část má velké rezivé až černoohnědé skvrny, redukovaná část má zelenavou až modrošedou barvu. Při povrchovém oglejení vzniká oglejený horizont, jehož vlastnosti jsou obdobné jako u oxidované části glejového horizontu (Šimek, 2005).

Další dílčí pochody půdotvorného procesu zahrnují např. proplavení lehce rozpustných solí (**desalinizace**), vymytí Na^+ a solí (**dealkalizace**), vyplavení křemíku (**desilikace**), hromadění novotvarů CaCO_3 (**kalcifikace**), hromadění lehce rozpustných solí (**salinizace**), akumulaci

Na⁺ (**alkalizace**), intenzivní hydrolyzu a oxidaci jak primárních, tak sekundárních minerálů (**laterizace**) aj. V trvale chladných podmínkách s pravidelným promrzáním půdy probíhají kryogenní půdotvorné procesy (u nás např. v nejvyšších polohách v Krkonoších) (Šimek, 2005).

Specifickým půdotvorným pochodem může být i **pedoturbace** - biologické, zčásti fyzikální (v důsledku zamrznání i rozmrznání, zamokření a vyschnutí) promíchávání části půdy, vedoucí k různému stupni její homogenizace. Probíhá zejména u těžších půd s vysokým obsahem hydrofilních koloidů (Ledvina, 1998).

2.2.11. Vlastnosti půdy

Je nutné, aby zemědělec znal vlastnosti půdy pro ujasnění neustálých přeměn a pochodů v půdě probíhajících, které podmiňují její úrodnost. Teprve potom je možné, aby různými zásahy vlastnosti půdy upravoval a sledoval udržení, případně zlepšování půdní úrodnosti. Pro lepší přehled je vhodné vlastnosti půdy rozčlenit (Teksl, 1996).

Vlastnosti půd se obvykle dělí na vlastnosti fyzikální, chemické a biologické, i když toto členění nemusí být vždy nejužitečnější. Mnozí autoři se liší v rozdělení vlastností půdy.

Šimek (2005) a Teksl (1996) se shodují v rozdělení vlastností půdy na fyzikální, chemické a biologické. Ledvina (1997) rozděluje vlastnosti půdy na chemické a fyzikálně chemické a fyzikální a technologické. Chábera (1978) rozděluje vlastnosti půd pouze na fyzikální a chemické.

Chábera (1978) zařazuje mezi **fyzikální vlastnosti** základní (měrná a objemová hmotnost) a odvozené vlastnosti (**pórovitost, struktura, hydrofyzikální vlastnosti, vodní, vzdušný a tepelný režim, barva, mechanicko-technologické vlastnosti** aj.).

Šimek (2005) považuje za významné **fyzikální vlastnosti** půd :

- **Texturu půdy** (zrnitostní složení, zastoupení jednotlivých velikostních frakcí v minerálním podílu půdy)

- **Strukturu půdy** (prostorové uspořádání částic v půdě, velikost a tvar agregátů, tvar a distribuce půdních pórů)
- **Specifickou hmotnost půdních částic**
- **Barvu a teplotu půdy**
- **Technologické vlastnosti půdy**

Velký význam má i vlhkost půdy (**voda v půdě**) a dále pohyb vody půdou (hydraulická vodivost) a půdní aerační status (množství **vzduchu v půdě** a pohyb plynů v půdě i mezi půdou a atmosférou) (Šimek, 2005).

Ledvina (1997) zařazuje do základních **fyzikálních vlastností** půdy:

- **Měrnou hmotnost půdy**
- **Objemovou a redukovanou objemovou hmotnost půdy**
- **Pórovitost půdy**
- **Strukturu půdy**

Souhrnně můžeme tedy říci, že mezi důležité **FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI** patří:

1. Textura půdy (zrnitostní skladba půdy)

Zrnitostí půdy se rozumí její složení podle zastoupení minerálních zrn, částic různé velikosti. Půda je polydisperzní systém, tzn., že se skládá z částic nejrozmanitějších velikostí, od nejmenších částic jílu až po kameny o velikosti několika centimetrů (Slípka, 1988).

Zrnitostní složení půdy ovlivňuje hlavně fyzikální a chemické vlastnosti půdy. Proto je při každém půdním rozboru důležité stanovit i procentuální zastoupení jednotlivých zrnitostních kategorií v půdních vzorcích (Nevrkla, 1991).

V ČR se k třídění půdních částic podle velikosti používá systém podle Kopeckého (**tab. 1**).

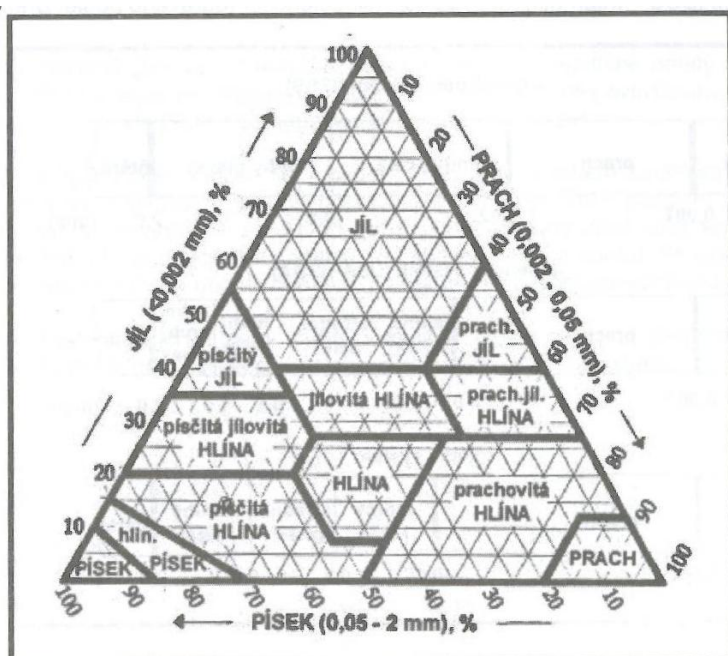
Název	Průměr částic	Kategorie
Jíl	pod 0,002 mm	
Jemný prach	0,001 – 0,01 mm	I. (jílkaté částice)
Prach	0,01 – 0,05 mm	II.
Práškovitý písek	0,05 – 0,1 mm	III.
Písek	0,1 – 2 mm	IV.
Skelet	nad 2 mm	

Tab. 1 Systém třídění půdních částic podle velikosti používaný v ČR podle Kopeckého (Šimek, 2005)

Částice menší než 2mm se nazývají jemnozem.

Zrnitostní skladbu můžeme určit **mechanickým rozborem** (proséváním pomocí sít kruhovými vrtanými otvory o různém průměru velikosti ok), **usazováním nebo dekantací půdního vzorku**.

Podle zrnitostní skladby se rozlišují půdní druhy, a to v zásadě půdy písčité, hlinité a jílovité a přechody mezi nimi, případně další kategorie. Na stanovení druhu půdy podle obsahu jílu, prachu a písku se používají trojúhelníkové diagramy (**obr. 4**) (Šimek, 2005).



Obr. 4 Trojúhelníkový diagram na stanovení druhu půdy podle obsahu jílu, prachu a písku (v % hmotnostních) (Šimek, 2005)

Na obsahu jílnatých částic je založeno třídění a názvosloví půdních druhů dle Nováka, které se u nás stále ještě používá (**tab. 2**) (Šimek, 2005).

Skupina půd	Půdní druh	Obsah jílnatých částic (pod 0,01 mm) (% hmotnostní)
těžké	jíl	nad 75
	jílovitá zemina	60 – 75
	jílovitohlinitá zemina	45 – 60
střední	hlinitá zemina	30 – 45
	písčitohlinitá zemina	20 – 30
lehké	hlinitopísčitá zemina	10 – 20
	písčitá zemina	0 – 10

Tab. 2 Klasifikační stupnice půdních druhů podle Nováka pro půdy bez CaCO₃ (Šimek, 2005)

2. Struktura půdy

Struktura je z agronomického hlediska jednou z nejvýznamnějších vlastností půdy. Je podmíněna strukturností, tj. schopností spojovat minerální částice a vytvářet strukturní agregáty (Pavel, 1984).

Při posuzování struktury půdy se hodnotí velikost a tvar strukturních agregátů a jejich stabilita (zejména vodostálost). Tvorba půdních agregátů a jejich stabilizace jsou velmi důležité pro formování struktury půdy. Agregáty se vytvářejí buď rozpadem velkých konglomerátů (hrud) nebo spojováním menších částic (Šimek, 2005).

Dělení struktury půdy podle Ledviny (1997):

Podle velikosti:

1. Mikrostruktura (agregáty menší než 0,25 mm)
2. Makrostruktura (0,25 – 50 mm)
3. Megastruktura (hroudy a bloky větší než 50 mm)

Podle tvaru a velikosti agregátů (**obr. 5**):

1. Kulovitá struktura – s agregáty rovnoměrně vyvinutými ve směru tří os se zaoblenými shluky (hrudkovitá, drobtovitá, práškovitá struktura)
 - s agregáty volně uloženými, které mají vyvinuté plochy a hrany (zrnitá, jemně zrnitá struktura)

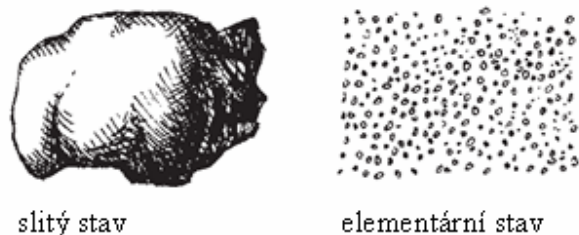
2. Polyedrická struktura – s ostrohrannými agregáty v těsném uspořádání
3. Hranolovitá struktura – s agregáty vertikálně protaženými bez zaoblení (prizmatická struktura)
 - s agregáty vertikálně protaženými se zaoblením svrchní části (sloupkovitá struktura)
4. Deskovitá struktura – s agregáty vodorovně protaženými (deskovitá až lístkovitá struktura)



Obr. 5 Tvary strukturních agregátů (upraveno podle: Horáček, 1994 a Maršíková, 2005)

Kromě strukturního stavu půdy se můžeme setkat také s půdou bezstrukturní, kde Maršíková (2005) rozeznává (**obr. 6**):

- Elementární stav (single grained) – typický pro extrémně lehké půdy, jednotlivé částice neдрží pohromadě, nemají mezi sebou žádné vazby
- Slitý stav (masive) – typický pro extrémně těžké, jílovité půdy, jednotlivé kusy tvoří souvislou masu a nelze je od sebe oddělit



Obr. 6 Bezstrukturní stav (elementární stav a slitý stav) (upraveno podle: Maršíková, 2005)

Strukturní (drobtovitá) ornice je celkově kyprá, snadno obdělávatelná, s vyrovnaným poměrem kapilárních a gravitačních pórů, s dobrým zasakováním srážkové vody, s přiměřenou propustností pro vodu včetně příznivého zadržování vody a vzlínání v kapilárních pórech, s malým neproduktivním výparem. Ornice se slitým prostorovým uspořádáním jsou ulehlé, těžko obdělávatelné, mají převahu kapilárních pórů se špatným zasakováním srážkové vody a silným povrchovým odtokem, s velkou vzlínavostí a s vysokými ztrátami vody neproduktivním výparem (z povrchu půdy), s omezeným provzdušněním (Ledvina, 1997).

K vytváření a obnově půdní struktury může přispět kypření a drobení při vhodné vlhkosti, vápnění, vhodné osevní postupy s pícninami na orné půdě, hnojení kvalitními organickými hnojivy, aj. (Ledvina, 1997).

3. Měrná (specifická) hmotnost půdních částic

Měrná (specifická) hmotnost půdy M_z ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) je hmotnost objemové jednotky pevné fáze bez pórů, tedy za předpokladu dokonale vyplněného prostoru pevnými částicemi. Závisí na obsahu organických látek a minerálů s různou hustotou. Tuto hodnotu snižuje větší obsah humusu, naopak zvyšuje obsah těžkých minerálů. (Ledvina, 1997).

Měrná hmotnost se stanovuje pyknometricky tak, že v přesně zkalibrovaných nádobkách (pyknometrech) se zjišťuje objem vody, kterou vytlačila určitá hmotnost zeminy (Nevrkla, 1991).

4. Objemová a redukováaná objemová hmotnost půdy

Objemová (volumová) hmotnost půdy (“O“ v g. cm⁻³) je hmotnost objemové jednotky v neporušeném stavu, tj. s póry vyplněnými momentním obsahem vody a vzduchu (Ledvina, 1997).

Objemová hmotnost je vždycky nižší než-li měrná hmotnost. Objemová hmotnost závisí na prostorovém uspořádání půdní hmoty (pórovitosti, struktuře) a na momentním obsahu vody a vzduchu v půdě. Proto je třeba rozeznávat objemovou hmotnost neredukovanou s přirozenou (momentní) vlhkostí a redukovanou (Kosil, 1973).

Redukovaná objemová hmotnost půdy (“O_r“ v g. cm⁻³) je hmotnost objemové jednotky půdy v neporušeném stavu po vysušení do konstantní hmotnosti, tzn. bez vody v pórech. Je to hodnota stálejší a pohybuje se ve svrchních půdních vrstvách nejčastěji v rozmezí 1,2-1,5 g. cm⁻³. Ve spodině je půda zpravidla ulehlejší, s menším objemem pórů a menším obsahem humusu a hodnota O_r tu vzrůstá (Ledvina, 1997).

Objemová a redukováaná objemová hmotnost půdy se zjišťuje gravimetricky z neporušených půdních vzorků odebraných pomocí Kopeckého fyzikálních válečků o objemu 100 cm³ (Pavel, 1984).

5. Pórovitost půdy

Pórovitost je specifickou vlastností půdy, která podmiňuje třífázový charakter půdního těla. Póry jsou jakýmsi cévami, kterými proudí voda s různými rozpuštěnými a rozptýlenými substancemi minerálními a organickými a vzduch se svými plynnými složkami. V pórech se uskutečňují nejdůležitější dynamické děje, probíhají tu látkové přeměny chemické a biochemické, výměnné reakce mezi jednotlivými fázemi a mezi půdou, buňkami mikroorganismů a kořínky rostlin (Pavel, 1984).

Kosil (1973) cit. in Drbal (1956) třídí půdní póry spočívající na principu energetickém na:

- Kapilární póry – převládá působení sil kapilárních, jimiž je voda v nich poutána, nepodléhá působení tíže zemské, ale pohybuje se v nich vzlínáním proti působení tíže zemské, vzduch proniká do těchto pórů nesnadno
- Nekapilární póry – jsou charakterizovány plynným působením tíže na vodu, která jimi volně zasakuje (gravitační vody) a na její místo vstupuje vzduch, tyto póry tedy umožňují provzdušnění půdy
- Semikapilární póry – tvoří přechod mezi kapilárními a nekapilárními póry, uplatňuje se v nich vedle kapilárních sil současně již také působení tíže

Celkovou pórovitost P (% obj.) nelze přímo měřit, její hodnotu vypočítáme pomocí hodnot měrné (M_z) a redukované objemové hmotnosti (O_r) ze vztahu:

$$P = \frac{M_z - O_r}{M_z} \cdot 100 \text{ (% obj.) (Ledvina, 1997)}$$

6. Barva půdy

Barva půdy je důležitým znakem pro terénní posuzování. Je ovlivněna obsahem vody, humusu (vyšší obsah vody a humusu dává půdám tmavší barevné odstíny), zbarvením minerálních složek v půdní hmotě (světlé barvy mohou být podmíněny vyšším obsahem uhličitane vápenatého, hnědé až rezavé sloučeninami železitými, modrozelené sloučeninami železnatými apod.) (Chábera, 1978). Barva se zjišťuje v terénu za přirozené vlhkosti (Horáček, 1994).

Pro hodnocení barvy půdy používá Horáček (1994) dvou způsobů: subjektivního a objektivního. Subjektivní způsob spočívá v slovním ohodnocení barvy, nebo jejím přirovnání k některé jiné hmotě, charakteristické svojí barvou (čokoládově hnědá, cihlově červená atd.). Objektivní způsob tkví v porovnání barvy půdy s některou z barevných stupnic, určených pro posouzení barev půd. V poslední době se ve světě všeobecně rozšířilo používání Munsellovy stupnice (Munsell Color Charts). Tato stupnice používá tři složek: základní barva, odstín barvy a stupeň intenzity (jasnosti) základní barvy.

Určování barvy je velice jednoduché, avšak zakoupení Munsellovy stupnice je pro školy velice finančně náročná záležitost. Můžeme si tedy tuto stupnici vypůjčit například v ekologických centrech.

7. Teplota půdy

Teplota půdy patří spolu s vlhkostí a obsahem vzduchu k základním činitelům, jež ovlivňují v půdě pochody chemické, biochemické a mikrobiální. Závisí na mnoha činitelích, z nichž nejdůležitější jsou: sluneční záření, porost, povrchový humus, zrnitost, pórovitost, půdní vlhkost, nadmořská výška a barva půdy (Chábera, 1978).

Hlavním zdrojem tepla v půdě je sluneční záření. V půdě se transformuje krátkovlnné světelné záření na dlouhovlnné tepelné záření, tepelná energie se v ní akumuluje a zpětným vyzařováním půda reguluje tepelné poměry přízemních vrstev atmosféry. Teplotní bilance půdy je výsledkem příjmu a ztrát tepla (Ledvina, 1997).

Příjem tepelné energie půdou sestává z těchto položek:

- Celkové (globální) krátkovlnné záření, které se skládá z přímého záření Slunce a rozptýleného záření oblohy
- Dlouhovlnné záření, které vzniká adsorbováním části slunečního záření pevnými částicemi, vodními parami a CO₂ v atmosféře, jeho transformací a zpětným vyzařováním
- Poměrně malé množství tepla, které se uvolňuje při vzniku rosy a jinovatky na povrchu půdy

Na výdaji tepelné energie se podílejí tyto položky:

- Dlouhovlnné vyzařování Země, které vzniká transformací krátkovlnného záření na zemském povrchu
- Ztráty tepla následkem evapotranspirace a turbulentní výměny s přízemní vzduchovou vrstvou
- Odvádění tepla do hlubších vrstev (Pavel, 1984)

Šíření tepla v půdě probíhá pomalu. Příčinou je nízká **tepelná vodivost** půdních částic. Voda zvyšuje tepelnou vodivost půdy, vzduch jako špatný tepelný vodič ji snižuje. Suché, kypré a dobře provzdušněné půdy (písčité) vedou teplo hůře než zamokřené, husté a neprodyšné půdy (jílovité) (Bergstedt, 2005).

8. Voda v půdě

Veškerá voda obsažená v půdě ve skupenství kapalném, plynném i pevném se označuje pojmem půdní voda. Nejúčinnější a nejvýznamnější je voda kapalná, která působí svými dispergačními, rozpouštěcími, hydrolytickými a translokačními účinky. K půdní vodě patří také souvislá podzemní voda, pokud se vyskytuje v půdním profilu nebo do něho vztlínáním zasahuje (Ledvina, 1997).

Voda je pro všechny živočichy důležitým faktorem životního prostředí. Rostliny přijímají svými kořeny vodu z půdy. Voda se dostává do půdy především srážkami, jejichž velká část se vsakuje až k podzemní vodě. (Bergstedt, 2005). Půda je tedy součástí koloběhu vody v přírodě a nenahraditelným životním faktorem pro rostliny a edafon (Ledvina, 1997).

Půdní vlhkost je množství vody obsažené v půdě. Vyjadřuje se buď jako poměr objemu vody k objemu zeminy v přirozené struktuře nebo jako poměr vody k hmotnosti zeminy vysušené při 105 °C. Tento poměr se udává v procentech. Pro posouzení vlhkosti půdy v terénu byla sestavena pro různé druhy půdy stupnice vlhkosti půdy podle Nováka (**tab. 3**) (Nevrkla, 1991).

Označení zeminy podle vlhkosti	Těžší zeminy (hlinité a jílovité)	Přibližný obsah vody v %	Lehčí zeminy (písčité a humusové)	Přibližný obsah vody v %
Přeschlá	Hroudy velmi tvrdé, těžko rozdrtitelné, agregáty také tvrdé, drsné jako písek. Po namáhavém jejich rozdrobení se vytváří suchý prach.	8 – 12 % při jílovitých, 4 – 8 % při hlinitých	Velmi sypké, jemnější materiál se rozprašuje větrem. Žádné náznaky vlhkosti.	0 – 2 % při písčítých, 12 – 20 % při rašelinách
Suchá	Hroudy tvrdé nebo lehčeji rozdrtitelné, agregáty sypké, tvrdé. Na ruce nevyvolává pocit chladu.	12 – 20 % při jílovitých, 8 – 15 % při hlinitých	Lehko se rozsyává, stlačením mezi prsty se nespojuje, ale rozpadává.	2 -5 % při písčítých, 20 – 30 % při rašelinách
Navlhlá	Hrudky a agregáty se mírným stlačením drtí. Při stlačení v ruce se nemaže ani nelepí, ale vyvolává zřejmý pocit chladu.	20 – 30 % při jílovitých, 15 – 22 % při hlinitých	Zrnka se při stlačení shlukují v hrudky, nedají se formovat. Vyvolávají zřejmý pocit chladu na ruku, kterou však nevlhčí.	5 -10 % při písčítých, 30 – 50 % při rašelinách
Vlhká	Maže se a lepí, nekašovití, při stlačení v ruce je dlaň vlhká, při otevření dlaně si zemina zachovává stlačený tvar.	30 – 40 % při jílovitých, 22 – 30 % při hlinitých	Tlakem se zrnka spojují a formují, prsty zůstávají vlhké, na povrchu se začíná lesknout voda.	10 – 20 % při písčítých, 50 – 70 % při rašelinách
Převlhčená	Při hnětení kašovatí, ale neroztéká se, na povrchu se leskne voda, do vyhloubených šlápějí se pomalu hromadí voda.	40 – 45 % při jílovitých, 30 – 35 % při hlinitých	Při stlačení v ruce pouštějí vodu v kapkách, do šlápějí se rychle hromadí voda.	20 – 30 % při písčítých, 70 – 80 % při rašelinách
Mokrá	Polotekutá až tekutá kaše se roztéká.	nad 45 % při jílovitých, nad 35 % při hlinitých	Pošlapané plochy se ihned pokrývají vodou. V rašelinách se propadávají (zabořují).	nad 25 (30) % při písčítých, nad 75 (80) % při rašelinách

Tab. 3 Stupnice půdní vlhkosti (podle Nováka) (Slípka, 1988)

Zjišťováním vlhkosti půdy se stanovuje tzv. **momentální půdní vlhkost**, tj. vlhkost půdy při odběru vzorku zeminy v terénu (Nevrkla, 1991). Je dána poměrem hmotnosti nebo objemu půdní vody k hmotnosti nebo objemu vysušené půdy (Ledvina, 1997).

Hmotnostní vlhkost půdy se zpravidla zjišťuje u porušeného vzorku a je dána vztahem:

$$V_{hm.} = \frac{M_w}{M_s} \cdot 100 \text{ (\% hmot.)},$$

kde M_w = hmotnost vody ve vzorku – zjistí se z rozdílu hmotnosti vlhkého a vysušeného vzorku

M_s = hmotnost vysušeného vzorku

Objemová vlhkost půdy se zjišťuje u neporušeného vzorku a vypočítá se podle vztahu:

$$W_{obj.} = \frac{M_w}{O_p} \cdot 100 = \frac{O_w}{O_p} \cdot 100 \text{ (\% obj.)},$$

kde M_w = hmotnost vody v půdním vzorku – zjistí se z rozdílu hmotnosti vlhkého a vysušeného vzorku známého objemu.

O_w = objem vody v půdním vzorku = M_w za předpokladu, že hustota vody je 1 g.cm^{-3}

O_p = objem neporušeného vzorku (zpravidla 100 cm^3)

Mezi hodnotami vlhkosti hmotnostní a objemové platí vztah:

$W_{obj.} = W_{hm.} \cdot O_r$, kde O_r = redukovaná objemová hmotnost.

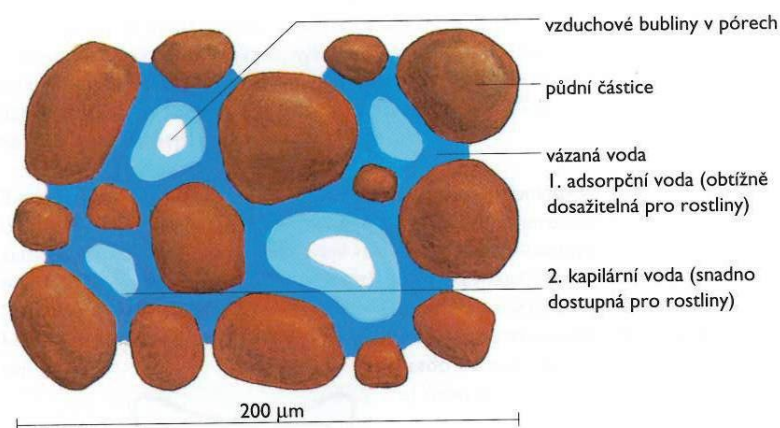
Pro některé účely je vhodné vyjádření obsahu vody v půdě ve vztahu k celkové pórovitosti (P)

hodnotou relativní vlhkosti podle vztahu: $W_{rel.} = \frac{W_{obj.}}{P} \cdot 100 \text{ (\% rel.)}$

Tato hodnota udává, do jaké míry jsou póry v půdě vyplněny vodou (Ledvina, 1997).

Množství vody v půdě závisí na mnoha faktorech a může být velmi rozdílné. Podle půdního druhu se část srážek udrží proti tíhové síle jako vázaná voda. Písek s velkými póry obsahuje málo vázané vody, hlína s malými póry naopak hodně. Schopnost půdy zadržet vodu se označuje jako **vodní kapacita**. Má velký význam pro hodnocení půdní kvality. Voda ulpívá na povrchu půdních částic a udrží se proti tíhové síle v půdě. Čím menší jsou půdní částice, tím větší je celkový povrch všech těchto částic, na kterém voda ulpí (**obr. 7**). Část vázané vody se nachází v jemných pórech půdy. Soudržností vodních částic (koheze) a přilnavostí vodních částic k okrajům pórů (adheze) se voda díky kapilárním jevům udrží v půdních kapilárách (vlásčitých trubičkách) a může vzlínat vzhůru. Kapilární elevace činí v jílovitých půdách až

2 m, v písčitych půdách asi 50 cm. Částice jílu a humusové látky se mohou obklopit vodními obaly. Jíl může pak v porovnání s pískem udržet čtyřnásobné množství vody. Na půdním povrchu se odpařuje voda vypínacími kapilárami. Také míra odpařování závisí na struktuře půdy. Budou-li kapiláry zničeny, zabráni se vztlínání vody a omezí se vypařování. (Bergstedt, 2005).



Obr. 7 Voda a vzduch v půdě (Bergstedt, 2005)

9. Vzduch v půdě

Vzduch v půdě tvoří plynnou fázi půdy významnou pro biologické i chemické pochody pobíhající v půdě a je jednou z nezbytných podmínek život rostlin. Vyplňuje póry bez vody, proti atmosférickému vzduchu, obsahuje zpravidla více CO_2 (0,2 až 0,7 %), méně O_2 (kolem 20 %) a zvýšené množství vodních par (Horáček, 1994).

Možný a skutečný obsah vzduchu v půdě charakterizují podle Ledviny (1997) tyto hodnoty:

- **Provzdušněnost půdy (Vz)** odpovídá momentnímu obsahu vzduchu při dané vlhkosti, čili objemu pórů vyplněných vzduchem. Udává se v % obj. a je dána rozdílem pórovitosti a momentní vlhkosti půdy

$$Vz = P - W_{\text{obj}}$$

- **Vzdušná kapacita (KVz)** udává procentický podíl pórů zaplněných vzduchem při maximální kapilární vodní kapacitě: $Kvz (\% \text{ obj.}) = P - MKK$. Retenční vzdušná kapacita $RVzK (\% \text{ obj.}) = P - RVK$, je tedy dána rozdílem pórovitosti a retenční vodní kapacity.

Maximální kapilární vodní kapacita (MKK) – udává schopnost půdy zadržet vodu pro potřeby rostlin v kapilárních pórech.

Retenční vodní kapacita (RVK) – maximální množství vody, které je půda po nadměrném zavlažení schopná zadržet v téměř rovnovážném stavu.

Objem vzduchu v pórech (V_p) můžeme vypočítat podle jednoduchého vzorce:

$V_p = (\text{objem půdy} + \text{objem vody}) - \text{celkový objem směsi}$

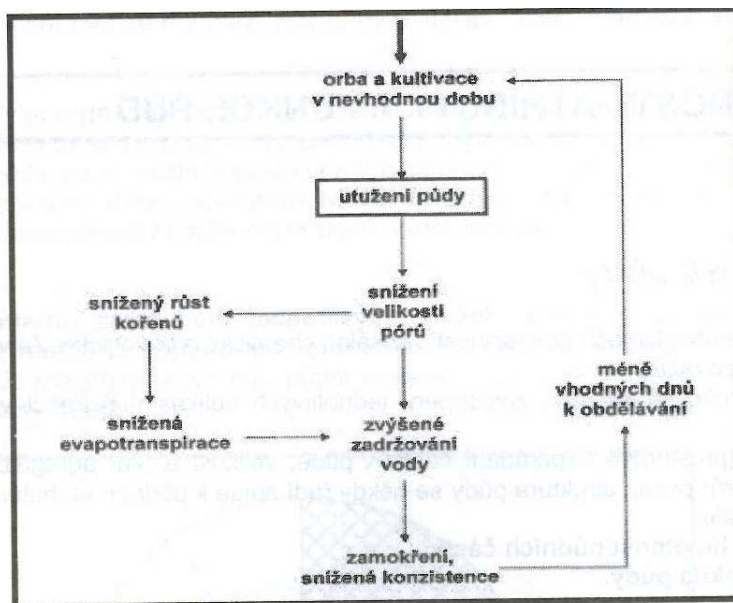
$\text{Objem pórů (v \%)} = (V_p : \text{objem půdy}) \cdot 100\%$

10. Technologické vlastnosti půdy

Pro zemědělskou praxi jsou důležité různé **technologické vlastnosti půdy**, ke kterým patří:

- **Koheze** (soudržnost půdních částic)
- **Adheze** (přilnavost, lepivost půdních částic na povrch těles vnikajících do půdy)
- **Konzistence** (určitý stav půdy daný její kohezí a adhezí a momentální vlhkostí)
- **Uléhavost a hutnost** (projevují se zvýšením objemové hmotnosti a snížením pórovitosti)
- **Tření půdy a orební odpor**
- **Bobtnání** (zvětšování objemu půdy při zvyšování vlhkosti)
- **Smršťování** (zmenšování objemu při vysychání)
- **Kornatění** (tvorba povrchového škraloupu)
- **Hrudovatění** (k němu dochází zejména při orbě za nevhodné vlhkosti)
- **Rozprašování** (rozpad strukturních agregátů)

Některé fyzikální vlastnosti půd jsou poměrně stálé (např. specifická hmotnost, textura), avšak jiné jsou velmi proměnlivé (např. vlhkost, aerační status). Některé vlastnosti se mění působením člověka, často nechtěně. Negativním vlivem orby a kultivace půdy v nevhodnou dobu (například při vysoké vlhkosti půdy) dochází k utužení půdy, tj. ke zvýšení objemové hmotnosti a snížení pórovitosti, což má důsledky pro růst rostlin a následně i pro zhoršení podmínek pro další obdělávání půdy (**obr. 8**) (Šimek, 2005).



Obr. 8 Negativní vliv orby a kultivace půdy v nevhodnou dobu (Šimek, 2005)

Do **CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ PŮD** Šimek (2005) i Ledvina (1997) shodně zařazují:

- **Elementární složení půdy** (obsah jednotlivých prvků v pevné složce půdy)
- **Minerální složení půdy** (včetně obsahu tzv. jílovitých minerálů)
- **Půdní koloidy**
- **Reakce půdy (pH)**
- **Sorpční schopnost půdy**
- **Oxidačně-redukční reakce**

1. Elementární složení půdy

Zemská kůra i půda se vyznačuje velmi nevyváženým složením co do zastoupení jednotlivých prvků. Z 92 přirozeně se vyskytujících prvků je jich pouze 8 s podílem vyšším jak 1%, což vyplývá z následující **tabulky 3** (Ledvina, 1997).

Prvek %	O 49,0	Si 33,0	Al 6,7	Fe 3,2	Ca 2,0	Na 1,1	Mg 0,8
Prvek %	K 1,8	Ti 0,5	P 0,08	Mn 0,08	S 0,04	C 1,4	N 0,2

Tab. 3 Elementární složení půd (Ledvina, 1997)

2. Minerální složení půdy

Většina chemických prvků se v přírodě nevyskytuje izolovaně ve formě čistých prvků, ale tvoří minerály (sloučeniny s dalšími prvky), které jsou základními stavebními součástmi hornin. Z velkého počtu známých minerálů se jich na tvorbě hornin účastní jen asi 30. Tyto minerály se nazývají **horninotvorné**. Minerální podíl půd je tak směsí úlomků hornin, minerálů uvolněných z matečné horniny a minerálů vzniklých v procesech tvorby půdy. Nejvýznamnějšími minerály v půdě jsou:

- **křemičitany** (silikáty) – nejhojnější, základní stavební jednotkou je křemíkový čtyřstěn = tetraedr $[\text{SiO}_4]^{4-}$
- **hlinitokřemičitany** (jako hlinitokřemičitany, které převládají v jílové frakci se nazývají jílové minerály)
- **oxidy a hydroxidy** (sesquioxidy)
- **uhličitan** (karbonáty)
- **fosforečnany** (fosfáty)
- **chloridy**
- **sírníky** (sulfidy)
- **sulfáty** (sírany) (Šimek, 2005)

3. Půdní koloidy

Koloidy jsou mikroheterogenní (nehomogenní) soustavy s velikostí dispergovaných částic 10^{-9} až 10^{-6} m ve skupenství plynném, kapalném a pevném, často velmi proměnlivé v čase. Částice koloidů jsou tvořeny nejrůznějším počtem molekul, od jedné makromolekuly po velmi mnoho menších molekul. Koloid je tedy tvořen nějakou látkou dispergovanou v disperzním prostředí. Podle interakcí s prostředím se koloidy dělí na tři skupiny:

- **Lyofobní** koloid (dispergovaná fáze nereaguje s disperzním prostředím) – pokud je disperzním prostředím voda ekvivalentním termínem je **hydrofobní** koloid
- **Lyofilní** koloid (dispergovaná látka je v interakci s disperzním prostředím) – pokud je disperzním prostředím voda ekvivalentním termínem je **hydrofilní** koloid

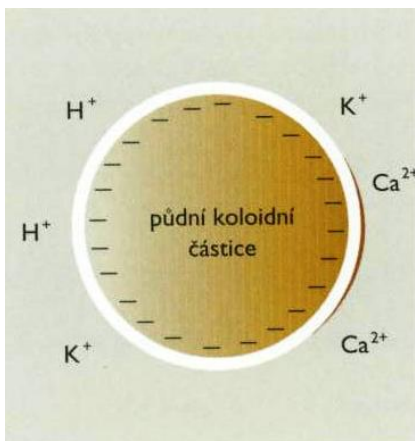
- **Ampifilní** koloid (molekuly mnohých organických sloučenin vykazujících jak hydrofobní, tak hydrofilní vlastnosti – např. fosfolipidy, některé aminokyseliny, detergenty) (Šimek, 2005)

Koloidy existují jako **sol** nebo **gel**. Gel vykazuje vlastnosti tuhých látek. Nejčastěji se však jako koloidy označují koloidní roztoky – soly (Šimek, 2005).

Povrchy koloidů se vyznačují negativním nebo pozitivním nábojem. U většiny půdních koloidů převládají elektronegativní náboje (Ledvina, 1997). Vznášení koloidních částic v disperzním prostředí (rozpouštědle) spočívá právě v jejich elektrických nábojích na povrchu. Jako se odpuzují stejné póly magnetů, odpuzují se vzájemně také koloidní částice se stejnými náboji na povrchu. Mohou také vytvářet vodní obaly, které zabraňují hustému spojování shluků molekul (Bergstedt, 2005).

Existence koloidních částic způsobuje enormní zvětšení povrchu (v poměru k objemu částic). I gram jílu tak má povrch od 60 do 6000m². Na takto velkém povrchu se může odehrávat mnoho reakcí. Chemickými vazbami se váže humus na povrch jílu, čímž vzniká humusojilovitý komplex (tzv. půdní sorpční komplex), důležitá součást všech kvalitních orných půd. Na jílovité koloidy mohou být navázány i mikroorganismy (Bergstedt, 2005).

Důležitou vlastností koloidů vyplývající z existence jejich elektrických nábojů je schopnost poutat (adsorbovat) ionty opačného náboje (**obr. 9**). Jednotlivé **koloidní částice** (koloidní micely) mohou poutat stovky až tisíce kationtů, jako jsou Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H⁺ apod. (Šimek, 2005). Tyto ionty mohou pak být opět uvolňovány (schopnost výměny iontů). Tímto způsobem se v půdě udržují ionty některých minerálních solí, které tak nemůže vymýt vsakující se voda (Bergstedt, 2005).



Obr. 9 Adsorbce kationtů na půdním koloidu (Bergstedt, 2005)

Půda obsahuje velmi mnoho různých látek v koloidním stavu. Patří sem především **jílovité částice** o velikosti pod 2 μm a velký podíl **půdní organické hmoty** včetně některých rostlinných zbytků a meziproductů rozkladu (Šimek, 2005).

Značný význam koloidů v půdě plyne zejména z toho, že:

- zabezpečují půdě dynamické vlastnosti: ovlivňují změny pH a koncentraci iontů, změny vlhkosti a teploty
- ovlivňují všechny agronomické a technologické vlastnosti půd (vodní a vzdušný režim, tepelný režim, zpracovatelnost půdy atd.)
- sorbují a desorbují ionty, což má zcela zásadní význam pro výživu rostlin i mikroorganismů i pro chování cizorodých látek a škodlivin v půdě (Šimek, 2005)

4. Reakce půdy (pH)

Reakce půdy je velmi důležitá vlastnost půd, která je úzce spjata s veškerými půdními procesy. Má zákonitý průběh v jednotlivých půdních typech a mění se během ročního období (Chábera, 1978). Mnoho chemických a biologických procesů v půdě závisí na koncentraci **vodíkových kationtů H^+** (ve skutečnosti jsou ionty vodíku ve vodném prostředí hydratované a vodík tedy existuje ve formě iontů H_3O^+) a **hydroxylových aniontů OH^-** . Množství těchto iontů také ovlivňuje rozpustnost (a tím přístupnost pro rostliny i mikroorganismy) mnoha živin, např. železa, manganu, zinku, hořčíku aj. Při velmi nízkém pH se zvyšuje rozpustnost např. Al, Fe nebo Mn, které se tak mohou stát toxickými pro rostliny a mikroorganismy,

zatímco při vysokém pH se rozpustnost mnoha prvků silně snižuje a organismy mohou trpět jejich nedostatkem (Šimek, 2005).

Půdní reakce je dána přítomností a aktivitou vodíkových iontů. Ve vodných roztocích je podle Sørenseny definováno pH jako záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových (hydroxoniových) iontů.

$$\text{pH} = -\log a \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (Ledvina, 1997)}$$

Podle reakce rozdělujeme půdy do 3 základních skupin:

- půdy s reakcí neutrální – $\text{pH} = 7$
- půdy s reakcí zásaditou (alkalickou) – $\text{pH} > 7$
- půdy s reakcí kyselou (acidní) – $\text{pH} < 7$ (Chábera, 1978)

Vodíkové ionty mohou být volné (rozpuštěny) v půdním roztoku, a pak udávají **aktivní kyselost** ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$), nebo výměnně sorbovány půdními koloidy a tvoří **potenciální** reakci, dělí se na výměnnou (pH_{KCl}) a hydrolytickou (Ledvina, 1997). Aktivní kyselost se stanoví ve vodním výluhu, výměnná kyselost může být definována jako schopnost půdy okyselovat hydrolyticky neutrální soli (KCl), hydrolytická kyselost jako schopnost půdy okyselovat soli hydrolyticky alkalické (CH_3COONa) (Ledvina, 1992).

Většina půd má tendenci okyselovat se, a to v důsledku kontinuálního přísunu iontů H^+ do půdního prostředí. Přirozeně se tak děje několika mechanismy:

- Kořeny rostlin a půdní organismy produkují oxid uhličitý, který se částečně rozpouští v půdní vodě a vytváří se kyselina uhličitá. Ta hydrolyzuje a přispívá ionty H^+ do půdního prostředí
- Při mineralizaci půdní organické hmoty se vytvářejí organické kyseliny. Kromě toho se mineralizovaný dusík a síra oxidují na kyselinu dusičnou a sírovou. Kyseliny jsou opět zdrojem H^+
- Srážky a suchý spád (oxidy dusíku a síry) představují externí zdroj podporující okyselování půdy (kyselé srážky) (Šimek, 2005)

Kyselá reakce půdy se upravuje vápněním, které zlepšuje strukturní stav a biologickou aktivitu, podporuje rozvoj kořenového systému, zvyšuje přístupnost rostlinných živin a snižuje toxicitu Al a většiny těžkých kovů (Ledvina, 1992).

Pufrovací schopnost nebo-li tlumivost je schopnost půd odolávat změnám pH. Závisí na přítomnosti ústojných systémů v půdě, které sestávají ze slabé kyseliny a její hydrolyzovatelné soli. Kyselou složkou ústojných systémů jsou huminové kyseliny, kyselina uhličitá, kyselina fosforečná a koloidní alumosilikáty acidoidní povahy (Ledvina, 1997).

Půdní reakci můžeme stanovit různými způsoby: pomocí univerzálního indikátoru Čůta-Kámenu, pomocí univerzálních indikátorových papírků, pH metrem, Ben-testem, Tetra testem.

5. Sorpční schopnost půdy

Obecně ji můžeme charakterizovat jako schopnost půdy zadržovat (poutat) různé sloučeniny nebo jejich části. Všeobecně převládá názor, že sorpční schopnost půdy je spojena výlučně s existencí půdních koloidů, **koloidním sorpčním komplexem** (organominerální neboli humusojílovitý komplex) (Ledvina, 1992). Humusojílovitý sorpční komplex je soubor půdních koloidů minerálních i organických (aktivní složka) a výměnných bází, např. Ca, Mg, K, Na,...(pasivní složka) (Chábera, 1978).

Mechanismy sorpce v půdě:

- Mechanická – uskutečňuje se mechanickým zadržováním částic v jemných, zúžených či slepě končících pórech
- Fyzikální – souvisí s povrchovými jevy na fázovém rozhraní, projevuje se zvětšením koncentrace molekul sorbované látky na povrchu pevné fáze a jejich poklesem v půdním roztoku při snížení volné povrchové energie
- Fyzikálně chemická (výměnná) sorpce – probíhá jako výměna adsorbovaných kationtů za kationty z půdního roztoku v ekvivalentním poměru. Jejím nositelem je výše zmíněný organominerální sorpční koloidní komplex.

- Biologická sorpce – probíhá vlastně jako látková výměna v důsledku životní činnosti edafonu a vegetace

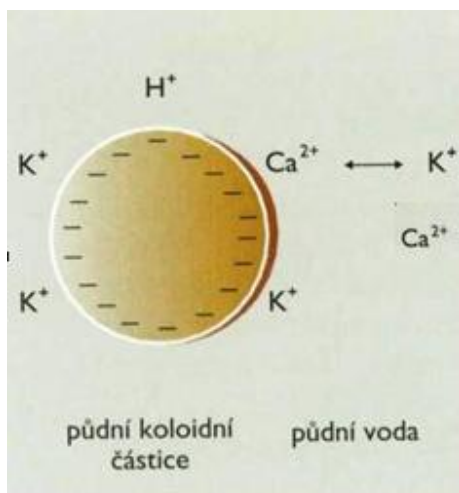
Výměnná sorpce kationtů převažuje v důsledku převahy záporných nábojů půdních koloidů (acidoidů) (Ledvina, 1992). Množství iontů, které půda může poutat, vyjadřuje **sorpční kapacitu půdy** (Teksl, 1996). Sorpce kationtů má selektivní charakter, který je vyjádřen koeficientem selektivity (Ledvina, 1992). Při laboratorních půdních rozbořech se často zjišťuje tzv. **kationtová výměnná kapacita (KVK)**. KVK charakterizuje množství kationtů, které může půda poutat v sorpčním komplexu. Udává se v milimolech chemických ekvivalentů na 1 kg půdy (mmol che. ekv. kg⁻¹). Těžší, jílovité půdy mají vyšší sorpční kapacitu, písčité půdy mají menší schopnost poutat ionty (Teksl, 1996).

Půdní koloidy, které tvoří organominerální komplex mají na svém povrchu záporný náboj a přitahují z půdního prostředí ionty s opačným nábojem – kationty. V půdním prostředí může na základě složitých vztahů mezi ionty (jedním z činitelů je i množství iontů v prostředí) docházet k **výměně iontů**. To má velký význam pro poutání a uvolňování živin v půdě (Teksl, 1996).

Procesy výměny iontů:

Minerální soli se vyskytují v půdní vodě rozpuštěné jako ionty. Ionty jsou elektricky kladně nebo záporně nabitě částice. Například uhličitan vápenatý (CaCO₃) „se rozpadá“ (disociuje) ve vodném roztoku na kladně nabitě vápenaté ionty (Ca²⁺) a záporně nabitě uhličitanové ionty (CO₃²⁻). Ionty vápníku se mohou hromadit – stejně jako jiné kationty – na záporně nabitých koloidních částicích v půdě. Přidá-li se do půdy vápněním tolik vápníku, že všechny záporné náboje koloidů jsou „obsazeny“, koloidy se vybijí. Elektricky neutrální půdní koloidy se vzájemně neodpuzují, hromadí se do větších uskupení a dochází k jejich vločkování. Pro kvalitu půdy je toto vločkování důležité, protože půdní částice se slepují do drobtů a tím vzniká drobtovitá struktura půdy. Vápněním lze zlepšit struktury jemnozrnných jílovitých a písčitých půd. Mezi ionty vázanými na půdní koloidy a ionty v půdním roztoku probíhají procesy výměny. Například draselné ionty (K⁺) jsou ve velké míře adsorbovány půdními koloidy a vyměňovány za vápenaté ionty (Ca²⁺) (**obr. 10**). Vápenaté ionty přecházejí do

půdního roztoku a mohou být vymývány. K takovým rychle probíhajícím procesům výměny dochází rovněž mezi jinými ionty. Výměna iontů hraje významnou roli při zásobování rostlin ionty minerálních solí. Půdní koloidy jsou také důležitým zásobníkem živin pro rostliny (Bergstedt, 2005).

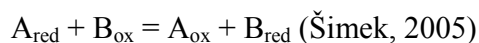
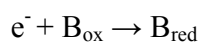
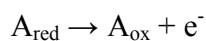


Obr. 10 Výměna iontů v půdě (Bergstedt, 2005)

6. Oxidačně-redukční reakce

Oxidace a redukce jsou součástí komplexních chemických dějů v půdách a doprovázejí biochemické pochody při opatřování energie půdními organismy. Při oxidaci (ox) ztrácí oxidovaná látka elektrony (e^-), při redukci (red) je získává, přičemž každá oxidace je provázena současně probíhající redukcí (Ledvina, 1997).

Oxidačně-redukční reakce lze tedy zapsat takto:



Nejvýznamnější oxidačně-redukční systémy v půdách představují ionty nebo sloučeniny dvojmocného a trojmocného železa (Ledvina, 1997).

Mírou oxidační a redukční mohutnosti látek je veličina **redox potenciál**. Redox potenciál udává tendenci elektronů přemísťovat se mezi látkami, tendenci akceptorů elektronů

(oxidačních činidel) přijímat elektrony a tak se redukovat. Označuje se symbolem **Eh** (Šimek, 2005). Hodnoty Eh se v krajních případech nejčastěji pohybují od 200 mV při silně redukčních podmínkách až do 750 mV při oxidačních podmínkách (Ledvina, 1997).

Redox potenciál se měří jako potenciál platinové elektrody vzhledem k vodíkové elektrodě. Protože je však použití vodíkové elektrody jako referenční elektrody v praxi obtížné a naopak kalomelová elektroda je běžná, měří se ve skutečnosti Eh mezi platinovou a kalomelovou elektrodou. Protože potenciál kalomelové elektrody vzhledem k vodíkové elektrodě je 0,248 V, je naměřený potenciál s použitím kalomelové elektrody místo vodíkové o tuto hodnotu nižší. Proto platí:

$$Eh \text{ (volt)} = E_{\text{měřený}} + 0,248 \text{ (volt)} \text{ (Šimek, 2005)}$$

K významným redukčním pochodům v půdě patří hnití, rašelinění, tvorba methanu, vodíku, sirovodíku, desulfurizace a denitrifikace při anaerobních biologických přeměnách organické hmoty. Z oxidačních pochodů jsou nejvýznamnější aerobní mikrobiální transformace organické hmoty jako mineralizace, nitrogeneze a nitrifikace, oxidace aminokyselin, sulfidů a elementární síry, sloučenin železnatých a manganatých (Ledvina, 1997).

BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI půdy souvisí se živými organismy, které se v půdě nacházejí. Soubor všech těchto organismů se nazývá edafon. Příslušníci edafonu se též nazývají geobionti. Edafon je možné třídit např. podle velikosti na makroedafon (myši, hraboši, krtci aj.), mezoedafon (hmyz a jeho larvy, měkkýši, žížaly aj.) a mikroedafon (bakterie, houby, řasy, prvoci aj.) (Teksl, 1996).

Mezi biologické vlastnosti patří tedy nejrůznější charakteristiky společenstev půdních organismů a biologických procesů (např. **početnost, biomasa a aktivity jednotlivých skupin půdních organismů, rychlost respirace, rychlost přeměn sloučenin dusíku, enzymatické aktivity**, ale i **složení půdního mikrobiálního společenstva, obsah DNA** aj.) (Šimek, 2005).

2.2.12. Klasifikační systémy půd

Klasifikace půd přihlíží k jedné nebo několika vlastnostem půdy a slouží k zařazení půdy do určitého systému. Klasifikace se též využívá při stanovení hodnoty půdy. Klasifikace půdy je převážně vědeckou kategorií. Tím se odlišuje od **bonitace půdy**, která primárně slouží ke stanovení bonity (tj. jakosti, hodnoty) půdy a je blízká pojmu úrodnost půdy. Bonitace je tedy převážně ekonomického charakteru (Šimek, 2005).

2.2.12.1. Vývoj klasifikace půd

Klasifikace půd není ve světě jednotná. Různé klasifikační systémy vycházejí z různého historického vývoje a třídí půdy podle různých hledisek. V minulosti vzniklo mnoho (jednodušších) klasifikačních systémů založených např. na:

- Matečné hornině (půdy útvaru křídového, permského, silurského atd.)
- Chemických vlastnostech (půdy sulfátové, karbonátové, silikátové atd.)
- Minerálním složení (tzv. „silné“ půdy na čedičích, „chudé“ půdy na vápencích atd.) (Šimek, 2005)

V druhé polovině 19. století se rozšířily názory V.V. Dokučajeva a později jeho následovníků, vznikla tzv. ruská půdoznalecká škola. Dokučajev posuzoval půdu jako dynamické přírodní těleso podléhající vývoji a změnám. Jeho klasifikační systém byl na svoji dobu velmi pokrokový. Na Západě a v USA byl „objeven“ a uznán až ve 20. letech 20. století. Jiné významné klasifikační systémy vznikly ve Francii, Belgii, Velké Británii, Austrálii, Kanadě, Jižní Africe, Brazílii a v USA (Šimek, 2005). Pokus o mezinárodní klasifikaci a nomenklaturu půd byl učiněn ve FAO-UNESCO pro půdní mapu světa (Ledvina, 1998).

Značná nejednotnost v klasifikačních systémech panovala u nás také v jednotlivých resortech. Mapování lesnických půd vycházelo z klasifikace Pelíškovy a Kubienovy. V zemědělství, zejména při komplexním průzkumu půd (probíhal od r. 1961 do r. 1971), byla použita **geneticko-agronomická klasifikace**, vypracovaná Němečkem a kolektivem. Její poslední verze z roku 1967 rozlišuje 17 půdních typů, které jsou rozděleny na 63 subtypů (Ledvina, 1998).

Proto ve snaze sblížit hodnocení zemědělských a lesních půd byl vypracován a v r. 1987 publikován **morfo genetický klasifikační systém půd (MKSP)** (Šimek, 2005). Jedná se o klasifikaci vnitřních vlastností pedonů, určených souborem genetických horizontů s jejich morfologickými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi (Ledvina, 1998).

V roce 2000 byl Českou pedologickou společností schválen nový **Taxonomický systém půd České republiky (TKSP)**. Tento systém zahrnuje jak půdy zemědělské, tak půdy lesní a jeho další předností je maximální kompatibilita se zahraničními klasifikačními systémy. **Systém TKSP je tedy jediným současným platným systémem klasifikace půd v České republice**, přesto se i v odborné literatuře stále používají termíny ze starších klasifikačních systémů i ze zahraničních systémů (Šimek, 2005).

2.2.12.2. Taxonomické kategorie klasifikačního systému

Hierarchický, multikategorický systém půd ČR zahrnuje tyto taxonomické kategorie:

Referenční třídy půd

- velké skupiny půd, které vystupují v zahraničních klasifikačních systémech a umožňují české půdy s nimi korelovat (substantivum s koncovkou -sol)

Půdní typy

- hlavní oporné jednotky klasifikačního systému, charakterizované určitými diagnostickými horizonty a jejich sekvencemi nebo diagnostickými znaky (s koncovkou -zem), symbol půdního typu je tvořen dvěma velkými písmeny: CE, KA

Půdní subtypy

- výrazné modifikace půdního typu podle znaků v hloubce níže 0,20–0,25 m (subtypy jsou označeny adjektivem umístěným za substantivem, označujícím půdní typ)

Půdní variety

- charakterizují výskyt horizontů a znaků do hloubky 0,25–0,2 m od minerálního povrchu u lesních půd, dále vyjadřují méně výrazné znaky v půdním profilu než subtypové

Ekologické fáze

- charakterizují formy nadložního humusu lesních půd

Degradační a akumulární fáze

- vyjadřují projevy kontaminace, intoxikace, eroze, akumulace aj.

Půdní formy

- vyjadřují typ substrátu, jeho zrnitosti, vrstevnatosti a mineralogického složení, ovlivňujících pedogenezi. Je to kategorie spojená s jakoukoliv genetickou taxonomickou úrovní (Němeček, 2001).

2.2.12.3. Referenční třídy půd

- Leptosoly
- Regosoly
- Fluvisoly
- Vertisoly
- Černosoly
- Luvisoly
- Kambisoly
- Andosoly
- Podsolesy
- Stagnosoly
- Glejosoly
- Salisoly
- Natrisoly
- Organosoly
- Antroposoly

(Němeček, 2001)

Podrobná charakteristika referenčních tříd a půdních typů v **tab. 4**

Referenční třída, půdní typy (TKSP ČR)	Řád (USA)	Charakteristika řádu
Leptosoly (litozem LI; ranker RN; rendzina RZ; pararendzina PR) Regosoly (regozem RG) Fluvisoly (fluvizem FL; koluvizem KO)	Entisols	Půdy s nevyvinutým profilem kromě mělkého horizontu A. Vyskytují se v některých zaplavovaných nížinách a písčných polopouštích.
Organosoly (organozem OR)	Histosols	Organické půdy obsahující 20 až 30 % organické hmoty ve vrstvě více jak 30 cm silné, která se vytvořila akumulací rostlinných zbytků v rašeliništích apod.
	Gelisols	Půdy, které se tvoří v prostředí s velmi nízkými teplotami. V hloubce do 200 cm se nalézá vrstva stále zmrzlé půdy (permafrost).
Kambisoly (kambizem KA; pelozem PE)	Inceptisols	Půdy tvořící se ve vlhčím klimatu s málo vyvinutými půdními horizonty v důsledku nízkých teplot, zaplavení a nebo vzhledem k nedostatku času.
Andosoly (andozem AD)	Andosols	Půdy obsahující více než 60 % sopečného popela. Obsahují tmavě zbarvený horizont A, půdní profil je jen slabě vyvinut.
Salisols (solončak SK) Natrisols (solonec SC)	Aridisols	Půdy tvořící se v aridním klimatu. Některé obsahují horizonty hromadění vápence, sádrovce nebo solí.
Vertisoly (smonice SM)	Vertisols	Půdy s vysokým obsahem jílu, který za vlhka bobtná, za sucha se smršťuje, a tím se v půdě vytvářejí pukliny. Obsahují charakteristický horizont A. Vznikají v mírném a tropickém klimatu s výrazně odlišným suchým a vlhkým obdobím.
Luvisoly (šedozem SE; hnědozem HN; luvizem LU)	Alfisols	Lesní půdy vznikající ve vlhkém a polovlhkém klimatu. Při vzniku těchto půd se uplatňuje částečné vyplavování, jíl se akumuluje v horizontu B. Jsou slabě až středně kyselé.
Černosoly (černozem CE; černice CC)	Mollisols	Vznikají pod travními porosty, mají hluboký tmavý horizont A.
	Ultisols	Silně kyselé a silně zvětralé půdy v tropických a subtropických oblastech. Jíl se akumuluje v horizontu B.
Podzoly (Kryptopodzol KP; podzol PZ)	Spodosols	Písčité půdy chladných oblastí s jehličnatými lesy. Obvykle obsahují horizont E, charakteristický je horizont B s akumulovanou organickou hmotou a sesquioxidy Fe a Al. Jsou kyselé v celém profilu.
	Oxisols	Vyskytují se v tropických a subtropických oblastech. Jsou málo úrodné, kyselé, často přes 3 m hluboké, obsahují silně zvětralý (oxický) horizont v němž převládají oxidy železa a hliníku.
Stagnosoly (pseudoglej PG; stagnoglej SG)	Aquic.....	Půdy s redoximorfním půdotvorným procesem, probíhajícím při dlouhodobém vlivu zvýšené půdní vlhkosti za nedostatku kyslíku, střídajícím se s prosýcháním.
Glejosoly (glej GL)	Aqu...s	Vznikají dlouhodobým působením podzemní vody, jejíž hladina leží nehluboko pod povrchem.
Antroposoly (kultizem KT; anthrozem AN)		Půdy zcela ovlivněné člověkem.

Tab. 4 Referenční třídy (skupiny půdních typů) Taxonomického klasifikačního systému půd (TKSP) ČR a stručná charakteristika řádů půd podle klasifikačního systému USA (upraveno podle: Šimek, 2005)

2.2.13. Bonitace půdního fondu

Bonitace zemědělských půd je zatím posledním krokem v mapování, klasifikaci a hodnocení zemědělského území z hlediska agroekologického, produkčního i ekonomického. Výchozími podklady pro výzkum a hodnocení podmínek zemědělské výroby jsou materiály a mapy Komplexního průzkumu půd. Pro bonitaci nestačilo však vyhodnotit pouze základní půdní vlastnosti, ale bylo nutné se zabývat i dalšími faktory (klíma, reliéf terénu atd.) (Ledvina, 1998).

Bonitace slouží k posouzení produkční schopnosti pro účely zdanění, prodeje, dědického řízení i pro rozhodování o hospodárném využití půdy (Teksl, 1996).

Bonitované půdně-ekologické jednotky (BPEJ) se staly základem bonitace půd v ČR. Pod pojmem BPEJ se rozumí určitý územní celek, který má v důsledku vzájemného působení jednotlivých složek přírodního prostředí konkrétní agroekologické vlastnosti, které se projevují určitou hodnotou (Šimek, 2005).

V České republice je rozlišeno 1817 BPEJ, které jsou popsány, zachyceny v mapách podle katastrálních území a každá BPEJ je označena pětímístným kódem. První číslo označuje **klimatický region (KR)**, kód má hodnoty 0 až 9. Jedná se o regiony od velmi teplého, suchého až po region chladný, vlhký. Následující dvojčíslí označuje **hlavní půdní jednotku (HPJ)**, s kódem 01 až 78. HPJ je určena půdním typem, podtypem, půdním druhem a půdotvorným substrátem. Čtvrté číslo kódu BPEJ vyjadřuje kombinaci **sklonitosti a expozice terénu** (postavení ke světovým stranám), může mít označení 0 až 9. Poslední číslo určuje kombinaci **skeletovitosti a hloubky**, nabývá hodnot 0 až 9 (Teksl, 1996).

Na základě podkladů (vycházejících z map BPEJ a z údajů o dosahovaných výnosech a vynaložených nákladech na produkci v daných podmínkách) je určena cena půdy v Kč/m² (Teksl, 1996).

2.2.14. Diagnostické horizonty

Základní kategorií klasifikačního systému je půdní typ, který se identifikuje podle typických diagnostických horizontů a analytických znaků. Diagnostické horizonty jednotlivých klasifikačních systémů se mohou lišit. Následující přehled diagnostických horizontů odpovídá členění pro účely TKSP (Šimek, 2005).

2.2.14.1. Nadložní (organogenní) diagnostické horizonty

Organické horizonty (obsahují více než 12–18% hmotn. C_{ox}) zahrnují:

- **Androgenní** horizonty nadložního humusu (O), které vznikají na nezamokřených propustných půdách, je možné dělit na horizont opadanky (L), horizont drti (F), horizont měli (H)
- **Hydrogenní** horizonty nadložního humusu, které vznikají na zamokřených půdách
- **Rašelinné** horizonty (T) vznikající v podmínkách dlouhodobého převlhčení

2.2.14.2. Povrchové diagnostické horizonty (A horizonty)

- **Organominerální povrchové horizonty** (A, epipedony) zahrnují anhydromorfnní humózní horizonty, hydrogenní humózní horizonty a kulturní humózní horizonty (A)

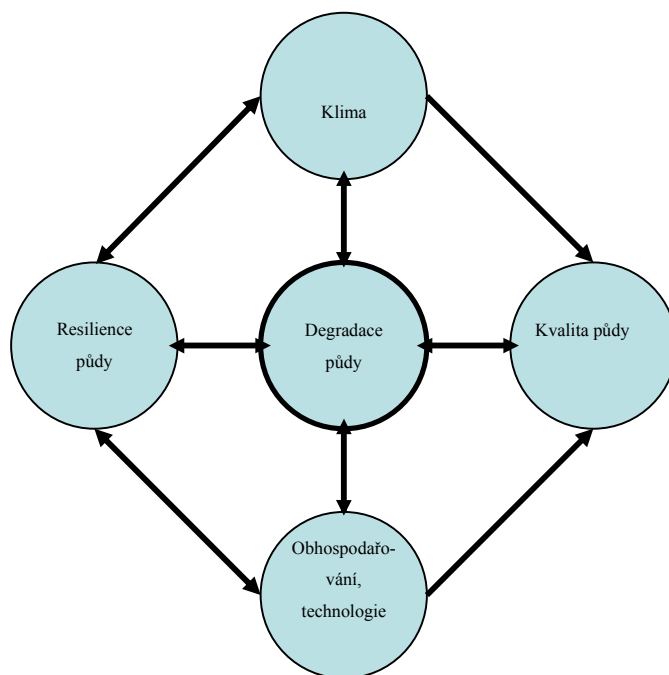
2.2.14.3. Podpovrchové diagnostické horizonty (B horizonty)

- **Vysvětlené, jílem nebo oxidy Fe, Mn ochuzené horizonty** (E) – jsou to do různého stupně ochuzené až vybělené horizonty většinou v důsledku vertikálního transportu látek v půdním profilu
- **Kambické (metamorfované) horizonty** (B) – představují horizonty bez výrazné akumulace humusu a bez výraznější iluviace koloidů.
- **Spodické horizonty** – zahrnují silně sorpčně nenasycené, hliníkem výrazně nasycené horizonty (B)
- **Luvické** – jílem obohacené horizonty, často s iluviálními povlaky koloidů (Bt)
- **Mramorované redoximorfnní horizonty** – představují výrazně hydromorfnně přetvořené kambické a luvické horizonty, periodicky převlhčované (Bm)
- **Glejové reduktomorfnní horizonty** – vytvářejí se v zóně dlouhodobě nasycené vodou (G)

- **Horizonty akumulace reoxidovaných oxidů Fe, Mn (B)** – rezivá barva
- **Horizonty akumulace solí** – obohacené karbonáty či snadno rozpustnými solemi (K,S)
- **Ztvrdlé a cementové horizonty (B)**
- **Substráty a horizonty či vrstvy pod vlastní půdou** – zahrnují půdotvorný substrát (C), pevnou horninu (R) aj.
- **Přechodné a fosilní horizonty** (Šimek, 2005)

2.2.15. Degradace půdy

Významným opakem atributu „kvalita půdy“ nebo „zdraví půdy“ je **degradace půdy** v tom smyslu, že půda degradovaná nemůže být kvalitní či zdravá. Zjednodušeně lze říci, že vše, co snižuje kvalitu půdy, je degradací půdy (**obr. 11**). Tak jako půdy nejsou jen kvalitní nebo nekvalitní, také degradace půdy nabývá různého stupně: jsou půdy silně degradované i půdy málo degradované, jsou i možná půdy nedegradované.



Obr. 11 Druh a stupeň degradace půdy ovlivňují kvalita půdy, resilience půdy, klima a obhospodařování půdy (upraveno podle: Šimek, 2004)

Elliot a Lynch (1994) cit. in Šimek (2004) definuje **resilienci půdy** jako „ability of the soil recover after disturbance“ (schopnost půdy navrátit se do původního stavu po odeznění nepříznivého vlivu).

Kvalita půdy byla definována různým způsobem. Někteří autoři ji ztotožňují s pojmem „zdraví půdy“, zatímco jiní tyto atributy rozdělují. Termín „kvalita půdy“ je možné doporučit pro případy, kdy se jedná o určité, specifické využití půdy, o kvalitu půdy vyžadovanou pro jistý účel (Šimek, 2004).

Šimek (2004) cit. in Várallyay (1994) rozlišuje 8 typů degradace půd:

1. Eroze půdy (vodní, větrná)
2. Acidifikace půdy
3. Salinizace a alkalizace půdy
4. Degradace fyzikálních vlastností půdy (poškození struktury, utužení, slévavost povrchu)
5. Extrémní vodní režim (přemokření, zaplavení, sucho)
6. Biologická degradace (snížení obsahu a kvality organické hmoty, poškození populací půdních organismů)
7. Nežádoucí změny obsahu živin v půdě (vyplavování, biologická i abiotická imobilizace)
8. Snížení pufrovací schopnosti (poškození sorpčního komplexu) a znečištění půdy polutanty

Někteří autoři považují za vůbec nejvážnější hrozbu půdám a celkově i globálním přírodním zdrojům půdní erozi. Tento jev ohrožuje většinu kultivovaných zemědělských půd na světě. Nejdůležitějšími příčinami vodní eroze je odlesnění, které působí asi 40% všech potíží, dále nadměrná pastva (29%) a konečně nevhodné zemědělské postupy (24%). Ve světovém měřítku je méně významná eroze větrná, která ovšem v některých oblastech může být stejně vážná jako eroze vodní (Moldan, 1995).

2.2.16. Ochrana půdy

Půda je jednou z hlavních složek životního prostředí. Je velmi citlivou součástí krajiny. Činností člověka i dalšími vlivy je půda různým způsobem poškozována (Teksl, 1996).

Půda plní v přírodním koloběhu mnoho funkcí, a proto bychom měli pro ochranu a zachování půdy učinit maximum (Bergstedt, 2005).

Bergstedt (2005) uvádí tři opatření, které jsou základem ochrany půd:

1. **Územní plánování** – nejdůležitější je navrhnout vhodné využití krajiny. V současné době je tendence využívat půdu pro výstavbu obytných, obchodních a průmyslových areálů nebo dopravních komunikací na úkor zemědělského využití. Roste také potřeba vzniku ploch pro volný čas a rekreaci. Úkolem územního plánování je navrhovat optimální využití ploch. Návrhy územních plánů musí být prezentovány veřejně, aby měli občané možnost je ovlivnit. Je třeba pokud možno omezit vznik ploch pokrytých nepropustnými materiály (asfalt, beton), aby se mohla voda volně vsakovat do půdy.
2. **Ekologická zemědělská výroba** – aby mohla být stále rostoucí světová populace dostatečně zásobována potravinami, je mimo jiné důležité zajistit úrodnost zemědělských ploch. Tomu napomáhají šetrné metody obdělávání půdy, vhodné hnojení, integrovaná ochrana rostlin, vhodné oseední postupy a ochrana proti erozi. Patří sem také zachování nebo vytvoření ekologicky stabilizujících prvků (například mezi a křovin).
3. **Zamezení poškozování půdy** – protože lze poškozené nebo zničené půdy jen obtížně sanovat, je nutná prevence před poškozením. Toto platí jak pro zhutnění půdy, tak pro její znečištění škodlivinami. Mnoho škodlivin se dostává do půdy ze vzduchu, to znamená, že omezení vypouštění škodlivin průmyslem, domácnostmi a dopravou může rovněž přispívat k ochraně půdy. Snížení produkce odpadů vede přímo i nepřímo k menšímu zatěžování půdy.

K ochraně půdy může přispět každý jednotlivec tím, že se pokusí ve svém bezprostředním okolí vyvarovat všeho, co může půdě škodit. Pomůže také tím, že bude svými poznatky a vědomostmi o významu půdy ovlivňovat územní plánování (Bergstedt, 2005).

2.3. Rámcový vzdělávací program

V souladu s novými principy kurikulární politiky, zformulovanými v Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR (tzv. Bílé knize) a zakotvenými v zákoně č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), se do vzdělávací soustavy zavádí nový systém kurikulárních dokumentů pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Kurikulární dokumenty jsou vytvářeny na dvou úrovních – státní a školní.

Státní úroveň v systému kurikulárních dokumentů představují Národní program vzdělávání a **rámcové vzdělávací programy (RVP)**. Národní program vzdělávání vymezuje počáteční vzdělávání jako celek. RVP vymezují závazné rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé etapy – předškolní, základní a střední vzdělávání. Školní úroveň představují školní vzdělávací programy (ŠVP), podle nichž se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách.

2.3.1. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) – s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením

Vzdělávací obsah základního vzdělávání je v RVP ZV orientačně rozdělen do devíti **vzdělávacích oblastí**. Jednotlivé vzdělávací oblasti jsou tvořeny jedním vzdělávacím oborem nebo více obsahově blízkými vzdělávacími obory:

- Jazyk a jazyková komunikace (Český jazyk a literatura, Cizí jazyk)
- Matematika a její aplikace (Matematika a její aplikace)
- Informační a komunikační technologie (Informační a komunikační technologie)
- Člověk a jeho svět (Člověk a jeho svět)
- Člověk a společnost (Dějepis, Výchova k občanství)

- Člověk a příroda (Fyzika, Chemie, Přírodopis, Zeměpis)
- Umění a kultura (Hudební výchova, Výtvarná výchova)
- Člověk a zdraví (Výchova ke zdraví, Tělesná výchova)
- Člověk a svět práce (Člověk a svět práce)

+ Průřezová témata:

- Osobnostní a sociální výchova
- Výchova demokratického občana
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
- Multikulturní výchova
- Enviromentální výchova
- Mediální výchova

2.3.1.1. Člověk a jeho svět

Vzdělávací oblast **Člověk a jeho svět** je jedinou vzdělávací oblastí RVP ZV, která je koncipována pouze pro 1. stupeň základního vzdělávání. Tato komplexní oblast vymezuje vzdělávací obsah týkající se člověka, rodiny, společnosti, vlasti, přírody, kultury, techniky, zdraví a dalších témat. Uplatňuje pohled do historie i současnosti a směřuje k dovednostem pro praktický život. Svým široce pojatým syntetickým (integrovaným) obsahem spoluutváří povinné základní vzdělávání na 1. stupni.

Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru **Člověk a jeho svět** je členěn do pěti tematických okruhů:

- Místo, kde žijeme
- Lidé kolem nás
- Lidé a čas
- **Rozmanitost přírody**
- Člověk a jeho zdraví

V tématickém okruhu **Rozmanitost přírody** se vyskytuje téma:

- **Nerosty a horniny, půda** – některé hospodářsky významné horniny a nerosty, zvětrávání, vznik půdy a její význam

2.3.1.2. **Člověk a příroda**

Vzdělávací oblast **Člověk a příroda** zahrnuje okruh problémů spojených se zkoumáním přírody. Poskytuje žákům prostředky a metody pro hlubší porozumění přírodním faktům a jejich zákonitostem. Dává jim tím i potřebný základ pro lepší pochopení a využívání současných technologií a pomáhá jim lépe se orientovat v běžném životě.

Vzdělávací obory vzdělávací oblasti Člověk a příroda, jimiž jsou **Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis**, svým činnostním a badatelským charakterem výuky umožňují žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda navazuje na vzdělávací oblast Člověk a jeho svět, která na elementární úrovni přibližuje přírodovědné poznávání žákům 1. stupně základního vzdělávání a kooperuje především se vzdělávacími oblastmi Matematika a její aplikace, Člověk a společnost, Člověk a zdraví a Člověk a svět práce a přirozeně i s dalšími vzdělávacími oblastmi.

Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru **Přírodopis** je členěn do osmi tematických okruhů:

- Obecná biologie a genetik
- Biologie hub
- Biologie rostlin
- Biologie živočichů
- Biologie člověka
- **Neživá příroda**
- Základy ekologie
- Praktické poznávání přírody

V tématickém okruhu **Neživá příroda** se vyskytuje téma:

- **Půdy** – složení, vlastnosti a význam půdy pro výživu rostlin, její hospodářský význam pro společnost, nebezpečí a příklady její devastace, možnosti a příklady rekultivace

2.3.1.3. **Člověk a svět práce**

Oblast **Člověk a svět práce** postihuje široké spektrum pracovních činností a technologií, vede žáky k získání základních uživatelských dovedností v různých oborech lidské činnosti a přispívá k vytváření životní a profesní orientace žáků.

Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru **Člověk a svět práce** je rozdělen na 1. stupni na čtyři tematické okruhy Práce s drobným materiálem, Konstrukční činnosti, **Pěstitelské práce**, Příprava pokrmů, které jsou pro školu povinné. Na 2. stupni je rozdělen na osm tematických okruhů Práce s technickými materiály, Design a konstruování, **Pěstitelské práce a chovatelství**, Provoz a údržba domácnosti, Příprava pokrmů, Práce s laboratorní technikou, Využití digitálních technologií, Svět práce.

Tematický okruh Svět práce je určen pro 8. a 9. ročník. Je povinný pro všechny žáky v plném rozsahu a lze jej zařadit již od 7. ročníku.

V tématickém okruhu **Pěstitelské práce** se vyskytují témata:

- Základní podmínky pro pěstování rostlin, půda a její zpracování, výživa rostlin, osivo
- Pěstování rostlin ze semen v místnosti, na zahradě (okrasné rostliny, léčivky, koření, zelenina aj.)
- Pěstování pokojových rostlin
- Rostliny jedovaté, rostliny jako drogy, alergie

2.3.1.4. **Průřezová témata**

Průřezová témata reprezentují v RVP ZV okruhy aktuálních problémů současného světa a stávají se významnou a nedílnou součástí základního vzdělávání. Jsou důležitým

formativním prvkem základního vzdělávání, vytvářejí příležitosti pro individuální uplatnění žáků i pro jejich vzájemnou spolupráci a pomáhají rozvíjet osobnost žáka především v oblasti postojů a hodnot.

Tematické okruhy průřezových témat procházejí napříč vzdělávacími oblastmi a umožňují propojení vzdělávacích obsahů oborů. Tím přispívají ke komplexnosti vzdělávání žáků a pozitivně ovlivňují proces utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků. Žáci dostávají možnost utvářet si integrovaný pohled na danou problematiku a uplatňovat širší spektrum dovedností.

Průřezová témata tvoří povinnou součást základního vzdělávání. Škola musí do vzdělávání na 1. stupni i na 2. stupni zařadit všechna průřezová témata uvedená v RVP ZV.

V etapě základního vzdělávání jsou vymezena tato průřezová témata:

- Osobnostní a sociální výchova
- Výchova demokratického občana
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
- Multikulturní výchova
- **Environmentální výchova**
- Mediální výchova

V průřezovém tématu **Environmentální výchova** najdeme tematický okruh **Základní podmínky života**. V tomto tematické okruhu se vyskytuje téma:

- Půda (propojenost složek prostředí, zdroj výživy, ohrožení půdy, rekultivace a situace v okolí, změny v potřebě zemědělské půdy, nové funkce zemědělství v krajině, ochrana biologických druhů (důvody ochrany a způsoby ochrany jednotlivých druhů)

(<http://www.rvp.cz/soubor/rvpzv-lmp.pdf>)

2.3.2. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G)

Vzdělávací obsah na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií je v RVP G orientačně rozdělen do osmi **vzdělávacích oblastí**. Jednotlivé vzdělávací oblasti jsou tvořeny jedním vzdělávacím oborem nebo více obsahově blízkými vzdělávacími obory:

- Jazyk a jazyková komunikace (Český jazyk a literatura, Cizí jazyk, Další cizí jazyk)
- Matematika a její aplikace (Matematika a její aplikace)
- Člověk a příroda (Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie, Geologie)
- Člověk a společnost (Občanský a společenskovědní základ, Dějepis)
- Člověk a svět práce (Člověk a svět práce)
- Umění a kultura (Hudební obor, Výtvarný obor)
- Člověk a zdraví (Výchova ke zdraví, Tělesná výchova)
- Informační a komunikační technologie (Informační a komunikační technologie)

+ Průřezová témata:

- Osobnostní a sociální výchova
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
- Multikulturní výchova
- Enviromentální výchova
- Mediální výchova

2.3.2.1. Člověk a příroda

Vzdělávací oblast **Člověk a příroda** má umožnit žákům poznávat, že bariéry mezi jednotlivými úrovněmi organizace přírody reálně neexistují, jsou často jen v našem myšlení a v našich izolovaných přístupech. Svým obsahovým, strukturním i metodickým pojetím má oblast vytvářet prostředí koordinované spolupráce všech gymnaziálních přírodovědních vzdělávacích oborů.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda je členěna na vzdělávací obory **Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie a Geologie**.

Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru **Geologie** je členěna do čtyř tematických okruhů:

- Složení a struktura Země
- **Geologické procesy v litosféře**
- Voda
- Člověk a anorganická příroda

V tématické okruhu **Geologické procesy v litosféře** se vyskytuje téma:

- Zvětrávání a sedimentační proces – mechanické a chemické zvětrávání, srážení, sedimentace, vznik a vývoj půd

2.3.2.2. Průřezová témata

Průřezová témata vstupují do vzdělávání jako témata, která jsou v současnosti vnímána jako aktuální. Tato témata mají především ovlivňovat postoje, hodnotový systém a jednání žáků. Průřezová témata prochází jako důležitý formativní prvek celým vzděláváním, proto vzdělávání na gymnáziu v tomto smyslu navazuje na průřezová témata v základním vzdělávání, kde se s nimi žáci setkávají poprvé.

Obsah průřezových témat doporučený pro vzdělávání na gymnáziu je rozpracován do **tématických okruhů**, které obsahují nabídku **témat** (činností, námětů). Všechny tématické okruhy jsou povinné (škola musí zařadit do svého ŠVP všechny tématické okruhy), hloubka, rozsah (výběr témat) a formy jejich realizace jsou zcela v kompetenci školy a konkretizují se v ŠVP.

Do vzdělávání ve čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií jsou zařazena tato průřezová témata:

- Osobnostní a sociální výchova
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
- Multikulturní výchova
- **Enviromentální výchova**
- Mediální výchova

V průřezovém tématu **Enviromentální výchova** najdeme tématický okruh **Člověk a životní prostředí**. V tomto tématickém okruhu se vyskytuje téma:

- K čemu člověk využívá půdu a jaké důsledky z toho pro životní prostředí vyplývají (http://www.rvp.cz/soubor/rvpg_9_10_2006.pdf)

2.4. Rozbor učebnic pro ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií týkající se tématu „PŮDA“

KVASNIČKOVÁ, D. *Základy ekologie*. 1.vyd. Praha : Fortuna, 1997. 104s. ISBN 80-168-418-X

Obsah knihy:

- Co je život?
- Základy obecné ekologie
- Člověk
- Životní prostředí člověka
- Péče o životní prostředí
- Závěr
- Rejstřík

V tématickém celku **Základy obecné ekologie** je zařazeno téma „PŮDA“.

- ❖ Co je to půda
- ❖ Pedosféra
- ❖ Velikost půdních částic
- ❖ Složení půdy
- ❖ Půdní druhy
- ❖ Půdní typy
- ❖ Půdní profil
- ❖ Činitelé ovlivňující vznik půdy
- ❖ Vztah zemských sfér (hydrosféra, biosféra, ...)

V tématické celku **Péče o životní prostředí** je zmínka o existenci zařízení pro čištění půdy a o způsobu kompostování biologického odpadu.

KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., TONIKA, J., aj. *Poznáváme život : přírodopis s výrazným ekologickým zaměřením pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 1.vyd. Praha : Fortuna, 1996. 111s. ISBN 80-7168-374-4

Obsah knihy:

- Úvodem
- Zkoumání přírody
- Vesmír – Země – podmínky života (+3 laboratorní práce)
- Vývoj Země, života a člověka (+laboratorní práce)
- Současná biosféra
- Základ a trvání života
- Naše příroda (+laboratorní práce)
- Příloha
- Rejstřík

V tématické celku **Úvodem** je ukázán obrázek znázorňující člověka v potravních vztazích (vyskytuje se zde i pojem půda).

V tématickém celku **Vesmír – Země – podmínky života** je zařazeno rozsáhlé téma Pedosféra.

- ❖ Co je to půda
- ❖ Půdotvorní činitelé
- ❖ Zvětrávání
- ❖ Vliv teploty prostředí a vodních srážek na půdu
- ❖ Humus
- ❖ Půdní úrodnost
- ❖ Organismy žijící v půdě
- ❖ Složení půdy
- ❖ Kyselá a zásaditá půda
- ❖ Půdní profil a půdní horizonty
- ❖ Půdní typy
- ❖ Půdní druhy
- ❖ Půdní struktura
- ❖ Devastace půdy
- ❖ Eroze
- ❖ Vztahy jednotlivých zemských sfér
- ❖ Oběh látek v přírodě
- ❖ Kompostování

Součástí tohoto tématického celku jsou i laboratorní práce s názvem: Pozorování a rozbor půdního profilu.

Součástí tématického celku **Naše příroda** jsou laboratorní práce s názvem: Vlastnosti půdy v okolí. Můžeme zde najít i tabulku rozdělení různých druhů půd (bohaté půdy, kyselé půdy,...) v různých druzích ekosystému (habrové doubravy, kyselé doubravy,...).

KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., PECINA, P. aj. *Ekologický přírodopis : pro 6. ročník základních škol a nižší ročníky víceletých gymnázií. 3. vyd. Praha : Fortuna, 2002. 128s. ISBN 80-7168-783-9*

Obsah knihy:

- Poznáváme přírodu
- Les
 - Rostliny a houby našich lesů (+3 laboratorní práce)
 - Lesní patra
 - Živočichové v lesích
 - Vztahy živočichů a rostlin v lese

- Rozmanitost a význam lesů
- Péče o lesy
- Voda a její okolí
 - Vlastnosti vodního prostředí
 - Rybník
 - Rostliny rybníka a jeho okolí (+ laboratorní práce)
 - Živočichové
 - Rybník jako celek
- Louky, pastviny a pole
 - Rostliny travních společenstev
 - Rostliny polí (+ laboratorní práce)
 - Živočichové travních společenstev
 - Travní společenstva jako celek
- Příroda našeho okolí
- Třídění organismů

V tématické celku **Louky, pastviny a pole** jsou formou otázek zopakovány základní znalosti o půdě (např. Co půda obsahuje? Která půda bývá nejúrodnější? Jak probíhá zvětrávání hornin?...). Na tyto otázky mají děti odpovědět a osvěžit si tak své předchozí znalosti z přírodovědy. Pomoci jim mají obrázky. Je zde zmínka i o erozi půdy.

3. METODIKA A CÍLE PRÁCE

Cílem mé diplomové práce bylo vypracovat návody pro školní pozorování a pokusy s půdou, které mohou sloužit jako pomůcka pro učitele základních a středních škol.

Po zadání diplomové práce jsem se snažila shromáždit co nejvíce materiálu o tématu „PŮDA“ a školních pokusech s půdou. Navštívila jsem proto základní školy, gymnázia, zemědělské školy a ptala jsem se vyučujících, zda zkouší nějaké pokusy s půdou. Na gymnáziích většinou školní pokusy neprovádí z nedostatku času nebo je prováděli spíše v minulých letech. Na zemědělských školách jsou jednoduché rozborů půdy (pH půdy, určení půdního druhu, důkazy iontů, atd.) zařazeny do vyučování. Pro naše účely jsem vybrala jen víceletá gymnázia, protože by bylo obtížné postihnout síť ostatních středních škol. Pro literární rešerši jsem sbírala podklady pro svou práci v knihovnách. Pro svou praktickou část práce jsem údaje čerpala z literatury a také ze zdrojů ekologických organizací CEGV Cassiopeia v Českých Budějovicích a Sdružení TEREZA v Praze, které vydaly mnoho pěkných publikací o půdě.

Předpokladem pro vypracování praktické části bylo pokusy samostatně vyzkoušet, poté vybrané pokusy vyzkoušet přímo s žáky a nakonec pokusy zhodnotit a utřídit. Rovněž jsem i navrhla 4 pokusy sama. Nedílnou součástí práce bylo zajištění pomůcek pro pokusy (nasbírat a usušit různé druhy půdy, namíchat chemikálie, koupit testy pro stanovení pH půdy – Ben-test, Tetra test, koupit semena fazolí, atd.). Posléze jsem všechny pokusy sama vyzkoušela v laboratoři katedry biologie PF JU nebo na vlastní zahradě. Vybrané pokusy jsem vyzkoušela se studenty Gymnázia Dr. Aleše Hrdličky. Pokusy jsem poté vyhodnotila podle časové náročnosti, obtížnosti a náročnosti na pomůcky a doporučila dané pokusy pro ZŠ či pro víceletá gymnázia.

4. ŠKOLNÍ POZOROVÁNÍ A POKUSY S PŮDOU – METODICKÉ ZPRACOVÁNÍ

4.1. Pokusy – fyzikální vlastnosti půdy

4.1.1. Orientační určení půdního druhu

Zdroj

Materiály poskytnuté CEGV Cassiopeia

SLÍPKA, M. a SLÍPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Půdní druh se dá zjistit jednoduchým způsobem. Určíme ho podle charakteru válečku, který vyválíme ze zeminy.

Pomůcky

vzorky půdy, podložka

Postup

Nasbírají se vzorky půdy v několika různých místech. Z půdy se vytváří váleček, který se stáčí do kroužku. Pokud je půda suchá, mírně se navlhčí. Po porovnání výsledku pokusu s následujícím textem se snadno zjistí půdní druh (**obr. 12.1, příloha 1**).

Vyhodnocení

Zjištěné vlastnosti

Převládají ostrá zrnka písku, zemina
nešpiní mezi prsty. Nedá se utvořit kulička.

Půdní druh

píščitá

Mnoho zrn písku, málo jemných částic.
Podaří se utvořit kuličku, ale ne váleček.

hlinitopíščitá

V zemině cítíme písek i jemnější částice.
Dá se utvořit kratší váleček, který se při
stáčení do kroužku rozpadává.

píščitohlinitá

Málo zrn písku, zemina se dobře roztírá.

Podaří se utvořit delší váleček, který se jen stěží dá stočit do kroužku.

hlinitá

Mazlavá zemina se dobře tvaruje. Dá se z ní utvořit dlouhý váleček, který lze stočit do kroužku.

jílovitohlinitá

Mazlavá zemina bez zrn písku, velmi ulpívá na prstech. Dá se z ní utvořit dlouhý váleček, s nímž lze pracovat jako s plastelínou.

jílovitá a jíl



Obr. 12.1 Jílovitá půda

4.1.2. Stanovení zrnitosti půdy usazováním

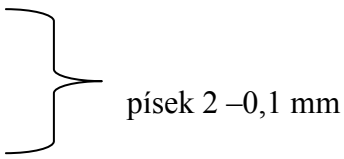
Kopeckého stupnice (viz. **tab. 1** v literární části str. 33) třídí půdní částice podle velikosti na různé zrnitostní kategorie. Podle zrnitostní skladby se půdy člení do půdních druhů (viz. **tab. 2** v literární části str. 34). Půdní druh je tedy označení půdy podle zrnitosti, na rozdíl od půdního typu, který je základní klasifikační jednotkou při třídění genetickém.

Podrobnější stupnice třídění zrn rozlišuje tyto kategorie:

Drť (skelet) – částice větší než 2 mm, dělí se na :

- Hrubý štěrk nad 50 mm
- Drobný štěrk 10–50 mm
- Šotolinu 5–10 mm
- Drolinu 2–5 mm

Jemnozeme – částice menší než 2 mm, dělí se na:

- Hrubý písek 2–1 mm
 - Střední písek 1–0,5 mm
 - Jemný písek 0,5–0,2 mm
 - Velmi jemný písek 0,2–0,1 mm
 - Práškovitý písek 0,10–0,05 mm
 - Prach 0,05–0,01 mm
 - Částice jílnaté pod 0,01 mm
 - Velmi jemný prach 0,01–0,002 mm
 - Jíl (fyzikální) pod 0,002 mm
- 

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLÍPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

BERGSTEDT, CH. a kol. *Člověk a příroda – Půda : učebnice pro integrovanou výuku*. 1.vyd. Plzeň : Fraus, 2005. 63s. ISBN 80-7238-340-X

Princip

Pokus je založen na rychlosti klesání půdních částic v závislosti na jejich velikosti.

Pomůcky

vzorky jemnozeme (**obr. 14**) z různých druhů půd, skleněné válce, voda, tyčinka

Postup

Odvážené vzorky jemnozeme z různých druhů půd (nejlépe 50–100 g) se nasypou do stejných skleněných válců ($v = 20\text{--}30\text{ cm}$), válce se naplní vodou a zemina se v nich buď tyčinkou, nebo ještě lépe převrácením válců po utěsnění otvoru důkladně promíchá. Potom se nechají válce stát, aby v klidu probíhalo usazování půdních částic (**příloha 2**). Částice klesají ke dnu tím rychleji, čím jsou větší. Po dvaceti až třiceti minutách se provede kontrola, změří se síla jednotlivých vrstviček (hrubý písek, jemný písek, prachové částice, jíl) a provede se srovnání jejich poměrů u všech zkoumaných vzorků.

Vyhodnocení

Nejrychleji ke dnu klesají částice, které jsou největší (hrubý písek) a nejpomaleji nejmenší částice (jílovité).

Varianta pokusu: Na základě množství usazených komponentů se určí půdní druh podle **tabulky 5**.

Usazené komponenty	Půdní druh
Více než 90%	Písčitá půda
90% až 75%	Hlinitý písek
75 % až 65%	Písčitá hlína
65% až 35 %	Hlinitá půda
35% až 25 %	Hlinitojílovitá půda
Méně než 25 %	Jílovitá půda

Tab. 5 Zjištění půdního druhu usazováním



Obr. 14 Jemnozeme

Poznámka:

Výchozím materiálem pro zrnitostní rozbor je jemnozeme, což je prosivek sítem s kruhovými vrtanými otvory o průměru 2 mm. Jsou to tedy částice a agregáty o průměru menším než 2 mm.

Příprava jemnozeme:

Z hrubého, na vzduchu vyschlého vzorku půdy (hrubozeme) se odstraní hrubší úlomky hornin a minerálů a rostlinné zbytky. V třecí misce se vzorek opatrně rozmělnuje tak, aby byly porušeny jen stmelené agregáty (hrudky) bez porušení pevných částic skeletu a písku (tedy jen třením, nikoliv roztloukáním). Rozmělněný vzorek se prosévá na sítu (2 mm), které je nasazeno na válcovité sběrné nádobě, shora uzavřené víčkem, aby se omezilo

prášení. Zemina, která prošla sítím (2 mm) se nazývá jemnozem. Takto připravená jemnozem se uschová v prachovnicích nebo igelitových sáčcích, popř. papírových sáčcích.

4.1.3. Usazování půdy

Zdroj

HEWITTOVÁ, S. *Proč a jak? Zábavné pokusy v přírodě*. 1.vyd. Havlíčkův Brod : Fragment, 2002. 112s. ISBN 80-7200-641-X

Princip

Jednoduchým pokusem se přesvědčíme z jakých vrstev je půda složena (**obr. 16**).

Pomůcky

půda, síto, kbelík, zavařovací sklenice s šroubovacím uzávěrem, voda

Postup

Část hlíny se dá do síta a prosívá se nad kbelíkem. To, co v sítu zůstane se roztřídí (kamínky, kousky rostlin, živočichové,...). Hlína se dá do zavařovací sklenice s šroubovacím uzávěrem, naplní se skoro po okraj vodou a víčko se zašroubuje. Sklenice s hlínou a vodou se protřepává a pak se její obsah nechá ustát. Sklenicí se nehýbe a po chvíli se může pozorovat rozdělení půdy do vrstev (**příloha 3**).

Vyhodnocení

Půda je tvořena směsí zbytků rostlin, živočichů a také kousky hornin.



Obr. 16 Vrstvy půdy (na gymnáziu)

4.1.4. Stanovení zrnitosti půdního vzorku dekantací

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Dekantace (promývání) půdního vzorku vodou za současného usazování nám pomůže určit jeho zrnitost.

Pomůcky

skleněný válec s broušenou zátkou, zátka, voda, vzorek jemnozeme

Postup

Vzorek jemnozeme o váze 25 g se vloží do skleněného válce o průměru 7 cm a výšce 25–30cm, který je opatřen broušenou zátkou. Potom se válec naplní do výšky 20 cm vodou, uzavře zátkou a po dobu deseti minut se v něm vzorek rozplavuje převrácením. Potom se nechá probíhat sedimentace po dobu 1 minuty a 40 sekund - za tu dobu se usadí písek, prachový písek a částice prachové (**obr. 18**). Po uplynutí uvedené doby se rychle slije voda s částicemi, které jsou v ní ještě rozptýleny, do připravené nádoby se tím odlijí částice jílnaté a půdní koloidy (**příloha 4**). Protože i některé částice jílnaté již klesly ke dnu válce spolu s hrubšími podíly, je nutno uvedený postup ještě jednou zopakovat (jen doba protřepávání vzorku ve vodě je zde zkrácena). Stejným způsobem se pak oddělují částice prachové, a to slitím vody z válce po usazování, které trvalo 29 sekund. Ve válci zůstane prachový písek a písek.

Vyhodnocení

Jednotlivé podíly frakcí lze přesně zjistit vážením po vysušení.

Přepočítání sedimentačních dob pro různě vysoký sloupec vody je možno dělat podle známých sedimentačních rychlostí:

Částice jílnaté	se usazují rychlostí 0,2 mm/s
Částice prachové	se usazují rychlostí 2,0 mm/s
Prachový písek	se usazuje rychlostí 7,0 mm/s
Jemný písek (\varnothing 0,1–0,2 mm)	se usazuje rychlostí 25,0 mm/s

(Hrubý písek a kamínky klesají ke dnu ještě rychleji).



Obr. 18 Sedimentace vzorku písku ve válci s broušenou zátkou

4.1.5. Srovnání propustnosti různých druhů půd pro vodu

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

SMRŽ, T. a JANEČKOVÁ, L. *Půda : výukový program pro II. stupeň ZŠ a nižší ročníky gymnázií*. 1.vyd. České Budějovice : CEGV Cassiopeia České Budějovice, 1998.

Princip

Pro zásobení rostlin vodou z půdy je důležitá vlastnost, která se nazývá vodní propustnost půdy. Je to schopnost půdy propustit určité množství vody. Propustnost půdy závisí na půdním druhu (**obr. 20**).

Pomůcky

3 nálevky, vata, vzorky půdy, skleněné baňky či válce, voda, hodinky s vteřinovou ručičkou, kruhový držák, stojan (**příloha 5**)

Postup

Tři stejně velké nálevky se ve zúženém místě ucpou kouskem vaty a naplní do stejné výše půdními vzorky. Nálevka č. 1 půdou písčitou, č. 2 hlinitou a č. 3 jílovitou. Vzorky v nálevkách se umačkají, aby se hutnost zemin blížila stavu v přirozeném uložení. Potom se

nálevky postaví do skleněných baněk nebo válců (nejlépe kalibrovaných) a na všechny vzorky se nalije stejné množství vody.

Zjišťuje se: za jakou dobu prokápne první kapka, kolik kapek prokape za jednu minutu, kolik vody proteče vzorkem za určitou dobu (např. za 5 minut, 10 minut, 20 minut) a doba, kdy prokapávání končí a kolik vody půda celkem propustila. Zjištěné hodnoty všech vzorků se zapíše do tabulky a provede se srovnání. (Pokus je možno také provést se skleněnými válci bez dna).

Vyhodnocení

Písčité půdy vytváří hrubé póry s dobrou propustností pro vodu (lehká půda). Hlinitá půda utváří menší póry s náchylností k tvorbě slitého prostorového uspořádání s menší propustností pro vodu (středně těžká půda). Jílovitá půda má vysokou soudržnost a přilnavost a nejmenší propustnost pro vodu (těžká půda).



Obr. 20 Propustnost různých druhů půd pro vodu (zleva-doprava písčité, hlinitá, jílovitá)

4.1.6. Určení vzlínivosti vody v různých druzích půd

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Vzlínivost (kapilární elevace) je založena na pohybu vzhůru proti gravitaci díky kapilárním jevům. Stejně jako propustnost závisí vzlínivost na půdním druhu.

Pomůcky

skleněné válce bez dna, síto nebo gáza, vzorky půdy, miska, voda

Postup

Skleněné válce bez dna (široké skleněné trubice) se na spodní straně uzavřou sítem nebo gázou a naplní se do stejné výšky vzorky zkoumané půdy. Potom se válce postaví do misky s vodou. Pozoruje se, jak rychle voda v různých druzích půdy vzlíná a změřené hodnoty se zapíší do tabulky (**obr. 22**). Kdyby se zjišťovala i maximální výška vzlínivosti, trval by pokus až několik týdnů.

Vyhodnocení

Nejméně voda vzlíná v půdě jílovité a naopak nejvíce v půdě písčité.



Obr. 22 Vzlínivost vody v různých druzích půdy (zleva doprava–jílovitá, hlinitá, písčitá)

4.1.7. Určení pevnosti drobtovité struktury půdy

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Pevnost drobtovité struktury půdy určuje dobrý stav půdy, což znamená, že se drobty účinkem vody příliš nerozpadají (**obr. 23**). Další obrázky v **příloze 6**.

Pomůcky

pinzeta, vzorky půdy, Petriho misky, destilovaná voda, pipeta

Postup

Z různých vzorků půdy se vybere pinzetou po deseti drobtech (hrudkách) půdy o průměru 2–5 mm, dají se do Petriho misek a potom se do každé misky přidá pipetou tolik vody (destilované), aby jí byly půdní drobty zality asi do dvou třetin. Misky se nechají stát asi 10 minut v klidu, potom se jimi krátce zatřese a provede se zjištění, do jaké míry se drobty z jednotlivých vzorků rozpadly.

Vyhodnocení

Drobty půdy s dobrou strukturou se buď nerozpadnou vůbec, nebo jen na několik větších částí. Čím více se půdní drobty rozpadají, tím horší je struktura půdy. (Půdy se špatnou strukturou se deštěm snadno rozrušují a zbahňují. Strukturu těchto půd je možno zlepšit hnojením statkovými hnojivy, aby se zvýšilo množství humusu a vápněním).



Obr. 23 Rozpadání drobtů jednotlivých vzorků půdy (nahore zleva doprava–písečná, jílovitá, dole zleva doprava–zahradnický substrát, hlinitá půda)

4.1.8. Posouzení vlhkosti půdy v terénu

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Půdní vlhkostí rozumíme obsah vody v půdě za daných okolností a vyjadřujeme ji v procentech z hmotnosti suché zeminy (váhová %), nebo z celkového objemu půdy (objemová %). V terénu posuzujeme vlhkost podle vzhledu zeminy a podle pocitu, který vyvolává zem na suchou ruku posuzovatele.

Pomůcky

vzorky půdy

Postup

Podle vzhledu a pocitu, který vyvolává půda na suchou ruku se určí půdní vlhkost vzorku půdy dle Novákovy stupnice (**obr. 25**). Další obrázky v **příloze 7**.

Vyhodnocení

Zjištěnou půdní vlhkost charakterizujeme podle uvedené Novákovy stupnice, která se v půdoznalecké praxi dobře osvědčila (viz. **tab. 3** v literární části str.41).



Obr. 25 Prstová zkouška ke stanovení půdní vlhkosti vzorku půdy dle Novákovy stupnice

4.1.9. Stanovení vlhkosti půdy vysušovací metodou

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

NEVRKLA, A. *Cvičení ze základů půdoznalství, agrometeorologie, výživy a ochrany rostlin*. 1.vyd. České Budějovice : Pedagogická fakulta JU Č. Budějovice, 1991. 120s. ISBN 80-7040-049-8

LEDVINA, R. a HORÁČEK, J. *Půdoznalství : interní studijní text pro II.ročník provozně podnikatelského oboru*. České Budějovice : Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta České Budějovice, 1997. 144s.

Princip

Zjišťováním vlhkosti půdy se stanovuje tzv. momentální půdní vlhkost, tj. vlhkost půdy při odběru vzorku zeminy v terénu. Pro zjištění celkové zásoby vody v půdě a zjišťování dynamiky půdní vody se sleduje vlhkost v různých hloubkách půdy.

Vzorky pro stanovení půdní vlhkosti se odebírají vrtákem nebo z půdní sondy z předem stanovených hloubek a ihned se ukládají do hliníkových vysoušeček.

Pomůcky

vzorky půdy, hliníková vysoušečka, technické váhy, sušárna, exsikátor (**příloha 8**)

Postup

Vzorek zeminy o hmotnosti 10–15 g se dá do hliníkové vysoušečky, těsně se uzavře a ihned zváží na technických vahách s přesností do 0,01 g . Potom se vysoušečka otevře a vzorek se nechá sušit v laboratorní sušárně při teplotě 105 °C 4–8 hodin. Po uplynutí tohoto času se vysoušečka rychle zakryje víkem, dá se do exsikátoru a po vychladnutí odváží. Znovu se suší asi 2 hodiny a váží. Jestliže rozdíl hmotnosti mezi prvním a druhým vážením nepřesahuje 0,01 g, vysušení se považuje za skončené (**obr. 27**).

Vyhodnocení

Vlhkost vzorku vztahená k hmotnosti zeminy (hmotnostní vlhkost, $V_{hm.}$) je dána vztahem:

$$V_{hm.} = \frac{M_w}{M_s} \cdot 100 \text{ (\% hmot.)}, \text{ kde } M_w = \text{hmotnost vody ve vzorku} - \text{zjistí se z rozdílu}$$

hmotnosti vlhkého a vysušeného vzorku (tzn. hmotnost vysoušečky se zeminou po odběru - hmotnost vysoušečky se zeminou po vysušení)

M_s = hmotnost vysušeného vzorku (tzn. hmotnost vysoušečky se zeminou po vysušení - hmotnost vysoušečky)

Poznámka: Pro stanovení vlhkosti se analyzují čtyři souběžné vzorky a výsledná hodnota je průměrem ze všech zkoušek.



Obr. 27 Vysušený vzorek zeminy v hliníkové vysoušečce

4.1.10. Určení struktury půdy

Zdroj

MARŠÍKOVÁ, I. *Průvodce půdním profilem*. Praha : Sdružení TEREZA, 2005.

HORÁČEK, J., LEDVINA, R. a KOUBALÍKOVÁ, J. *Geologie a půdoznalství : cvičení pro I. ročník studia*. 1.vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta České Budějovice, 1994. 114 s. ISBN 80-7040-106-0

Princip

Podle působení půdy na suchou ruku pozorovatele se posoudí půdní struktura podle daných obrázků (viz. **obr. 5 a 6** v literární části str. 35 a 36).

Pomůcky

různé půdní druhy, obrázky půdní struktury

Postup

Vezme se do ruky vzorek půdy a zhodnotí se jeho půdní struktura podle daných obrázků z literární části.

Vyhodnocení

Půdní struktura se stanoví dle podle obrázků z literární části (**příloha 9**).

4.1.11. Důkaz vlivu vápna na kvalitu půdy

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Pokus je založen na důkazu zlepšení struktury půdy vápněním.

Pomůcky

2 stejné květináče, jílovitá ornice, vápenný prach

Postup

Dva stejné květináče se naplní jílovitou ornici. Do jednoho z nich se přimíchá vápenný prach (**obr. 30**). V obou květináčích se udržuje ornice stejně mírně vlhká. Po měsíci (i déle) se zeminy z obou květináčů prohlédnou a srovnají.

Vyhodnocení

V ornici s vápnem se vytváří drobtovitá struktura, což je důkaz zlepšení struktury půdy po přidavku vápenného prachu.



Obr. 30 Jílovitá ornice s přidáním vápenného prachu (vpravo) a bez vápenného prachu (vlevo) po měsíci a půl

4.1.12. Půdní vzduch

Zdroj

BERGSTEDT, CH. a kol. *Člověk a příroda – Půda : učebnice pro integrovanou výuku*.
1.vyd. Plzeň : Fraus, 2005. 63s. ISBN 80-7238-340-X

Princip

Principem pokusu je zjištění vzduchu v pórech písčité a hlinité půdy na základě vzorce.

Pomůcky

2 odměrné válce (200 ml), voda, písčité půdy a hlinité půdy, kalkulačka

Postup

Dva odměrné válce (200 ml) se naplní 70 ml vody. Potom se přidá pomalu 50 ml písčité půdy do jednoho odměrného válce a 50 ml hlinité půdy do druhého válce. S odměrnými válci se silně zatřepe a pak se nechají stát 5 minut, aby mohl unikat vzduch. Získaný celkový objem každého válce se odečte a údaj se zaznamená. Vypočte se objem vzduchu v pórech (V_p) půdních vzorků podle následujícího vzorce: **(příloha 10)**

$V_p = (\text{objem půdy} + \text{objem vody}) - \text{celkový objem směsi}$

$\text{Objem pórů (v \%)} = (V_p : \text{objem půdy}) \cdot 100\%$

Vyhodnocení

Větší objem vzduchu v pórech má písčité půdy.

4.2. Pokusy – chemické vlastnosti půdy

4.2.1. Stanovení půdní reakce

A) Univerzálním indikátorem Čůta-Kámen

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLÍPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Principem je porovnání zbarvení filtrátu půdy po přidavku indikátoru s barevnou stupnicí.

Pomůcky

vzorek půdy, destilovaná voda, nálevka, filtrační papír, zkumavka, indikátor Čůta-Kámen (jed, hořlavina)

Postup

Do zkumavky se nasype vzorek půdy (nejlépe hned po odebrání) a na něj se nalije asi trojnásobné množství destilované vody (5 g půdy, 15 ml vody). Vzorek se ve vodě krátce potřepe a po usazení hrubších částí se přefiltruje. Do zkumavky, ve které je asi 5 ml filtrátu, se přikápnou dvě až tři kapky indikátoru (**obr. 32**), protřepe se a vzniklé zbarvení se porovná s barevnou stupnicí, která je ke každému indikátoru přiložena.



Obr. 32 Univerzální indikátor Čůta-Kámen

B) Univerzálními indikátorovými papírky

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

SMRŽ, T. a SMRŽOVÁ, L. *Tajemství půdy*. České Budějovice : CEGV Cassiopeia České Budějovice, 2003.

Princip

Princip tohoto stanovení je založen na ponoření indikátorového papírku do suspenze vzorku půdy a porovnání zbarvení se stupnicí (**příloha 11**).

Pomůcky

vzorek půdy, destilovaná voda, zkumavka, indikátorové papírky (**obr. 33**)

Postup

Stejný jako v předešlém případě, ale není třeba filtrovat. Do suspenze vzniklé protřepáváním vzorku v destilované vodě se vloží proužek indikátorového papírku a zbarvení se porovná se stupnicí. (Tento způsob je rychlejší, ale o něco méně přesný).

Vyhodnocení

Podle zbarvení indikátorového papírku rozlišíme tři typy látek: látky kyselé $\text{pH} < 7$, neutrální $\text{pH} = 7$ a látky zásadité $\text{pH} > 7$

Poznámka: Můžete zkusit experimentovat s postupným přidáváním kyseliny (po kapkách šťávu z citronu), vdechováním oxidu uhličitého skleněnou trubičkou (reakcí s vodou vzniká disociovaná kyselina uhličitá, mělo by docházet k okyselování) nebo přidáváním vápence.



Obr. 33 Universální indikátorové papírky s barevnou stupnicí

C) Stanovení pH (pH-metrem)

Princip

pH metr nám slouží k přesnějšímu změření pH půdního výluhu. Existuje více pH metrů (stolní, ruční) (**obr. 35, 36**).

Pomůcky

kádinka, laboratorní váhy, destilovaná voda, pH-metry (stolní, ruční)

Postup

Měření na stolním pH metru HANNA 213:

10 g jemnozeme se smíchá s 50 ml destilované vody, tato suspenze se přefiltruje do kádinky. Kádinka s výluhem se umístí na míchadlo a nechá se dostatečně promíchat a to zmáčknutím tlačítka STIRRING. Poté se do výluhu vloží elektroda pH-metru (elektrodu je nutno vložit do vody až po kruhové čidlo) a změří se hodnota pH. Elektrodu přístroje je nutné vždy před a po měření opláchnout destilovanou vodou! pH-metr před vlastním měřením musíme zkalibrovat!

Měření na ručním pH metru HANNA:

pH metr se musí nejdříve pomocí pufrčních roztoků zkalibrovat. Víčko spodní části pH metru se sundá, pH metr se ponoří po čidlo do vody a zmáčkne se tlačítko ON. Poté nám pH metr odečte aktuální pH půdního výluhu (**příloha 12**).

Vyhodnocení

Naměřené pH	Hodnocení půdní reakce
méně než 4,9	silně kyselá
4,9–5,9	kyselá
6,0–6,9	slabě kyselá
7,0	neutrální
7,1–8,0	slabě alkalická
8,1–9,4	alkalická
více jak 9,4	silně alkalická



Obr. 35 pH metr HANNA 213 – stolní s míchadlem



Obr. 36 pH metr HANNA – ruční

D) Stanovení pH (Ben-testem)

Princip

Ben-test (**obr. 38**) je určen pro rychlé stanovení reakce zeminy. Složení roztoků umožňuje provést analýzu během několika minut.

Pomůcky

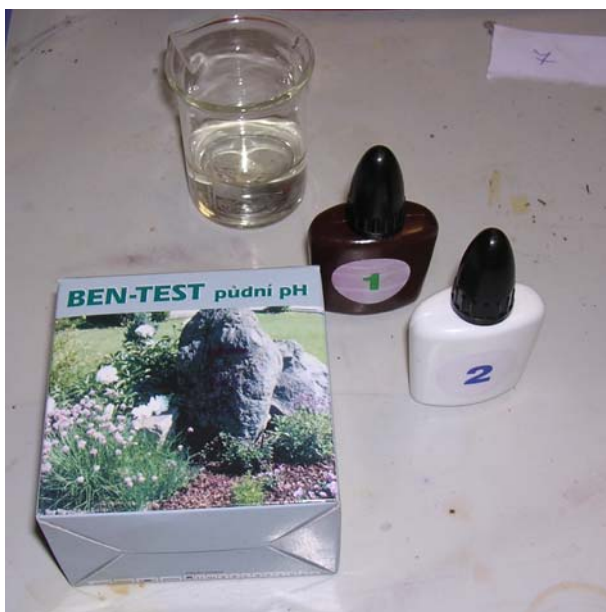
půda, destilovaná voda, filtrační aparatura, Ben-test

Postup

Odebraný vzorek půdy se nasype do přiložené kádinky (do výše cca 1 cm), zalije se do $\frac{3}{4}$ destilovanou vodou, přidá se 10 kapek roztoku č.1 (hnědá lahvička) a promíchá se. Dále se přidá 10 kapek z lahvičky č.2 (bílá lahvička), opět se vzorek promíchá. Po několika vteřinách se srovná vzorek s barevnou stupnicí. Barevné políčko, odpovídající barvě měřeného roztoku (s uvedenou hodnotou) určuje výsledné pH (**příloha 13**). Roztok č.2 obsahuje složky, které zajistí okamžitou sedimentaci, takže není třeba čekat roztok po dobu několika hodin.

Vyhodnocení

Podle barevné stupnice se opět stanoví míra kyselosti či zásaditosti půdy. Tento test je vhodný pro zahrádkáře, kteří mohou podle výsledného pH určit vhodnost půdy pro pěstované rostliny.



Obr. 38 Ben-test

E) Stanovení pH (Tetra testem)

Princip

Tetra test (**obr. 40**) znají hlavně rybáři, kteří pomocí něj zjišťují pH akvarijní vody, množství dusitanů a dusičnanů ve vodě. I my pomocí tohoto testu můžeme z půdního výluhu stanovit pH půdy. Další obrázek **příloha 14**.

Pomůcky

půda, filtrační aparatura, destilovaná voda, Tetra test

Postup

Testovací nádoba a stříkačka se vypláchne v půdním výluhu. Pomocí stříkačky se naplní testovací nádoba 5 ml půdního výluhu. Lahvička s testovacím vzorkem se podrží nad nádobou s půdním výluhem a nakape se 7 kapek. Nádoba se uzavře víčkem a lehce se protřepe. Zbarvení půdního výluhu se porovná s barevnou stupnicí Tetra testu a určí se pH.

Varování: Nebezpečné! Hořlavina! Testovací vzorek obsahuje formaldehyd a propan 2-ol. V případě vniknutí do očí je okamžitě vypláchněte množstvím vody a vyhledejte lékařskou pomoc. Kontakt s pokožkou může vyvolat podrážděnost. Možné nebezpečí stálých následků. Uchovejte dobře uzavřené.

Vyhodnocení

Podle barevné stupnice Tetra testu se určí pH půdy.



Obr. 40 Tetra test (sada k měření pH, NO_2^{-} , NO_3^{-})

4.2.2. Přibližné stanovení uhličitanu vápenatého v půdě

Zdroj

NEVRKLA, A. *Cvičení ze základů půdoznalství, agrometeorologie, výživy a ochrany rostlin*. 1.vyd. České Budějovice : Pedagogická fakulta JU Č. Budějovice, 1991. 120s. ISBN 80-7040-049-8

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Podstatou metody je sledování intenzity a délky šumění, které způsobuje CO₂ uvolněný při rozkladu uhličitanů působením zředěné kyseliny chlorovodíkové.

Reakce



Pomůcky

Hodinové sklíčko nebo skleněná miska, pipeta, lžička, 10% roztok HCl (do 3 dílů destilované vody se opatrně přilije 1 díl 37% HCl)

Postup

Na hodinové sklíčko nebo na skleněnou misku se dá lžice půdního vzorku a pipetou (nebo kapátkem) se na něj nakape několik ml 10% kyseliny chlorovodíkové. (Je možno dělat i s 8% nebo 10% octanem). Uhličitan vápenatý se začne rozkládat a uvolňuje se oxid uhličitý, při jehož unikání vzniká šumění (**obr. 42**). Podle síly šumění se dá odhadem určit množství uhličitanu vápenatého v půdě. Další obrázek **příloha 15**.

Vyhodnocení

Žádné šumění – obsah CaCO₃ je menší než 0,25 %, je třeba silně vápnit

Velmi slabé šumění – obsah CaCO₃ je menší než 1%, je třeba vápnit

Slabé déle trvající šumění – obsah CaCO₃ je 1–2%, není třeba vápnit

Silné šumění – obsah CaCO₃ je 2–5%

Prudké šumění, déle trvající, pěnicí – obsah CaCO₃ je větší než 5%

Poznámka: Množství uhličitanu vápenatého v půdě lze stanovit přesně vápnoměrem.



Obr. 42 Šumění půdy působením HCl

4.2.3. Důkaz vápníku v půdě

A)

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Šťavelan amonný reaguje za účasti zředěné kyseliny chlorovodíkové s vápníkem za vzniku nerozpustného šťavelanu vápenatého (**obr. 44**).

Pomůcky

kádinka, azbestová síťka, kahan, trojnožka, jemnozem, 5% roztok kyseliny chlorovodíkové, destilovaná voda, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), 10% šťavelan amonný

Postup

V kádince se mírně zahřeje 20 g jemnozeme s 10 ml 5% kyseliny chlorovodíkové. Potom se přidá 50 ml destilované vody, protřepe a přefiltruje (**příloha 16**). K filtrátu se přidá několik kapek roztoku šťavelanu amonného.

Vyhodnocení

Důkazem vápníku v půdě je vznik nerozpustného šťavelanu vápenatého.



Obr. 44 Důkaz vápníku v podobě bílé sraženiny šřavelanu vápenatého

B)

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Zředěná kyselina sírová reaguje za účasti koncentrovaného alkoholu s vápníkem za vzniku bílé sraženiny síranu vápenatého (**obr. 46**).

Pomůcky

jemnozeme, kádinka, 2% roztok kyseliny sírové, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), 96% roztok alkoholu

Postup

20 g jemnozeme se v kádince protřepe s 50 ml 2% kyseliny sírové, zfiltruje se a k filtrátu se přikapává 96% alkohol.

Vyhodnocení

Důkazem vápníku je vznik vrstvičky bílé sraženiny (krystalky síranu vápenatého).



Obr. 46 Důkaz vápníku v podobě bílé sraženiny síranu vápenatého

4.2.4. Důkaz síry (síranů) v půdě

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Chlorid barnatý reaguje v prostředí zředěné kyseliny chlorovodíkové se sírou (síraný) za vzniku bílé sraženiny síranu barnatého (**obr. 47**).

Pomůcky

jemnozeme, kádinka nebo Erlenmayerova baňka, destilovaná voda, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), zkumavka, 5% roztok kyseliny chlorovodíkové, 10% roztok chloridu barnatého

Postup

20 g jemnozeme se protřepe v kádince (nebo v Erlenmayerově baňce) s 50 ml destilované vody. Po usazení hrubých částic se zfiltruje a do zkumavky, ve které je asi 10 ml filtrátu, se přidají 1–2 ml 5% kyseliny chlorovodíkové s 1 ml 10% roztoku chloridu barnatého.

Vyhodnocení

Důkazem přítomnosti síry (síranů) v půdě je vytvoření bílé sraženiny síranu barnatého. Množství sraženiny určuje množství síry (síranů) v půdě.

Poznámka: Místo roztoku chloridu barnatého je možno použít také roztok hydroxidu barnatého.



Obr. 47 Negativní výsledek

4.2.5. Důkaz chloridů v půdě

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Dusičnan stříbrný reaguje v prostředí zředěné kyseliny dusičné s chloridovými ionty za vzniku sraženiny chloridu stříbrného (**příloha 17**).

Pomůcky

jemnozeme, kádinka nebo Erlenmayerova baňka, destilovaná voda, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), zkumavka, 5% roztok kyseliny dusičné, 1–5% roztok dusičnanu stříbrného

Postup

20 g jemnozeme se protřepe v kádince (nebo v Erlenmayerově baňce) s 50 ml destilované vody. Po usazení hrubých částic se zfiltruje a do zkumavky, ve které je asi 10 ml filtrátu, se přidají 1–2 ml 5% kyseliny dusičné s 1 ml 1–5% roztoku dusičnanu stříbrného.

Vyhodnocení

Důkazem obsahu chloridů v půdě je vytvoření bílé sraženiny chloridu stříbrného. Podle množství sraženiny je možno usuzovat na množství chloridů v půdě. Silná vrstva ukazuje na velké, slabý zákal na malé množství chloridů.

4.2.6. Důkaz železa v půdě

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Rhodanid draselný reaguje s železem za přítomnosti zředěné kyseliny dusičné za vzniku červeného roztoku rhodanidu železitého (**obr. 49**). Další obrázek v **příloze 18**.

Pomůcky

jemnozem, kádinka, 5% kyselina dusičná, destilovaná voda, kahan, azbestová síťka, trojnožka, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), rhodanid (thiokyanatan) draselný

Postup

Na 20 g jemnozeme v kádince se přilije 10 ml 5% kyseliny dusičné, protřepe a mírně zahřeje, potom se přidá 50 ml destilované vody a po protřepání zfiltruje. K filtrátu se přikápně roztok rhodanidu (thiokyanatanu) draselného.

Vyhodnocení

Důkazem přítomnosti železa je vznik rhodanidu železitého, který zbarvuje roztok krvavě červeně.



Obr. 49 Důkaz železa v podobě krvavě červeného zbarvení rhodanidu železitého

4.2.7. Důkaz dvojmocného železa v půdě

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Tento důkaz je vhodné provádět v půdě ze zamokřeného pozemku. Ferrikyanid draselný reaguje v prostředí zředěné kyseliny chlorovodíkové za vzniku tmavomodrého roztoku ferrikyanidu železnatého (Thurnbullova modř) (**obr. 51**).

Pomůcky

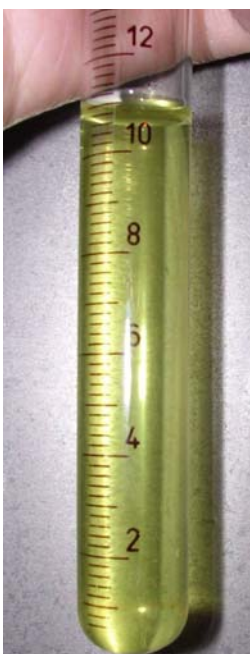
jemnozem, kádinka, destilovaná voda, 5% roztok kyseliny chlorovodíkové, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), zkumavka, 1% roztok ferrikyanidu draselného (červená krevní sůl)

Postup

20 g jemnozeme se v kádince protřepe s 50 ml destilované vody a 1 ml 5% kyseliny chlorovodíkové. Zfiltruje se a do zkumavky s 10 ml filtrátu se přidá 1 ml 1% roztoku ferrikyanidu draselného.

Vyhodnocení

Důkazem přítomnosti dvojmocného železa je vznik ferrikyanidu železnatého, který zbarvuje roztok tmavomodře.



Obr. 51 Negativní výsledek na obsah dvojmocného železa v půdě

4.2.8. Důkaz trojmocného železa v půdě

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Tento důkaz je vhodné provádět s půdou z nezamokřených pozemků. Ferrokyanid draselný reaguje v prostředí zředěné kyseliny chlorovodíkové za vzniku tmavomodrého roztoku ferrokyanidu železitého (berlínská modř) (**obr. 52**).

Pomůcky

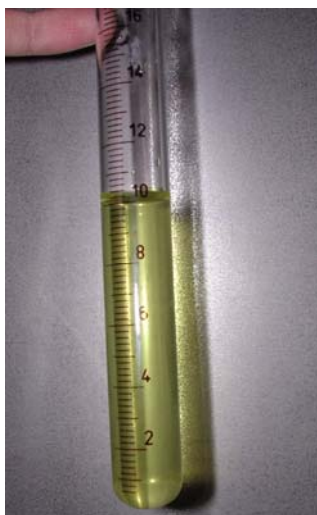
jemnozem, kádinka, destilovaná voda, 5% roztok kyseliny chlorovodíkové, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), zkumavka, 1% roztok ferrokyanidu draselného (žlutá krevní sůl)

Postup

20 g jemnozeme se v kádince protřepe s 50 ml destilované vody a 1 ml 5% kyseliny chlorovodíkové. Zfiltruje se a do zkumavky s 10 ml filtrátu se přidá 1 ml 1% roztoku ferrokyanidu draselného.

Vyhodnocení

Důkazem přítomnosti trojmocného železa je vznik ferrokyanidu železitého.



Obr. 52 Negativní výsledek na obsah trojmocného železa v půdě

4.2.9. Důkaz fosforu v půdě

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Molybdenová soluce reaguje v prostředí mírně zahřáté zředěné kyseliny dusičné za vzniku žluté sraženiny fosfomolybdenanu amonného (**obr. 53**).

Pomůcky

jemnozeme, kádinka, 5% kyselina dusičná, kahan, azbestová síťka, trojnožka, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), molybdenová soluce

Postup

20 g jemnozeme se v kádince protřepe s 50 ml 5% kyseliny dusičné a mírně zahřeje. Potom se přefiltruje a k filtrátu se přidá několik ml molybdenové soluce.

Vyhodnocení

Důkazem přítomnosti fosforu je vznik žluté sraženiny fosfomolybdenanu amonného.



Obr. 53 Důkaz fosforu v podobě žluté sraženiny fosfomolybdenanu amonného

4.2.10. Důkaz draslíku v půdě

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Dusitan kobaltito-sodný reaguje s draslíkem z půdy za vzniku žluté sraženiny dusitanu kobaltito-draselného (**obr. 54**).

Pomůcky

jemnozeme, destilovaná voda, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), dusitan kobaltito-sodný

Postup

20 g jemnozeme se protřepe s 50 ml destilované vody, zfiltruje a k 10 ml filtrátu se přidá několik kapek dusitanu kobaltito-sodného.

Vyhodnocení

Důkazem přítomnosti draslíku je vznik žluté sraženiny dusitanu kobaltito-draselného.



Obr. 54 Negativní výsledek na obsah draslíku v půdě

4.2.11. Důkaz dusičnanů v půdě

A) Stanovení dusičnanů pomocí difenylaminu

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Difenylamin reaguje s dusičnany z půdy za vzniku modrého roztoku (**obr. 55**).

Pomůcky

jemnozeme, destilovaná voda, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), difenylamin

Postup

20 g jemnozeme se vyluhuje s 50 ml destilované vody, zfiltruje a k filtrátu se přidá několik kapek difenylaminu.

Vyhodnocení

Jsou-li v roztoku dusičnany, zbarví se roztok modře.



Obr. 55 Negativní výsledek na obsah dusičnanů v půdě

B) Stanovení dusičnanů pomocí Nitrat-Testu

Princip

Pomocí Nitrat-Testu můžeme stanovit množství dusičnanů v půdním výluhu.

Pomůcky

půda, filtrační aparatura (nálevka, filtrační papír, stojan s držákem), destilovaná voda, Nitrat-test

Postup

Reakční nádoba a injekční stříkačka se vypláchne půdním výluhem. Injekční stříkačkou se odměří do reakční nádoby 4 ml půdního výluhu. Přidá se jedna vrchovatá lopatička reakční látky (Nitrat 1) a kruhovými pohyby se výluh opatrně promíchá. Přidá se 7 kapek testu z kapací nádoby označené Nitrat 2 a znovu se výluh opatrně promíchá. Přesně po třech minutách se určí obsah dusičnanů podle barevné škály a stupnice. Obsah dusičnanů se udává v mg/l.

Vyhodnocení

Obsah dusičnanů se určí nejdříve podle barevné škály a stupnice (1). Reakční nádoba se drží asi 5 cm pod barevnými kroužky na bílé části barevné škály a hledá se shodné zbarvení na stupnici. Při shodě zbarvení se odečte hodnota dusičnanů v mg/l. Pokud se docílí nejtmašího zbarvení, obsahuje testovaná voda podle stupnice (1) 40 mg dusičnanů/l. Proto se provede zkouška znovu, ale testovaný výluh se zředí destilovanou v poměru 1:1 a obsah dusičnanů se určí podle stupnice (2). Pokud se opět docílí nejtmašího zbarvení, provede se další ředění testovaného výluhu v poměru 1:3 a obsah dusičnanů se určí podle stupnice (3). Tímto způsobem je možné stanovit obsah dusičnanů až do koncentrace 160 mg/l (**obr. 56**). Další obrázek v **příloze 19**.

Nitrat-Test na stanovení dusičnanů v půdě je na rozdíl od difenylaminu přesnější, neboť nám určí přibližné množství dusičnanů v mg/l.



Obr. 56 Nitrat-Test s barevnou škálou a stupnicí

Pozn. Obdobným způsobem můžeme stanovit i množství dusitanů v půdě. Tento test se nazývá Nitrit-test.

4.2.12. Stanovení humusu v půdě ze ztráty hmotnosti žiháním

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLÍPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Humus se žiháním vzorku půdy zbavené vlhkosti spálí, proto ho můžeme jednoduše stanovit z rozdílu suché půdy před žiháním a po žihání.

Pomůcky

vzorek půdy, porcelánová miska, kahan, trojnožka, azbestová síťka, sušárna, železná miska, skleněná tyčinka

Postup

Vzorek půdy se zahřeje v porcelánové misce nad plamenem, aby se zbavil veškeré vlhkosti. (Přesnější je vysušení v sušárně při 105 °C). Po zchladnutí se přesně odvážené množství půdy (nejlépe 10 g) v misce nad plamenem žihá po dobu 15 minut za stálého

míchání skleněnou tyčinkou (**obr. 58**). Po ukončení žihání se znovu přesně zváží a zjištěný váhový rozdíl se považuje za množství humusu, protože humus se při žihání spálí.

Poznámka: Protože se při žihání spálí i ostatní organické látky, např. zbytky kořenů v půdě, unikne krystalová vody z vodnatých minerálů, nastává tepelný rozklad uhličitánů apod., je i toto stanovení množství humusu v půdě jen přibližné a většinou se dojde k hodnotě o něco vyšší, než je skutečnost.

Vyhodnocení

Žiháním půdy dochází k redukci její hmotnosti v důsledku spálení humusu.



Obr. 58 Žihání půdy

4.2.13. Stanovení humusu v půdě odhadem

Zdroj

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Na základě toho, že humus dodává půdě tmavou barvu, je možno jeho množství v půdě přibližně určit podle barvy půdy.

Pomůcky

vzorky půdy

Postup

Přinesené různé vzorky půdy se vizuálně podle barvy zhodnotí a určí se množství humusu (**obr. 59.1**). Další obrázky v **příloze 20**.

Vyhodnocení

Půda světlá – šedohnědá.....	slabě humózní	má 1–2% humusu
Půda hnědá.....	mírně humózní	má 1–4% humusu
Půda tmavě hnědá.....	středně humózní	má 2–4% humusu
Půda černohnědá.....	silně humózní	má 4–5% humusu
Půda černá	velmi humózní.....	má více než 5% humusu

Listovka, dobrý kompost a vřesovka obsahují 20–50% humusu, rašelina obsahuje více než 50% humusu.



Obr. 59.1 Půda šedohnědá (1–2 % humusu)

4.3. Pokusy s rostlinami

Pracovní list k pokusům s rostlinami je uveden v příloze 31 (Faktory ovlivňující růst rostlin). Pracovní list je vhodný pro použití na ZŠ a víceletých gymnáziích.

4.3.1. Hledají kořeny vodu?

Zdroj

Materiály poskytnuté CEGV Cassiopeia

Princip

Pokus je založen na důkazu potřeby vody pro semena a zjištění, že kořeny rostou ke zdroji vody.

Pomůcky

bedna na fazole, květináč o průměru 5 cm, zahradní zemina, semena fazolu

Postup

Květináč se postaví do rohu bedny a ta se naplní půdou. Do blízkosti květináče se zasadí větší množství semen. Zasadí se asi deset semen v pravidelných vzdálenostech od květináče. Květináč se naplní vodou – půda se nezalévá, jediným zdrojem vody je květináč. Podle potřeby se do květináče voda zalévá. Asi za 10 dnů se provede kontrola rostlin, poté každý 3. den.

Vyhodnocení

Semena nejbliže k vodě začnou klíčit jako první, nejbližší nemusí vůbec vyklíčit, protože nemají vodu (**obr. 60**). Další obrázek v **příloze 21**. Po deseti až čtrnácti dnech lze zjistit, že kořeny rostou směrem ke zdroji vody.



Obr. 60 Klíčení semen nejbliže k vodě (11.den)

4.3.2. Jak světlo ovlivňuje klíčení?

Zdroj

Materiály poskytnuté CEGV Cassiopeia

Princip

Tento pokus je založen na důkazu potřeby světla k vyklíčení semen.

Pomůcky

květináče, semena fazolu

Postup

Do květináčů se zasadí semena fazolu. Jeden květináč se postaví na světlo a druhý do tmy (např. se vloží do uzavřené papírové krabice). Snahou je, aby obě rostliny měly jinak shodné podmínky (teplotu a vlhkost). Sleduje se, zda obě semena vyklíčí.

Vyhodnocení

Semena klíčí na světle i ve tmě (**obr. 62**), ale k normálnímu růstu rostlina světlo potřebuje.



Obr. 62 Rostlina ve tmě (vlevo) na světle (vpravo) – po 8 dnech

4.3.3. Jak voda ovlivňuje klíčení?

Zdroj

Materiály poskytnuté CEGV Cassiopeia

Princip

Tento pokus je založen na důkazu potřeby vody k vyklíčení semen.

Pomůcky

semena fazolu, květináče, zemina

Postup

Zasadí se několik fazolových semen do květináčů (část do vlhké, část do suché půdy). Květináče se označí štítky sucho a vlhko. V obou květináčích musí být stejná teplota, světlo a přísun vzduchu. Květináč označený vlhko udržujeme vlhký (pravidelnou zálivkou).

Vyhodnocení

Vyklíčí pouze semena, která mají dostatek vláhy (**obr. 63**).



Obr. 63 Vyklíčené semeno s dostatkem vody (vpravo), semeno bez vody (vlevo) – po 13 dnech

4.3.4. Klíčí a roste rostlina stejně v různých typech půdy?

Zdroj

LORBEER, G.C. a NELSON, L. W. *Biologické pokusy pro děti*. 1. vyd. Praha : Portál, 1998. 197s. ISBN 80-7178-165-7

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

Princip

Klíčení a růst rostliny je ovlivněn půdním druhem. Proto je velmi důležité zvolit vhodnou půdu pro rostliny, aby rostly a plodily.

Pomůcky

8 stejných fazolových semen, 4 stejné květináče, 4 druhy půd

Postup

Každý květináč se naplní jedním druhem půdy (lehká, střední, těžká, humusová), zasadí po dvou semenech a označí. Květináče se postaví k oknu. Ve všech se udržuje stejná vlhkost půdy. Jakmile začnou rostliny vzcházet, zakresluje se jejich růst do grafu.

Vyhodnocení

Fazole klíčí ve všech typech půd. Obvykle platí: Rostliny v písku přestanou růst, jakmile spotřebují veškerou potravu, neboť v písku není dostatek živin k dalšímu růstu. V jílovitých půdách vyrostou slabé rostliny s krátkou životností. Humusové a písčitohlinité půdy jsou úrodné – rostliny v těchto půdách jsou silné, s dostatkem velkých listů.

Doplňující informace:

Žáci mohou experimentovat i s jinými typy půd, jako je štěrk nebo kamenitá půda. Mohou půdy míchat v různém poměru, sázet semena jiných rostlin. Pak lze určit pro různé rostliny nejlepší typ půdy.

Obrázky v **příloze 22**.

4.3.5. Jak vzduch ovlivňuje klíčení?

Zdroj

LORBEER, G.C. a NELSON, L. W. *Biologické pokusy pro děti*. 1. vyd. Praha : Portál, 1998. 197s. ISBN 80-7178-165-7

Princip

Pokus je založen na důkazu potřeby vzduchu nejen pro klíčení semen, ale i pro růst rostliny.

Pomůcky

semena fazolu, 2 sklenice, zahradní zem s humusem

Postup

Semena fazolů se zasadí do dvou sklenic s humózní zahradní půdou a dostatečně zalijí. Jakmile přestanou z půdy unikat vzduchové bubliny, vzduch z ní zcela vyprchal. Jedna sklenice se uzavře víčkem. Tím se zamezí přístupu vzduchu k semenům. Půda se semeny v druhé sklenici je podle potřeby zalévána.

Vyhodnocení

Semena v uzavřené sklenici buďto nevyklíčí, nebo rostliny pro nedostatek kyslíku rychle začnou hynout (odklopíte-li ve vhodný okamžik sklenici, třeba se je podaří zachránit...).

Obrázky v **příloze 23**.

4.4. Půdní živočichové

Zdroj

PATOČKA, K. a POSPÍŠIL, A. *Náš les*. 2. vyd. Praha : Albatros, 1989. 395s.

BERGSTEDT, CH. a kol. *Člověk a příroda – Půda : učebnice pro integrovanou výuku*. 1.vyd. Plzeň : Fraus, 2005. 63s. ISBN 80-7238-340-X

Princip

Jednoduchým pokusem se můžeme přesvědčit o existenci různých živočichů v půdě. Postačí si sesbírat různé druhy půdy a sestrojít přístroj na vyhánění půdních živočichů (**obr. 66**).

Pomůcky

vzorky půdy, plátěný sáček, přístroj na vyhánění půdní zvířeny (skleněná nálevka, hliníková fólie, sítko nebo gáza, skleněná láhev nebo kádinka, 100W lampa)

Postup

Odeberou se vzorky různých druhů půd a vloží se do plátěných sáčků. Kolem velké skleněné nálevky se ovine hliníková fólie (alobal). Do nálevky se dá sítko nebo gáza a nálevka se naplní půdním vzorkem. Pod nálevku se postaví skleněná láhev nebo kádinka s vodou. Nálevka se osvětlí 100 W lampou. Půdní živočichové, kteří jsou citliví na světlo a sucho, se pohybují pryč od zdroje světla a padají sítkem do kádinky. Živočichové, kteří propadli sítkem se určí do skupin podle určovacího klíče „Život v půdě“ (**příloha 34**).

Vyhodnocení

Jakmile vzorek půdy začne vysychat, všechno živé se z něho rychle stěhuje pryč a propadá sítkem dolů do lahvičky. Při tomto pokusu se v půdě mohou najít: mnohonožky, stonožky, larvy brouků, stínky, chvostoskoci, žížaly, vidličnatky, hmyzenky a další různorodé skupiny organismů.



Obr. 66 Přístroj na vyhánění živočichů z půdy (na gymnáziu)

Pracovní list k pokusu uveden v příloze 31 (Lesní drobotina). Pracovní list je vhodný pro použití na ZŠ a víceletých gymnáziích.

4.5. Zakládání kompostu

Pracovní list k pokusu je uveden v příloze 31 (Zakládání kompostu). Pracovní list je vhodný pro použití na ZŠ a víceletých gymnáziích.

Zdroj

HEWITTOVÁ, S. *Proč a jak? Zábavné pokusy v přírodě*. 1.vyd. Havlíčkův Brod : Fragment, 2002. 112s. ISBN 80-7200-641-X

SMRŽ, T. a SMRŽOVÁ, L. *Tajemství půdy*. České Budějovice : CEGV Cassiopeia České Budějovice, 2003.

Principy kompostování

Kompostování je ekologický přístup k péči o zahradní půdu, při němž probíhá jeden z nejdůležitějších přírodních procesů – recyklace. Co vyrostlo z půdy, se půdou znovu stává a díky tomu pokračuje život. V přírodě se vyskytuje mnoho nejrůznějších rostlin,

živočichů a mikroorganismů, kteří dokáží přeměnit hromadu organického odpadu v kyprou kompostovou zeminu.

Kompost tvoří výživnou směs, který obohacuje půdu a představuje dobrý základ pro další rostliny, které v ní rostou. Při kompostování je důležitá správná vlhkost a vzdušnost půdy (jsou důležité pro činnost mikroorganismů). Pro zajištění vzdušnosti se přidává sláma, seno, slabé větve, piliny, kůra apod. Je-li materiál při zakládání příliš vlhký musíme přimíchat suchou hmotu a naopak.

Všechn organický odpad se nerozkládá stejně rychle, proto si musíme uvědomit, co dáme na kompost.

Jako nejobvyklejší součástí kompostu je zahradní odpad:

- Listí stromů (relativně pomalu se rozkládají listy ořešáku, topolu, akátu, dubu a břízy, které rozkladem uvolňují třísloviny a tím zvyšují kyselost kompostu) - kompost z listí je zvláště výborným substrátem pro předpěstování sazenic

- Tráva (před kompostováním necháme zvadnout, aby nedocházelo k jejímu slehnutí a hnití) – doporučuje se jen určité množství

- Plevel kompostujeme před květem, aby nedošlo k vysemenění

- Drobné větve, kůra a piliny – obsahují málo dusíku a snadno vysychají, proto se míchají s trávou a kuchyňskými odpady

- Dřevěný popel – obsahuje hodně minerálních živin, zejména draslíku, ale také vápníku (může vyrovnávat kyselost), fosforu a hořčíku

Do kompostu lze dávat i většinu kuchyňského odpadu:

- Skořápky z vajíček (rozmačkané) – obsahují hodně vápníku a působí proti okyselování kompostu

- Shnilé ovoce a zeleninu, slupky z citrusových plodů a banánů (používat jen v omezené míře)

Poznámka: Žížaly s oblibou konzumují kávovou sedlinu, vyluhovaný čaj, ale také zbytky z cibule a pažitku.

+Příměs zeminy – zeminy se do kompostu přidává asi tak 10%. Do kompostu se tím dostávají částičky jílu, které zvyšují vododržnost a jsou nezbytné pro vznik humusojílovitého komplexu, který je předpokladem výsledné drobtovité struktury

kompostu. Ta zajišťuje dostatek vody a vzduchu. Zemina také poutá unikající plyny a tím zamezuje ztrátám živin.

Do kompostu nepatří:

- Tráva z pozemků ošetřených herbicidy
- Materiál s vysokým obsahem těžkých kovů (sáčky z vysavače, barevně potištěné časopisy, popel z briket a uhlí, smetky ze silnice)
- Kosti, zbytky masa a dalších jídel lákající potkany, psy a kočky
- Sklo a plasty
- Rostliny napadené chorobami a škůdci

Umístění a založení kompostu:

Vybíráme stanoviště v závětrří a polostínu, což umožní příznivý vývoj rozkladu organického odpadu. Výsadbou keřů můžeme zabránit nadměrnému vysoušení větrem.

Kompost zakládáme na holé půdě, odkud můžou přecházet půdní živočichové. Nejprve vytvoříme na vyhrazené ploše hluboký plochý výkop. Pokud je na zahradě jílovitá půda, vyplníme prohlubeň pískem (drenáž). Pokud má zahrada půdu písčitou, vyplníme prohlubeň naopak jílem, který zadrží dešťovou vodu i tekuté produkty rozkladu, aby nevsákly pískem do země. Tato **izolační vrstva** se při rozvážení kompostu vždy ponechává na svém místě.

Nejspodnější vrstvu kompostu vytvoříme z navršeného materiálu jako jsou větvičky, ztvrdlé stonky bylin apod. (**drenážní vrstva**). Tato vrstva zajišťuje cirkulaci vzduchu a odtok vody. Navrch nasypeme **další organický materiál**. Výška hromady by neměla přesáhnout 1,5 m.

Povrch kompostu je nutno pro dobrou činnost mikroorganismů (potřebují vzdušnost a tmu) zakrýt materiálem propustným pro vzduch (např. slámou, senem, listím, jutovými pytli apod.)

Pokud nemáme dostatek prostoru pro založení kompostové hromady, vyrobíme si svůj zásobník - tzv. kompostér. Je to většinou bedna čtvercového tvaru nejčastěji z dřeva. Je

konstruována tak, aby měla určité díry a průřezy a vzduch mohl jimi cirkulovat. Organický odpad se v uzavřeném zásobníku zahřívá obzvláště silně a rychle se rozkládá.

Poznámka: Při dlouhotrvajícím dešti je třeba kompost zakrýt, aby se hmota nerozmáčela.

Přehazování kompostu:

Pokud je kompost správně založen, vytvářejí se po určité době různé zóny. Vnější zóna bývá příliš suchá. Jádru kompostu je naopak ohroženo nedostatkem kyslíku a zejména u vlhkého materiálu může docházet k hnilobě. Hniloba se pozná podle zápachu a modrého až černého zbarvení materiálu. Je proto nutné hromadu po jednom až dvou měsících přehazovat a materiál znovu promíchat. Tím zajistíme stejné podmínky pro rozklad ve všech částech hromady. V praxi vystačíme s jedním přehozením kompostu vidlemi.

Poznámka: Čím častěji přehazujeme kompost, tím dříve je hotový.

Doba zrání kompostu:

Kompost je zralý, když se všechny organické odpady přemění v hnědou drobnou zeminu, která voní jako dobrá lesní půda. Zralý kompost se může prosévat sítí. Hrubší zbytky, které nebyly rozloženy se z kompostu odstraní a putují zpět na hromadu k rozkladu. Zralý kompost je připraven k použití obvykle po devíti, při přezimování po dvanácti měsících.

Kompostem hnojíme kdykoliv od časného jara až do podzimu. Zralý kompost se nesmí hluboko zahrabávat, jen se lehce motyčkou zapraví do země. Je to z důvodu pokračujících mikrobiálních procesů, které vyžadují značný přísun kyslíku. Při zapravení hluboko by došlo k hnití, které poškozuje kořeny rostlin.

Pokus: Sáčky s odpadky

Pomůcky

různé druhy odpadků (ohryzky od jablek, slupky od banánů, piliny, dřevěný popel, suchá tráva, kůra stromů, listy stromů, sklo, odpad z umělé hmoty – **obr. 68.1**), čisté sáčky, hlína, gumička na uzavření sáčků

Postup

Nasbírají se různé druhy odpadků a je nutné si uvědomit, které se rozkládají pomalu a které rychle (**příloha 25**). Do čistých sáčků se dá trochu hlíny a přidá jeden druh odpadu a sáčky se uzavřou. Použijí se různé druhy odpadků. Sáčky se vždy za několik dnů prohlédnou, ale neotvírají.

Vyhodnocení

Ohryzky od jablek, suchá tráva, piliny se rozkládají celkem rychle, slupky od banánů, listy některých stromů, kůra stromů podstatněji déle. Odpad z umělé hmoty a sklo se nerozkládají vůbec, proto se **NEDÁVAJÍ NA KOMPOST!**



Obr. 68.1 Skořápky

4.6. Půdní eroze

4.6.1. Jak tekoucí voda ovlivňuje půdu? (vodní eroze I)

Zdroj

LORBEER, G.C. a NELSON, L. W. *Biologické pokusy pro děti*. 1. vyd. Praha : Portál, 1998. 197s. ISBN 80-7178-165-7

Princip

Principem pokusu je zjistit jaké druhy deště způsobují vodní erozi.

Pomůcky

velký plech na pečení, jemně zrnitá půda, voda, postřikovač na květiny

Postup

Na jedné straně plechu se vytvoří z hlíny kopec. Postřikovačem s vodou se napodobuje déšť (lze nastavit na prudký i jemný) a pozorují se jeho účinky na pohyby půdy a porovnává se působení deště o různé intenzitě.

Vyhodnocení

Erozi způsobují v největší míře prudké letní lijáky a vydatné dlouhotrvající deště.

Obrázky v příloze 26.

4.6.2. Co ovlivňuje půdní erozi? (vodní eroze II)

Zdroj

SMRŽ, T. a SMRŽOVÁ, L. *Tajemství půdy*. České Budějovice : CEGV Cassiopeia České Budějovice, 2003.

Princip

Pokusem se zjišťuje, zda se vodní eroze uplatňuje více na chráněné nebo obnažené půdě (příloha 27).

Pomůcky

2 listy bílého papíru, deska, kropící konev

Postup

List bílého papíru se připevní k desce. Deska se umístí na trávník pod úhlem asi 45 stupňů. Kropící konví se opatrně lije voda na zem. Postupuje se tak, aby voda, která se odráží od země, stříkala na list papíru. Poté se nechá list papíru uschnout a odepne se. Pokus se zopakuje s novým čistým listem papíru. Deska se tentokrát umístí na obnažené a nechráněné půdě. Porovnají se oba listy papíru (**obr. 70**).

Vyhodnocení

Více znečištěný částicemi půdy je ten papír, který ležel na obnažené a nechráněné půdě. Z toho plyne závěr, že půdy nechráněné jsou více náchylné k půdní erozi.



Obr. 70 Vysušené listy papíru (vlevo na trávníku, vpravo na obnažené a nechráněné půdě)

4.6.3. Vodní eroze III

Zdroj

BERGSTEDT, CH. a kol. *Člověk a příroda – Půda : učebnice pro integrovanou výuku*.
1.vyd. Plzeň : Fraus, 2005. 63s. ISBN 80-7238-340-X

Princip

Pokusem zjistíme, který druh půdy je nejvíce ohrožen vodní erozí.

Pomůcky

3 malé fotografické misky, 3 velké misky, půda (písek, zemina), malé větvičky tisu nebo smrku, vykopaný trs trávy

Postup

Tři malé fotografické misky se naplní takto: (**příloha 28**)

směs zeminy a písku

směs zeminy a písku, do které se zasunou malé větvičky tisu nebo smrku

vykopaný trs trávy

Tyto fotografické misky se postaví do větší misky. Nalije se shora 500 ml vody na každou ze tří misek. Odtékající voda se zfiltruje a zjistí se hmotnost vyplavené půdy.

Vyhodnocení

Nejvíce náchylná půda proti vodní erozi je ta, která je obnažená a nechráněná (tzn. směs zeminy a písku) (**obr. 72**). U této půdy zjistíme největší hmotnost vyplavené půdy.



Obr. 72 Vodní eroze na obnažené půdě (vpředu) a na půdě chráněné (vzadu)

Poznámka: Analogicky můžeme testovat odolnost různých druhů půdy proti větrné erozi.

4.6.4. Jak pohyb vzduchu ovlivňuje půdu (větrná eroze)

Zdroj

LORBEER, G.C. a NELSON, L. W. *Biologické pokusy pro děti*. 1. vyd. Praha : Portál, 1998. 197s. ISBN 80-7178-165-7

Princip

Tímto pokusem se pomocí fěnu testuje, jaká intenzita síly větru způsobuje větrnou erozi.

Pomůcky

fén na vlasy, na malých plochách (cca 20x20) různé půdy: půda porostlá trávou, půda s posekanými rostlinami, humózní půda (např. kompostová), písčitá půda, jemná sypká půda (prachovitá), štěrky, kamení

Postup

Fénem foukáme na různé druhy půdy (půda porostlá trávou, půda s posekanými rostlinami,...). Může se zkusit různý stupeň intenzity – „síly větru“.

Vyhodnocení

Vítr odnáší půdu, která je odkrytá (bez vegetace), nemá dobře vytvořené strukturní agregáty, skládá se z lehkých částic (prach, písek).

Obrázky v **příloze 29**.

4.7. Návrhy vlastních pokusů

4.7.1. Rozklad filtračního papíru mikroorganismy

Princip

Činností mikroorganismů (bakterie, houby, jednobuněční živočichové – nálevníci, bičíkovci, ...) vznikají biochemickými změnami nové organické látky (např. humus). Výchozím látkou pro tvorbu humusu je především buničina (celulóza). Humus je tmavě zbarven a svými koloidními vlastnostmi je schopen adsorbovat vodu a ionty na svém povrchu. Je zásobárnou živin a podílí se na tvorbě půdní struktury. Půdní organismy tedy zbytky organismů rozmělnují a mikroorganismy následně fungují jako rozkladači organických látek z odumřelých těl těchto organismů.

Pomůcky

filtrační papír, humózní zemina, květináč

Postup

Filtrační papír se vnoří do květináče (**obr. 77**) s humózní zeminou (zemina musí vytvářet na filtračním papíru vrstvu aspoň 2 cm). Zemina se udržuje vlhká a filtrační papír se pozoruje po dobu 3 týdnů.

Vyhodnocení

Mikroorganismy způsobují rozklad celulózy za vzniku humusu.



Obr. 77 Filtrační papír vnořený do květináče s humózní zeminou

Pokus bych zařadila do skupiny jednoduchých, nenáročných na pomůcky, dlouhodobých vhodných pro základní školu.

4.7.2. Kořeny jako ochrana proti půdní erozi

Princip

Obnažená půda je náchylná jak k erozi vodní tak i větrné. Vysazováním rostlin můžeme zmírnit erozi, neboť kořeny rostlin udržují půdu pohromadě.

Pomůcky

semena ředkviček, zavařovací sklenice, 2 papírové kelímky nebo květináče, půda

Postup

Několik semen ředkviček se dá do zavařovací sklenice. Pokropí se vodou a nechají se 2 až 3 dny v klidu naklíčit. Do 2 papírových kelímků nebo květináčů se nasype půda. Asi 12 sazenic se zasadí do jednoho kelímku a označí se nápisem „rostlina“. Další kelímek se označí „bez rostliny“. Oba kelímky se dají na slunečné místo a ředkvičky se nechají růst asi 2 týdny. Zalévají se jen trochu, aby půda byla vlhká. O oba kelímky je nutno se starat stejným způsobem. Po 2 týdnech se odstraní kelímky a porovná se půda s rostlinami a bez rostlin.

Vyhodnocení

Po 2 týdnech zjistíme, že kořeny rostliny udrží půdu pohromadě a tím ji ochrání vůči půdní erozi (**obr. 78**).



Obr. 78 Kořeny rostliny drží půdu pohromadě

Pokus bych zařadila do skupiny jednoduchých, nenáročných na pomůcky, dlouhodobých vhodných pro základní školu.

4.7.3. Sedimentace částic půdy

Princip

Pokus je založen na různé rychlosti sedimentace částic půdy.

Pomůcky

2 plastové láhve, voda, vzorky půdy: jíl, písek, hlína

Postup

Do plastové láhve s vodou se přidá čistý písek. Do druhé láhve s vodou se přidá hlína a jíl. S láhvemi se zatřepe a pozoruje se rozdílná rychlost sedimentace půdních částic v plastových lahvích a čírost vody.

Vyhodnocení

Písek sedimentuje rychle. Hlína a jíl se budou usazovat pomaleji. Voda v láhvi s pískem je většinou čirá, naopak voda s hlínou a jílem je zakalená (**obr. 79**).

Poznámka: Varianta pokusu 4.1.2.



Obr. 79 Voda v láhvi s pískem (vpravo), voda s hlínou a jílem (vlevo)

4.7.4. Proč různé druhy půdy udrží různé množství vody?

Princip

Různé půdní druhy mají odlišnou schopnost propustit určité množství vody.

Pomůcky

půda hlinitá, jílovitá, písčité, 3 malé misky, 3 polévkové lžíce, voda

Postup

8 polévkových lžic písčité půdy se dá na 1. misku, 8 polévkových lžic hlinité půdy se dá na 2. misku a 8 polévkových lžic jílovité půdy se dá na 3. misku. V každém druhu půdního vzorku se udělá ve středu díra (**obr. 70**). Do každé díry se dají 4 polévkové lžíce vody. Pozoruje se, co se děje.

Vyhodnocení

Jílovitá půda má vysokou soudržnost a přilnavost, nejmenší propustnost, a proto vodu udrží nejdéle. Naopak písčité půdy s malou soudržností propustí vodu nejdříve.

Poznámka: Varianta pokusu 4.1.5.



Obr. 80 Hlinitá půda (vlevo), písčité půda (uprostřed), jílovitá půda (vpravo)

5. ZHODNOCENÍ A DOPORUČENÍ POKUSŮ

Na základě vyzkoušení vybraných pokusů s žáky různých věkových kategorií na Gymnáziu Dr. Aleše Hrdličky v Humpolci jsem pokusy vyhodnotila a rozdělila podle časové náročnosti (pokusy krátkodobé, dlouhodobé), dle obtížnosti (jednoduché, složité) a dle náročnosti na pomůcky a doporučila dané pokusy pro ZŠ či pro víceletá gymnázia.

5.1. Pokusy krátkodobé

Orientační určení půdního druhu

Stanovení zrnitosti půdy usazováním

Usazování půdy

Stanovení zrnitosti půdního vzorku dekantací

Srovnání propustnosti různých druhů půd pro vodu

Určení vzlínavosti vody v různých druzích půd

Určení pevnosti drobtovité struktury půdy

Posouzení vlhkosti půdy v terénu

Stanovení vlhkosti půdy vysušovací metodou

Určení struktury půdy

Půdní vzduch

Stanovení humusu v půdě odhadem

Stanovení půdní reakce:

A) Univerzálními indikátorem Čůta-Kámen

B) Univerzálními indikátorovými papírky

C) pH-metrem

D) Ben-testem

E) Tetra testem

Přibližné stanovení uhličitanu vápenatého v půdě

Důkaz vápníku v půdě

Důkaz síry (síranů) v půdě

Důkaz chloridů v půdě

Důkaz železa v půdě

Důkaz dvojmocného železa v půdě

Důkaz trojmocného železa v půdě

Důkaz fosforu v půdě

Důkaz draslíku v půdě

Důkaz dusičnanů v půdě:

A) Pomocí difenylaminu

B) Nitrat-testem

Stanovení humusu v půdě ze ztráty hmotnosti žháním

Půdní živočichové

Půdní eroze – vodní

A) Jak tekoucí voda ovlivňuje půdu? (vodní eroze I)

B) Co ovlivňuje půdní erozi? (vodní eroze II)

C) Vodní eroze III

Jak pohyb vzduchu ovlivňuje půdu (větrná eroze)

5.1.1. Pokusy pro ZŠ

A) Jednoduché pokusy, časově nenáročné (doba trvání do cca 15 minut) a bez speciálních pomůcek

- Orientační určení půdního druhu (pro 1. stupeň ZŠ)
- Usazování půdy (pro 1. stupeň ZŠ)
- Určení pevnosti drobtovité struktury půdy (pro 2. stupeň ZŠ)
- Posouzení vlhkosti půdy v terénu (pro 1. stupeň ZŠ)
- Určení struktury půdy (pro 2. stupeň ZŠ)
- Stanovení humusu v půdě odhadem (pro 1. stupeň ZŠ)
- Stanovení půdní reakce univerzálními indikátorovými papírky (pro 2. stupeň ZŠ)
- Přibližné stanovení uhličitanu vápenatého v půdě (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz vápníku v půdě (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz síry (síranů) v půdě (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz chloridů v půdě (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz železa v půdě (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz dvojmocného železa v půdě (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz trojmocného železa v půdě (pro 2. stupeň ZŠ)

- Půdní živočichové (pro 2. stupeň ZŠ)
- Jak tekoucí voda ovlivňuje půdu? (vodní eroze I) (pro 1. stupeň ZŠ)
- Vodní eroze III (pro 1. stupeň ZŠ)
- Jak pohyb vzduchu ovlivňuje půdu (větrná eroze) (pro 1. stupeň ZŠ)
- Co ovlivňuje půdní erozi? (vodní eroze II) (pro 1. stupeň ZŠ)

B) Jednoduché pokusy, časově nenáročné (doba trvání do cca 15 minut) a vyžadující speciální pomůcky

- Stanovení půdní reakce univerzálním indikátorem Čůta-Kámenem (speciální pomůcka: indikátor Čůta-Kámen) pozor JED! (pro 2. stupeň ZŠ)
- Stanovení půdní reakce Ben-testem (speciální pomůcka: Ben-test) (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz fosforu v půdě (speciální pomůcka: molybdenová soluce) (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz draslíku v půdě (speciální pomůcka: dusitan kobaltito-sodný) (pro 2. stupeň ZŠ)
- Důkaz dusičnanů v půdě pomocí difenylaminu (speciální pomůcka: difenylamin) (pro 2. stupeň ZŠ)

C) Jednoduché pokusy, časově náročnější (doba trvání cca 20-40 minut) a bez speciálních pomůcek

- Stanovení zrnitosti půdy usazováním (pro 2. stupeň ZŠ)
- Srovnání propustnosti různých druhů půd pro vodu (pro 2. stupeň ZŠ)

5.1.2. Pokusy pro víceletá gymnázia

A) Složitější pokusy, časově nenáročné (doba trvání do cca 15 minut) a bez speciálních pomůcek

- Určení vzlínivosti vody v různých druzích půd
- Půdní vzduch

B) Složitější pokusy, časově nenáročné (doba trvání do cca 15 minut) a vyžadující speciální pomůcky

- Stanovení půdní reakce Tetra testem (speciální pomůcka: Tetra test)
- Důkaz dusičnanů v půdě Nitrat-testem (speciální pomůcka: Nitrat-test)
- Stanovení půdní reakce pH-metrem (ručním a stolním) (speciální pomůcka: pH metr – ruční a stolní)

C) Složitější pokusy, časově náročnější (doba trvání cca 20-40 minut) a bez speciálních pomůcek

- Stanovení zrnitosti půdního vzorku dekantací

D) Složitější pokusy, které trvají více než 1 hodinu a vyžadující speciální pomůcky

- Stanovení vlhkosti půdy vysušovací metodou (speciální pomůcka: hliníková vysoušečka)
- Stanovení humusu v půdě ze ztráty hmotnosti žiháním (speciální pomůcka: železná miska)

5.2. Pokusy dlouhodobé

Důkaz vlivu vápna na kvalitu půdy

Hledají kořeny vodu?

Jak světlo ovlivňuje klíčení?

Jak voda ovlivňuje klíčení?

Klíčí a roste rostlina stejně v různých typech půdy?

Jak vzduch ovlivňuje klíčení?

Zakládání kompostu

5.2.1. Pokusy pro ZŠ

A) Jednoduché pokusy, které trvají 14 dní až měsíc a bez speciálních pomůcek

- Důkaz vlivu vápna na kvalitu půdy (pro 1. stupeň ZŠ)
- Zakládání kompostu (Sáčky s odpadky) (pro 1. stupeň ZŠ)
- Hledají kořeny vodu? (pro 2. stupeň ZŠ)
- Jak světlo ovlivňuje klíčení? (pro 1. stupeň ZŠ)
- Jak voda ovlivňuje klíčení? (pro 1. stupeň ZŠ)
- Klíčí a roste rostlina stejně v různých typech půdy? (pro 2. stupeň ZŠ)
- Jak vzduch ovlivňuje klíčení? (pro 1. stupeň ZŠ)

6. REALIZACE VYBRANÝCH POKUSŮ NA GYMNÁZIU DR. ALEŠE HRDLIČKY

V květnu 2006 jsem oslovila pana ředitele na Gymnáziu Dr. Aleše Hrdličky s prosbou provést vybrané pokusy s půdou na této škole. Jako tradičně se první týden v září vyučuje formou „projektového vyučování“, kdy učitelé různých předmětů organizují pro žáky netradiční formy výuky. Dostala jsem tedy šanci stát se v rámci předmětu zeměpis vedoucí projektového vyučování na téma „PŮDA“. Učitelé byli tímto nápadem nadšeni, protože jsem jim ulehčila práci s přípravou. Zároveň jsem se tímto způsobem mohla seznámit se studenty, které jsem měla od následujícího týdne vyučovat v rámci své souvislé pedagogické praxe.

Zásadním krokem pro realizaci vybraných pokusů bylo se seznámit s vybavením laboratoře. Ačkoliv jsem měla připraveno na vyzkoušení více pokusů, v laboratoři nebyly všechny potřebné pomůcky. Příprava na projektové vyučování trvala celkem 2 dny. Musela jsem potřebné chemikálie namíchat v určitém poměru, sehnat pomůcky od učitelů biologie, chemie či doma, nasbírat a usušit různé vzorky půdy. Pro snadnější průběh projektového vyučování jsem vypracovala pro žáky pracovní listy. Den před realizací pokusů jsem připravila na každý stůl pro žáky pracovní listy s instrukcemi a potřebné pomůcky k zjednodušení jejich práce.

Moji žáci byli různých věkových kategorií od primy až po septimu víceletého gymnázia. Velice mě těšilo, že se jich na projektové vyučování s tématem „PŮDA“ přihlásilo 28. Měla jsem však obavy, abych všechny dostatečně zaujala a udržela jejich pozornost. Na začátek jsem si připravila základní teze o tématu „PŮDA“, abych žáky motivovala a seznámila jsem je s plánem dne. Poté jsem žáky rozdělila do sedmi skupin a přidělila jim úkoly dle věkové náročnosti. Každá skupina dostala na stůl pracovní list. Paní učitelky mi pomáhaly s žáky a průběh dne fotografovaly.

Všichni žáci byli nadšeni netradiční formou výuky. Mohli společně řešit úkoly aniž by byli známkováni, ale protože je to bavilo. Dozvěděli se mnoho zajímavostí o tématu „PŮDA“, které při běžné hodině neprobírají. Se zájmem jsem sledovala, jak starší žáci učili mladší žáky filtrovat, zacházet s pH metrem, vážit na laboratorních vahách atd. Studenty primy

téma „PŮDA“ natolik zaujalo, že jsem s nimi vyzkoušela i některé Pracovní listy BeO od Sdružení Živá planeta a své vypracované pracovní listy přímo v hodině své souvislé pedagogické praxe.

7. ZÁVĚR

V rámci vypracování diplomové práce jsem se snažila na základě odborné a didaktické literatury, školních učebnic, internetových zdrojů, materiálů ekologických organizací, rozhovorů s učiteli, celkově obsáhnout téma „PŮDA“ a formulovat význam a rozdělení školních pokusů.

Dostupná literatura a ostatní zdroje mi sloužily jako základní materiál, z něhož jsem čerpala pokusy, které jsem následně podle potřeby upravila. Pokusy jsem primárně rozdělila na pokusy týkající se fyzikálních vlastností půdy, chemických vlastností půdy, pokusy s rostlinami, půdní živočichové, zakládání kompostu a půdní eroze. U každého pokusu je uveden zdroj, princip pokusu, pomůcky, postup, vyhodnocení a pokus je vždy doplněn vlastními fotografiemi.

Celkově jsem navrhla 41 pokusů upravených z literatury a doplnila o 4 vlastní návrhy pokusů. Všechny tyto pokusy jsem sama vyzkoušela v laboratoři katedry biologie PF JU nebo na zahradě. Součástí realizace pokusů bylo nasbírání a usušení různých druhů půdních vzorků a zajištění dalších potřebných pomůcek. Se studenty gymnázia různého věku jsem vyzkoušela jen 22 pokusů a to z důvodu nedostatečného vybavení školy a časové náročnosti.

Pokusy jsem na gymnáziu se studenty prováděla v rámci projektového vyučování zaměřeného speciálně kvůli mé diplomové práci na téma „PŮDA“. Pro tyto účely jsem pro studenty vytvořila 7 pracovních listů s pokyny. Rozdělila jsem studenty do skupin dle náročnosti úkolů. Podle průběhu a výsledků jsem pokusy vyhodnotila z hlediska časové náročnosti (pokusy krátkodobé, dlouhodobé), obtížnosti (jednoduché, složité) a náročnosti na pomůcky a doporučila dané pokusy pro ZŠ nebo pro víceletá gymnázia.

Snažila jsem se o to, abych učitelům přiblížila jednotlivé pokusy prostřednictvím fotografií a podrobných návodů a vyhodnocení. Do své práce jsem zařadila jak vlastní, tak i pracovní listy různých organizací (pracovní listy BeO – pro 1. stupeň Základních škol, Pracovní listy BeO – pro 2. stupeň Základních škol, pracovní listy LES A PŮDA Sdružení TEREZA a pracovní listy CEGV Cassiopeia). Učitelé můžou přímo používat návody na školní

pokusy a pracovní listy, nebo si je různě upravit dle konkrétních podmínek. Chci také touto prací apelovat na učitele, aby v rámci integrované výuky více zařazovali téma „PŮDA“ a pokusy s půdou do výuky a tím usnadňovali žákům orientaci v učivu a umožňovali jim prostřednictvím praktických činností vnímat souvislosti mezi jednotlivými předměty. Zároveň bych svou obsáhlou prací s mnoha pracovními listy chtěla přispět k zájmu o pedologii (nauku o půdě).

Cílem mé diplomové práce bylo vypracovat návody pro školní pozorování a pokusy s půdou, které mohou sloužit jako pomůcka pro učitele základních a středních škol. Doufám, že se mi tento úkol aspoň z části podařilo splnit.

8. SEZNAM LITERATURY

ABSOLONIK, K. *Určovací klíč – Život v půdě*. Praha : Sdružení TEREZA, 1994.

BERGSTEDT, CH. a kol. *Člověk a příroda – Půda : učebnice pro integrovanou výuku*. 1.vyd. Plzeň : Fraus, 2005. 63s. ISBN 80-7238-340-X

CAHA, M. a MATĚJČEK, T. *Pracovní listy BeO : pro 1. stupeň Základních škol*. 4. vyd. Praha : Sdružení Živá planeta, 2000.

CAHA, M. a MATĚJČEK, T. *Pracovní listy BeO : pro 2. stupeň Základních škol*. 4. vyd. Praha : Sdružení Živá planeta, 2000.

DRAHOVZAL, J., KILIÁN, O., KOHOUTEK, R. *Didaktika odborných předmětů*. 53. publikace. Brno : Paido – edice pedagogické literatury, 1997. 156s. ISBN 80-85931-35-4

HEWITTOVÁ, S. *Proč a jak? Zábavné pokusy v přírodě*. 1.vyd. Havlíčkův Brod : Fragment, 2002. 112s. ISBN 80-7200-641-X

HORÁČEK, J., LEDVINA, R. a KOUBALÍKOVÁ, J. *Geologie a půdoznalství : cvičení pro I. ročník studia*. 1.vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta České Budějovice, 1994. 114 s. ISBN 80-7040-106-0

HORNÍK, F. a ALTMANN, A. *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie III*. 1. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1988. 121s.

CHÁBERA, S. *Pedologie a pedogeografie*. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita Pedagogická fakulta, 1978. 61s.

KOSIL, V. *Půdoznalství I*. 1.vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1973. 202s.

KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., PECINA, P. aj. *Ekologický přírodopis : pro 6. ročník základních škol a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 3. vyd. Praha : Fortuna, 2002. 128s. ISBN 80-7168-783-9

KVASNIČKOVÁ, D. *Základy ekologie*. 1.vyd. Praha : Fortuna, 1997. 104s. ISBN 80-168-418-X

KVASNIČKOVÁ, D., JENÍK, J., TONIKA, J., aj. *Poznáváme život : přírodopis s výrazným ekologickým zaměřením pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 1.vyd. Praha : Fortuna, 1996. 111s. ISBN 80-7168-374-4

LEDVINA, R., KOUBALÍKOVÁ, J. a HORÁČEK, J. *Geologie a půdoznalství : pro I.ročník studia*. 1.vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta České Budějovice, 1992. 82s. ISBN 80-900364-6-5

LEDVINA, R. a HORÁČEK, J. *Půdoznalství : interní studijní text pro II.ročník provozně podnikatelského oboru*. České Budějovice : Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta České Budějovice, 1997. 144s.

LEDVINA, R. a HORÁČEK, J. *Klasifikace a oceňování půd : interní studijní text pro II. ročník studijního oboru "Pozemkové úpravy a převody nemovitostí"*. České Budějovice : Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta České Budějovice, 1998. 62s.

LORBEER, G.C. a NELSON, L. W. *Biologické pokusy pro děti*. 1. vyd. Praha : Portál, 1998. 197s. ISBN 80-7178-165-7

MARŠÍKOVÁ, I. *Průvodce půdním profilem*. Praha : Sdružení TEREZA, 2005.

MARŠÍKOVÁ, I. a JAKOBOVÁ, Z. *Pracovní listy LES A PŮDA : doplňující pracovní listy k projektu Les ve škole – škola v lese*. 1.vyd. Praha : Sdružení TEREZA, 2005. 20s.

MOLDAN, B. *Životní prostředí globální perspektiva*. Praha : Univerzita Karlova, vydavatelství Karolinum, 1995. 111s. ISBN 80-7066-938-1

NEVRKLA, A. *Cvičení ze základů půdoznalství, agrometeorologie, výživy a ochrany rostlin*. 1.vyd. České Budějovice : Pedagogická fakulta JU Č. Budějovice, 1991. 120s. ISBN 80-7040-049-8

NĚMEČEK, J. a kol. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 1.vyd. Praha : ČZU Praha spolu s VÚMOP Praha, 2001. 78s. ISBN 80-238-8061-6

PATOČKA, K. a POSPÍŠIL, A. *Náš les*. 2. vyd. Praha : Albatros, 1989. 395s.

PAVEL, L. a kol. *Geologie a půdoznalství*. 1.vyd. Praha : Vysoká škola zemědělská Praha ve Videopress MON, 1984. 280s.

SLÍPKA, M. a SLIPKA, J. *Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích*. České Budějovice : Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích, 1988. 127 s.

SMRŽ, T. a JANEČKOVÁ, L. *Půda : výukový program pro II. stupeň ZŠ a nižší ročníky gymnázií*. 1.vyd. České Budějovice : CEGV Cassiopeia České Budějovice, 1998.

SMRŽ, T. a SMRŽOVÁ, L. *Tajemství půdy*. České Budějovice : CEGV Cassiopeia České Budějovice, 2003.

ŠIMEK, M. *Základy nauky o půdě. 4. Degradace půdy*. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita Biologická fakulta České Budějovice, 2004. 225s. ISBN 80-7040-667-4

ŠIMEK, M. *Základy nauky o půdě. 1. Neživé složky půdy*. 2. upravené a rozšířené vyd. České Budějovice : Biologická fakulta JU, České Budějovice, 2005. 160s. ISBN 80-7040-747-6

TEKSL, M., MILLER, I., KRÍŠŤAN, T. aj. *Pěstování rostlin I : učebnice pro střední zemědělské školy*. 1. vyd. Praha : CREDIT, 1996. 300s. ISBN 80-901645-7-9

TOMÁŠEK, M. *Atlas půd České republiky*. 1.vyd. Praha : Český geologický ústav, 1995. 36s. ISBN 80-7075-198-3

VINŠÁLEK, A. *Didaktika*. 1. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1982. 219s.

Materiály poskytnuté CEGV Cassiopeia

internetové zdroje:

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání – příloha upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením. Metodický portál RVP. [cit. 2. listopadu 2006]. Dostupné na Internetu: <http://www.rvp.cz/soubor/rvpzv-lmp.pdf>

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (veřejné připomínkové řízení). Metodický portál RVP. [cit. 2. listopadu 2006]. Dostupné na Internetu: www.rvp.cz/soubor/rvpg_9_10_2006.pdf

Citování literatury v odborné práci. [cit. 29. března 2007]. Dostupné na Internetu: <http://home.zf.jcu.cz/~douleova/p-citac2.html>

9. PŘÍLOHY

Příloha 1: Orientační určení půdního druhu – půdní druhy

Příloha 2: Stanovení zrnitosti půdy usazováním

Příloha 3: Usazování půdy

Příloha 4: Stanovení zrnitosti půdního vzorku dekantací – dekantace vzorku písku

Příloha 5: Srovnání propustnosti různých druhů půd pro vodu – pomůcky k pokusu

Příloha 6: Určení pevnosti drobtovité struktury půdy

Příloha 7: Posouzení vlhkosti půdy v terénu – určení půdní vlhkosti vzorku půdy dle Novákovy stupnice

Příloha 8: Stanovení vlhkosti půdy vysušovací metodou – pomůcky k pokusu

Příloha 9: Určení struktury půdy

Příloha 10: Půdní vzduch – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 11: Stanovení půdní reakce pomocí univerzálních indikátorových papírků – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 12: Stanovení půdní reakce pomocí ručního pH metru – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 13: Stanovení půdní reakce Ben-testem – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 14: Stanovení půdní reakce Tetra testem – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 15: Přibližné stanovení uhličitanu vápenatého v půdě – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 16: Důkaz vápníku v půdě

Příloha 17: Důkaz chloridů v půdě – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 18: Důkaz železa v půdě – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 19: Stanovení dusičnanů pomocí Nitrat-Testu – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 20: Stanovení humusu v půdě odhadem – vizuální určení množství humusu dle barvy půdy

Příloha 21: Hledají kořeny vodu?

Příloha 22: Klíčí a roste rostlina stejně v různých typech půdy – růst rostlin v různých typech půdy (po 26 dnech)

Příloha 23: Jak vzduch ovlivňuje klíčení? – klíčení semen s přístupem vzduchu (vpravo) a bez přístupu vzduchu (vlevo)

Příloha 24: Půdní živočichové – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 25: Sáčky s odpadky (polystyren, slupky od banánů, jablek, seno, listy stromů, skořápky)

Příloha 26: Jak tekoucí voda ovlivňuje půdu? Vodní eroze simulovaná postřikovačem s různě nastavenou intenzitou deště

Příloha 27: Co ovlivňuje půdní erozi?

Příloha 28: Vodní eroze – realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 29: Jak pohyb vzduchu ovlivňuje půdu (větrná eroze)

Příloha 30: Praktický průběh méj diplomové práce

Příloha 31: Moje vytvořené pracovní listy k pokusům

- Lesní drobotina, Faktory ovlivňující růst rostlin, Zakládání kompostu (vypracovaná verze)
- Pokusy na téma PŮDA (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)

Příloha 32: Vypracované pracovní listy BEO pro 1. stupeň a 2. stupeň ZŠ

- Co patří na kompost
- Jak dlouho vzniká půda
- Jak vzniká půda

Příloha 33:

Pracovní listy organizace Cassiopeia

- Fyzikální vlastnosti půdy
- Vznik půdy
- Chemické vlastnosti půdy

Pracovní listy *LES A PŮDA* : doplňující pracovní listy k projektu Les ve škole – škola v lese Sdružení TEREZA

- Jak vzniká půda?
- Okyselování půdy
- Eroze půdy

Příloha 34: Určovací klíč – Život v půdě s plakátem

Přílohy jsou přiloženy k diplomové práci na CD.

Přílohy k diplomové práci

Autorka: Daniela Němcová

Příloha 1: Orientační určení půdního druhu – půdní druhy



Obr. 12.2 Jílovitohlinitá půda



Obr. 12.3 Hlinitá půda



Obr. 12.4 Písčitohlinitá půda



Obr. 12.5 Hlinitopísčítá půda



Obr. 12.6 Písčítá půda



Obr. 13.1 Realizace pokusu na gymnáziu I



Obr. 13.2 Realizace pokusu na gymnáziu II

Příloha 2: Stanovení zrnitosti půdy usazováním



Obr. 15.1 Realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 15.2 Usazování částic
půdy kompostu



Obr. 15.3 Usazování částic
půdy písku

Příloha 3: Usazování půdy



Obr. 17 Realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 4: Stanovení zrnitosti půdního vzorku dekantací – dekantace vzorku písku



Obr. 19 Dekantace vzorku písku

Příloha 5: Srovnání propustnosti různých druhů půd pro vodu – pomůcky k pokusu



Obr. 21 Realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 6: Určení pevnosti drobtovité struktury půdy



Obr. 24 Realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 7: Posouzení vlhkosti půdy v terénu – určení půdní vlhkosti vzorku půdy dle Novákovy stupnice



Obr. 26.1 Navlhá písčítá půda (5-10% vody)



Obr. 26.2 Navlhá hlinitá půda (15-22% vody)



Obr. 26.3 Suchá humusová půda – rašelina (20-30% vody)



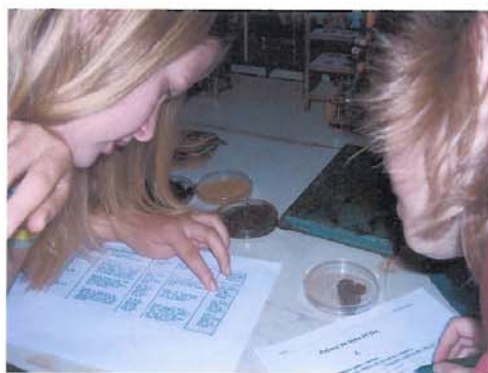
Obr. 26.4 Vlhká hlinitá půda (22-30% vody)



Obr. 26.5 Vlhká jílovitá půda (30-40% vody)



Obr. 26.6 Převlhčená jílovitá půda (40-45% vody)



Obr. 26.7 Realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 8: Stanovení vlhkosti půdy vysušovací metodou – pomůcky k pokusu



Obr. 28.1 Technické váhy



Obr. 28.2 Hliníková vysoušečka



Obr. 28.3 Sušárna



Obr. 28.4 Exikátor

Příloha 9: Určení struktury půdy



Obr. 29 Realizace pokusu na gymnáziu

Příloha 10: Půdní vzduch – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 31 Výpočet půdního vzduchu v pórech půdních vzorků

Příloha 11: Stanovení půdní reakce pomocí univerzálních indikátorových papírků – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 34.1 Měření pH univerzálními indikátorovými papírkami



Obr. 34.2 Naměřené kyselé pH roztoku

Příloha 12: Stanovení půdní reakce pomocí ručního pH metru – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 37 Měření na ručním pH metru HANNA

Příloha 13: Stanovení půdní reakce Ben-testem – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 39 Zjištění pH porovnáním barvy roztoku s barevnou stupnicí

Příloha 14: Stanovení půdní reakce Tetra testem – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 41 Barevná stupnice Tetra testu s testovací nádobou

Příloha 15: Přibližné stanovení uhličitanu vápenatého v půdě – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 43 Kápnutí HCl na půdu kapátkem

Příloha 16: Důkaz vápníku v půdě (Ca)



Obr. 45.1 Zahřívání jemnozeme s 5% HCl



Obr. 45.2 Filtrace

Příloha 17: Důkaz chloridů v půdě – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 48 Důkaz chloridů v podobě sraženiny chloridu stříbrného (na gymnáziu)

Příloha 18: Důkaz železa v půdě (Fe) – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 50 Důkaz železa v podobě červeného roztoku rhodanidu železitého

Příloha 19: Stanovení dusičnanů pomocí Nitrat-Testu – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 57 Určení dusičnanů podle barevné škály a stupnice

Příloha 20: Stanovení humusu v půdě odhadem – vizuální určení množství humusu dle barvy půdy



Obr. 59.2 Půda hnědá (1-4 % humusu)



Obr. 59.3 Půda tmavě hnědá (2-4 % humusu)



Obr. 59.4 Půda černá (má více než 5% humusu)



Obr. 59.5 Stanovení humusu v půdě odhadem (na gymnáziu)

Příloha 21: Hledají kořeny vodu?



Obr. 61 Klíčení semen fazolí (14.den)

Příloha 22: Klíčí a roste rostlina stejně v různých typech půdy – růst rostlin v různých typech půdy (po 26 dnech)



Obr. 64.1 Jílovitá půda



Obr. 64.2 Hlinitopísčítá půda



Obr. 64.4 Humusová půda (10% humusu)



Obr. 64.3 Písčítá půda

Příloha 23: Jak vzduch ovlivňuje klíčení? – klíčení semen s přístupem vzduchu (vpravo) a bez přístupu vzduchu (vlevo)



Obr. 65.1 Po 9 dnech



Obr. 65.2 Po 15 dnech

Příloha 24: Půdní živočichové – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 67 Určování půdních živočichů

Příloha 25 Sáčky s odpadky (polystyren, slupky od banánů, jablek, seno, listy stromů, skořápky)



Obr. 68.2 Suchá tráva



Obr. 68.3 Polystyren



Obr. 68.4 Listí



Obr. 68.5 Slupky od jablek



Obr. 68.6 Slupky od banánů



Obr. 68.7 Sáčky s různými druhy odpadků

Příloha 26: Jak tekoucí voda ovlivňuje půdu? Vodní eroze simulovaná postřikovačem s různě nastavenou intenzitou deště



Obr. 69.1 Postřikovačem napodobený jemný déšť



Obr. 69.2 Postřikovačem napodobený silný déšť

Příloha 27: Co ovlivňuje půdní erozi?



Obr. 71.1 Lití vody kropicí konvicí na trávnik



Obr. 71.2 Lití vody kropicí konvicí na obnaženou a nechráněnou půdu

Příloha 28: Vodní eroze – realizace pokusu na gymnáziu



Obr. 73 Plnění fotografických misek pro účel vodní eroze

Příloha 29: Jak pohyb vzduchu ovlivňuje půdu (větrná eroze)



Obr. 74.1 Půda prachovitá se štěrkem



Obr. 74.2 Půda s posekanými rostlinami

Příloha 30: Praktický průběh mojí diplomové práce



Obr. 75 „Zahradnická uniforma“



Obr. 76 V laboratoři

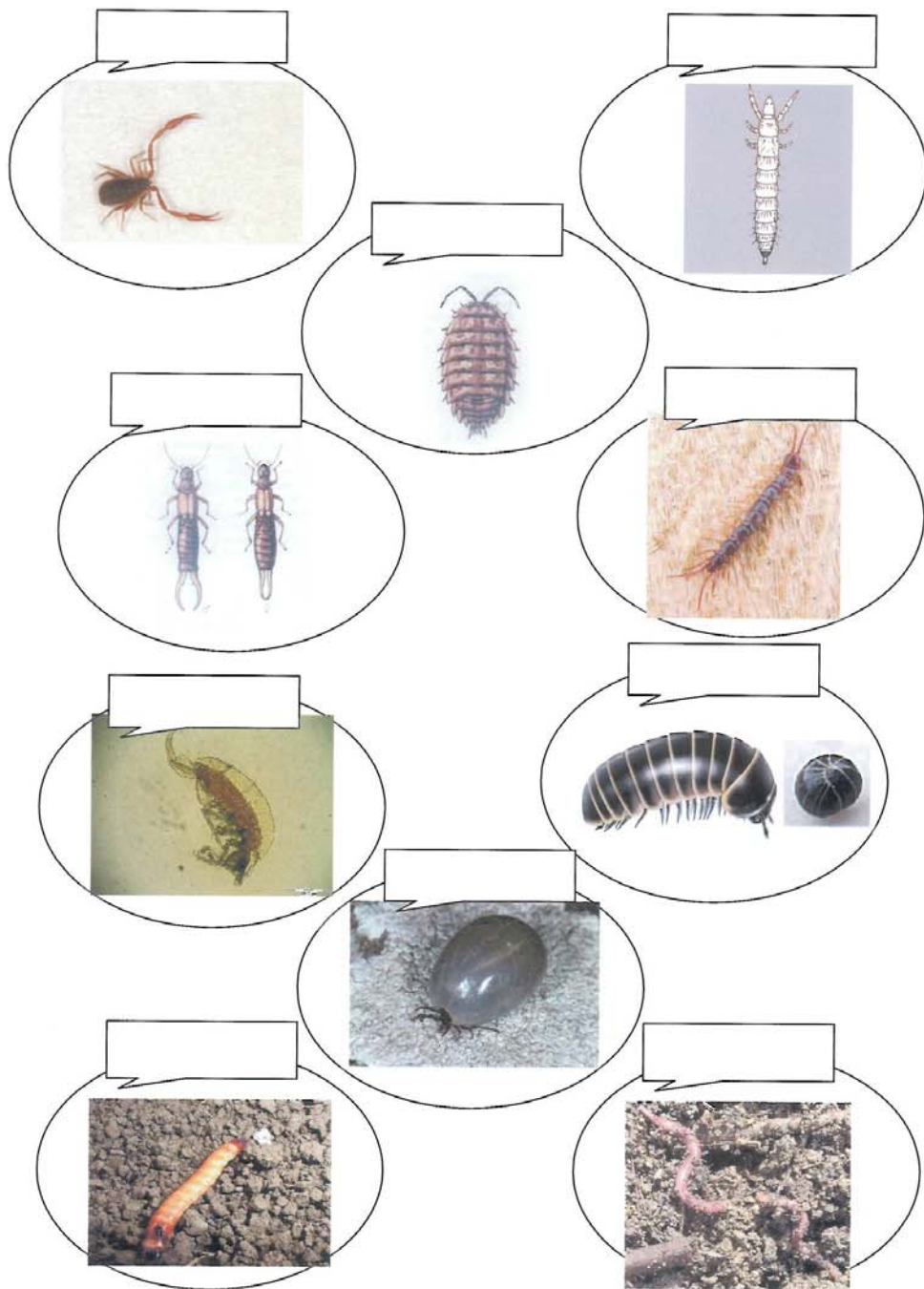
Příloha 31

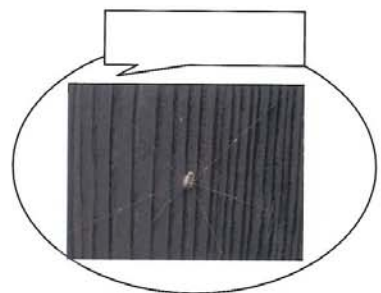
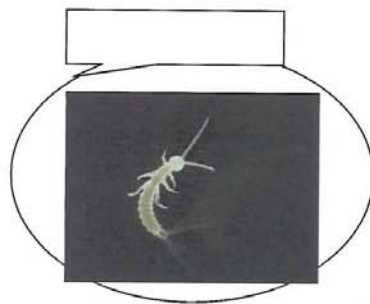
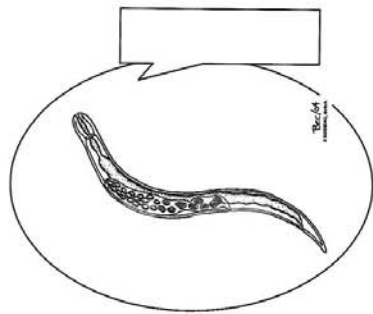
Lesní drobotina

❖ Zařaď následující živočichy, které můžeš najít v půdě nebo na povrchu půdy do základních skupin a vepiš je do prázdných bublin.

- kroužkovci
- roztoči
- štírci
- stonožky
- mnohonožky
- chvostokoci
- brouci (larva)
- hlístice
- plži
- vidličnatky
- škvoři
- sekáči
- stejnonožci
- hmyzenky







Lesní drobotina

❖ Zařaď následující živočichy, které můžeš najít v půdě nebo na povrchu půdy do základních skupin a vepiš je do prázdných bublin.

- kroužkovci
- roztoči
- štírci
- stonožky
- mnohonožky
- chvostoskoci
- brouci (larva)
- hlístice
- plži
- vidličnatky
- škvoři
- sekáči
- stejnonožci
- hmyzenky



1. Škvrnci

2. hmyxenky

3. slizonošci

4. škvorci

5. stonožky

6. chvostokoci

7. mnohožobky

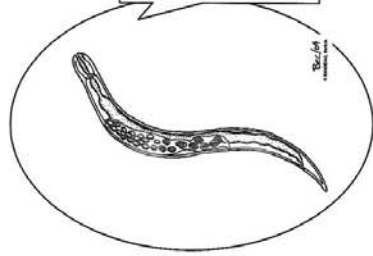
8. kozloři

9. brouci (larva)

10. kvačkovci

11.

hlístice



12.

plšci



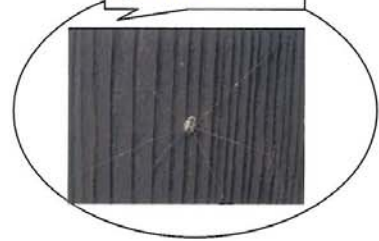
13.

villienabky



14.

sekáci



Faktory ovlivňující růst rostlin

- ❖ Zakroužkujte, co potřebuje fazolka, aby vyrostla.



voda



dům



půda (písčítá, jílovitá, humusová, písčitohlinitá)



postel



hřeben



boty



slunce



vzduch

Faktory ovlivňující růst rostlin

- ❖ Zakroužkujte, co potřebuje fazolka, aby vyrostla.



voda



dům



půda (písčítá, jílovitá, humusová, písčitohlinitá)



postel



hřeben



boty



slunce



vzduch

Zakládání kompostu



- ❖ Pokuste se podle obrázku pojmenovat organismy, které dokáží přeměnit organický odpad v kompostovou zeminu a pokuste se vysvětlit jakou mají funkci.



obr. č. 1



obr. č. 2



obr. č. 3



obr. č. 4



obr. č. 5

obr. č. 1	obr. č. 2	obr. č. 3	obr. č. 4	obr. č. 5
organismy				
funkce organismů				

- ❖ Seřad'te vrstvy tvořící kompost jak jdou za sebou odspoda.
(další organický materiál, izolační vrstva, vrstva z materiálu propustného pro vzduch, drenážní vrstva)

❖ Jaký smysl má prosévání zralého kompostu?



Zakládání kompostu



- ❖ Pokuste se podle obrázku pojmenovat organismy, které dokáží přeměnit organický odpad v kompostovou zeminu a pokuste se vysvětlit jakou mají funkci.



obr. č. 1



obr. č. 2



obr. č. 3



obr. č. 4



obr. č. 5

	obr. č. 1	obr. č. 2	obr. č. 3	obr. č. 4	obr. č. 5
organismy	čiváala	choroš	lišejník	mušička čiváala larva	čiváala skinka
funkce organismů	v půdě vytváří chodbičky	živí se zbytky dřeviny	rozkládají kamenné a dřeviny	živí se mrtvými živočichy a žijí ve vlhkém prostředí	Pochlívá na tvrdé humusu

- ❖ Seřadte vrstvy tvořící kompost jak jdou za sebou odspoda. (další organický materiál, izolační vrstva, vrstva z materiálu propustného pro vzduch, drenážní vrstva)

izolační vrstva, drenážní vrstva, další organický materiál
vrstva z materiálu propustného vzduch (od spoda nahoru)

❖ Jaký smysl má prosévání zralého kompostu?



*huxuň sbytky které nebyly rozloženy se vrátí
zpět na kompost, aby se kvalita půdy*

Pokusy na téma PŮDA

1.

1. Určení struktury půdy

Zapiš strukturu vybraných vzorků půdy.

Př. písčité půda- nestrukturní (elementární stav)půdní hmoty

2. Určení pevnosti drobtovité struktury půdy

Zapiš vybrané druhy půd a urči, který půdní druh má nejhorší strukturu.
Co se stane s půdou, která má špatnou strukturu?

3. Určení vzlínivosti vody v různých druzích půd

V jaké půdě dochází k nejrychlejšímu vzlínání vody? Zapiš výsledky pokusu do tabulky.

Pokusy na téma PŮDA

2.

1. Orientační určení půdního druhu

Zapiš, jaké půdní druhy jsi určil(a) a co jsi z půdy vytvořil(a).

2. Stanovení zrnitosti půdy usazováním

Zapiš, jaké půdní vzorky jemnozeme jsi stanovoval(a), změř sílu jednotlivých vrstviček (hrubý písek, jemný písek,...) a proved' srovnání u jednotlivých vzorků, podle Novákovy stupnice urči půdní druh.

Varianta pokusu: Urči množství usazených látek a zjisti pomocí následující tabulky půdní druh (př. písčité půda- více než 90% usazených látek).

3. Srovnání propustnosti různých druhů půd pro vodu

Zjisti, za jakou dobu prokápne první kapka, kolik vody proteče za 5 minut a kolik vody půda celkem propustila a výsledky zapiš do tabulky.

Který půdní druh propouštěl vodu nejvíce (nejméně)?

Který půdní druh se označuje jako těžká půda a proč?

Který druh půda je podle vás pro většinu rostlin nejvýhodnější?

Pokusy na téma PŮDA

3.

1. Posouzení vlhkosti půdy v terénu

Zapiš půdní druh a jakou má vlhkost dle Novákovy stupnice.

Půdní druh	Označení zemin podle vlhkosti
Písčitá	
Hlinitá	
Humusová	
Jílovitá	

2. Půdní vzduch

Vypočti objem vzduchu v pórech a objem pórů podle vzorce uvedeného v návodu (u písčité půdy a hlinité, popř. jiné).

3. Stanovení humusu v půdě odhadem

Zapiš do tabulky půdní druh, jeho barvu a množství humusu.

Půdní druh	Barva	Množství humusu

Pokusy na téma PŮDA

4.

1. Živočichové v půdě

Vychytej půdní živočichy a pokus se je určit. Pokud si nebudeš vědět rady, koukni do příručky k plakátu „Život v půdě“.

2. Pracovní list „Lesní drobotina“

K číslům v pracovním listu „Lesní drobotina“ přiřaď názvy skupin živočichů.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.

1. Plakát s živočichy v půdě nazvaný „Život v půdě“

Přečti si charakteristiku živočichů žijících v půdě a pouč ostatní s použitím plakátu s těmito vyobrazenými živočichy.

Pokusy na téma PŮDA

5.

1. Vznik půdy

Zapiš 3 fáze vzniku půdy. Přiložené vzorky rozříd' na nerosty a horniny a vysvětli, čím se od sebe liší a jak se podílejí na vzniku půdy.

2. Pokus: Usazování půdy

Zapiš, co jsi našel (našla) ve vzorku půdy.

3. Činitelé podílející se na vzniku půdy

Vyjmenuj činitelé podílející se na vzniku půdy.

Pokusy na téma PŮDA

6.

1. Vodní eroze

Zjisti hmotnost vyplavené půdy při erozi u různých vzorků v miskách. Výsledky zapiš do tabulky a porovnej.

Číslo misky	Hmotnost vyplavené půdy
1.	
2.	
3.	

2. Větrná eroze

Zjisti množství unesené půdy způsobené pohybem vzduchu. Výsledky zapiš do tabulky a porovnej.

Číslo misky	Hmotnost unesené půdy
1.	
2.	
3.	

3. Příčiny eroze

Co je to eroze a čím je způsobena?
Proč les je velice odolný vůči erozi?

Pokusy na téma PŮDA

7.

1. Stanovení půdní reakce

- a) Univerzálními indikátorovými papírky
- b) pH metrem
- c) Ben-testem
- d) Tetra testem

Stanov půdní reakci u vybraných vzorků a hodnoty zapiš do tabulky. Do posledního sloupce zapiš, zda se jedná o půdu kyselou, neutrální či zásaditou. Porovnej přesnost měření odlišnými způsoby. Které měření je nejméně přesné?

Čím je způsobeno okyselování půdy?

Jak může reakci měnit člověk?

Vzorek č.	pH	Půda je...
1		
2		
3		
4		
5		

2. Přibližné stanovení uhličitanu vápenatého v půdě

Zapiš půdní druh a urči množství uhličitanu podle síly šumění a výsledky zapiš do tabulky.

Půdní druh	Síla šumění

3. Důkaz vápníku v půdě

Zapiš, zda reakce byla pozitivní (tzn. zda vznikla bílá sraženina síranu vápenatého).

4. Důkaz železa v půdě

Zapiš, zda reakce byla pozitivní.

5. Důkaz dusičnanů v půdě

Zapiš, zda reakce byla pozitivní.

6. Důkaz dusitanů v půdě

Zapiš, zda reakce byla pozitivní.

V případě času proved' ostatní důkazové reakce.

Pokusy na téma PŮDA

1.

1. Určení struktury půdy (pokus 4.1.10. str. 86 v praktické části)

Zapiš strukturu vybraných vzorků půdy.

Př. písčité půdy- nestrukturní (elementární stav) půdní hmoty

- 1) písčité půdy: elementární stav
- 2) křemítko-písčité půdy: křemítkovitá (blechy)
- 3) křemítko-písčité půdy: zrnitá (granulát)
- 4) písčito-křemítko-písčité půdy

2. Určení pevnosti drobtovité struktury půdy (pokus 4.1.7. str. 83 v praktické části)

Zapiš vybrané druhy půd a urči, který půdní druh má nejhorší strukturu.

Co se stane s půdou, která má špatnou strukturu?

- 1) křemítko-písčité půdy: střední
- 2) písčité půdy: nejhorší struktura
- 3) křemítko-písčité půdy: nejlepší struktura

3. Určení vztlínivosti vody v různých druzích půd (pokus 4.1.6. str. 82 v praktické části)

V jaké půdě dochází k nejrychlejšímu vztlínání vody? Zapiš výsledky pokusu do tabulky.

JÍL	vztlíná nejrychleji	1.
ZAHRADNÍ ZEMINA		2.
PÍŠČITÁ PŮDA	vztlíná nejpomaleji	3.

→ chyby měření mohou být způsobeny měřicími

Pokusy na téma PŮDA

2.

1. Orientační určení půdního druhu (pokus 4.1.1. str. 74 v praktické části) ^{části}
 Zapiš, jaké půdní druhy jsi určil(a) a co jsi z půdy vytvořil(a).

silovita - dlouhý váleček, který se stočil do kruhu
 hlinita - dlouhý váleček, který se neda stočit do kroužku
 hlinitopísčita - mnoho zrn písku; utvoří se kulička, ale ne váleček
 písčitohlinita - kratší váleček, který se při stažení do kroužku rozpadává
 písčita - neda se utvořit ani kulička ani váleček

2. Stanovení zrnitosti půdy usazováním (pokus 4.1.2. str. 75 v praktické části)
 Zapiš, jaké půdní vzorky jemnozeme jsi stanovoval(a), zmer silu jednotlivých vrstviček (hrubý písek, jemný písek,...) a proved' srovnání u jednotlivých vzorků, podle Novákovy stupnice urči půdní druh.

půdní druh	skupina	silu vrstviček
písčita' půda	lehka'	25 ml vrchní vrstva: 0,5 mm spodní vrstva: 1 mm
hlinita' půda	středně těžka'	vrchní vrstva: 0,009 mm spodní vrstva: 0,01 mm
hlinitopísčita' půda	těžka'	35 ml vrchní vrstva: jíl, pod 0,002 mm spodní - - : jemný písek, 0,6 mm
silovita' půda	středně těžka'	

Varianta pokusu: Urči množství usazených látek a zjisti pomocí následující tabulky půdní druh (př. písčita' půda - více než 90% usazených látek).

písčita' půda : více než 90%
 hlinitopísčita' půda : 35% až 25%
 silovita' půda : 90% až 75%

3. Srovnání propustnosti různých druhů půd pro vodu (pokus 4.1.5. str. 80 v praktické části)

Zjisti, za jakou dobu prokápane první kapka, kolik vody proteče za 5 minut a kolik vody půda celkem propustila a výsledky zapiš do tabulky.

Který půdní druh propouštěl vodu nejvíce (nejméně)? jílovita' nejvíce x silovita' nejméně

Který půdní druh se označuje jako těžká půda a proč? jílovita', málo propouští vodu

Který druh půdy je podle vás pro většinu rostlin nejvýhodnější? hlinita'

půdní druh	čas	množství vody za 5 min
hlinita' půda	5 s	18 ml
silovita' - -	37 s	1 kapka
jílovita' - -	/	0 ml

Pokusy na téma PŮDA

3.

1. Posouzení vlhkosti půdy v terénu (pokus 4.1.8. str. 84 v praktické části)

Zapiš půdní druh a jakou má vlhkost dle Novákovy stupnice.

Půdní druh	Označení zemin podle vlhkosti
Písčité	sucha 2-5 %
Hlinitá	navlhka 15-22 %
Humusová	převlhka 12-20 %
Jílovitá	navlhka 20-30 %

2. Půdní vzduch (pokus 4.1.12. str. 88 v praktické části)

Vypočti objem vzduchu v pórech a objem pórů podle vzorce uvedeného v návodu (u písčité půdy a hlinité, popř. jiné).

1. písčité půdy: $V_p = (48,5 + 70) - 90$ na druhé straně $m\ell = 28,5 \text{ m}\ell$
 Objem pórů (v %) = $(28,5 : 48,5) \cdot 100 \% = 58,76 \%$

2. hlinitá půdy: $V_p = (85 + 70) - 90$ $m\ell = 65 \text{ m}\ell$
 objem pórů (v %) = $(65 : 85) \cdot 100 \% = 76,47 \%$

3. zahradní substrát: $V_p = (50 + 70) -$ $m\ell =$ $m\ell$
 objem pórů (v %) = $(:) \cdot 100 \% =$

3. Stanovení humusu v půdě odhadem (pokus 4.2.13. str. 108 v praktické části)

Zapiš do tabulky půdní druh, jeho barvu a množství humusu.

Půdní druh	Barva	Množství humusu
jílovitá	mléčá - šedohnědá	1-2 %
humusová	šedohnědá	4-5 %
hlinitá	hnědá	1-4 %
písčité	mléčá	1-2 %

ad 2:

1. počítací pída:

$$\text{objem roztoku v počtech: } V_p = (50 + 70) \text{ ml} - 92 \text{ ml} = \underline{\underline{28 \text{ ml}}}$$
$$\text{objem počů (v \%)} = \left(\frac{28 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} \right) \cdot 100\% = \underline{\underline{56 \%}}$$

2. hliničá pída:

$$\text{objem roztoku v počech: } V_p = (50 + 70) \text{ ml} - 96 \text{ ml} = \underline{\underline{24 \text{ ml}}}$$
$$\text{objem počů (v \%)} = \left(\frac{24 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} \right) \cdot 100\% = \underline{\underline{48 \%}}$$

3. vzárodná sůbráá:

$$\text{objem roztoku v počech: } V_p = (50 + 70) \text{ ml} - 95 \text{ ml} = \underline{\underline{25 \text{ ml}}}$$
$$\text{objem počů (v \%)} = \left(\frac{25 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} \right) \cdot 100\% = \underline{\underline{50 \%}}$$

Pokusy na téma PŮDA

4.

1. Živočichové v půdě = PŮDNÍ ŽIVOČICHOVĚ (pokus 4.4. str. 115 v praktické části)
 Vychyťte půdní živočichy a pokus se je určit. Pokud si nebudeš vědět rady, koukni do příručky k plakátu „Život v půdě“.

*čísala
 krmivka
 hmyzárna*

2. Pracovní list „Lesní drobotina“ (příloha č. 31)

K číslům v pracovním listu „Lesní drobotina“ přiřaď názvy skupin živočichů.

1. *šlinci*
2. *hmyzárny*
3. *sdýžňáci*
4. *škráči*
5. *stonožky*
6. *chvostáčci*
7. *mnohonožky*
8. *roztoči*
9. *bezouci (larva)*
10. *kraučkoni*
11. *hlístice*
12. *plži*
13. *vidličnatky*
14. *skáči*

1. Plakát s živočichy v půdě nazvaný „Život v půdě“ (příloha č. 34)

Přečti si charakteristiku živočichů žijících v půdě a pouč ostatní s použitím plakátu s těmito vyobrazenými živočichy.

Pokusy na téma PŮDA

5.

(příloha č. 33 – JAK VZNIKÁ PŮDA?)

1. Vznik půdy (příloha č. 32 – JAK VZNIKÁ PŮDA)

Zapiš 3 fáze vzniku půdy. Přiložené vzorky rozříd' na nerosty a horniny a vysvětli, čím se od sebe liší a jak se podílejí na vzniku půdy.

zvětrávání matečné horniny → vznik půdotvorného substrátu →

→ vznik půdy

horniny - SiO ₂ a CaO (pararula, voskové těsto)
- pognatit (s černejem kuznalcem)
nerosty - křemen, apatit

2. Pokus: Usazování půdy

(pokus 4.1.3. str. 78 v praktické části)
Zapiš, co jsi našel (našla) ve vzorku půdy.

drobné organismy ⇒ živočišné, rostliny, bakterie
štěrk a oslí zby
písek
jíl

3. Činitelé podílející se na vzniku půdy (příloha č. 33 – JAK VZNIKÁ PŮDA?)

Vyjmenuj činitelé podílející se na vzniku půdy.

Srážky, rozdílné teploty, živočišné, rostliny, reliéf terénu,
podzemní voda, matečná hornina, voda

Pokusy na téma PŮDA

6.

1. Vodní eroze III (pokus 4.6.3. str. 122 v praktické části)

Zjisti hmotnost vyplavené půdy při erozi u různých vzorků v miskách. Výsledky zapiš do tabulky a porovnej.

Číslo misky	Hmotnost vyplavené půdy
1. směs vody, písku a větvi	5,4 g
2. směs vody a písku	6,6 g
3. les trávy	1,9 g

2. Větrná eroze (Analogie pokusu 4.6.3.)

Zjisti množství unesené půdy způsobené pohybem vzduchu. Výsledky zapiš do tabulky a porovnej.

Číslo misky	Hmotnost unesené půdy
1. směs vody, písku a větvi	5,2 g
2. směs vody a písku	6,5 g
3. les trávy	1,8 g

(příloha č. 33 – EROZE PŮDY)

3. Příčiny eroze

- A Co je to eroze a čím je způsobena?
 B Proč les je velice odolný vůči erozi?

A - namásování a odnášení půdy

B - tráva je spevněná kořeny, vrchní vrstva nemá tak nákylnou le season, voda nemá v lese velkou sílu

Pokusy na téma PŮDA

7.

1. Stanovení půdní reakce (pokus 4.2.1. str. 89 v praktické části)

- Univerzálními indikátorovými papírky (pokus 4.2.1. B str. 90)
- pH metrem (pokus 4.2.1. C str. 91)
- Ben-testem (pokus 4.2.1. D str. 92)
- Tetra testem (pokus 4.2.1. E str. 93)

Stanov půdní reakci u vybraných vzorků a hodnoty zapiš do tabulky. Do posledního sloupce zapiš, zda se jedná o půdu kyselou, neutrální či zásaditou. Porovnej přesnost měření odlišnými způsoby. Které měření je nejméně přesné?

Čím je způsobeno okyselení půdy? *podle 2 způsobů okyselení půdy je způsoben přítomností kyselých kationů a kyselých anionů, které při oxalování limitního úhlí vznikají z oxidu a tím oxidem plynným oxidem uhličitým, který se při kontaktu s atmosférickou vodou tvoří na kyselou uhličitou, která při dopadu na zem způsobuje okyselení půdy.*

Jak může reakci měnit člověk?
 ① zavlečením množství průmyslových odpadů
 ② změnou pH vody přírodním dolomitickým náhonem

Vzorek č.	pH	a)	b)	c)	Půda je...
1 jomovina (s Ca)	6,6	44	44		kyselá
2 hlávk (jomonium)	6,5	40	68		kyselá
3 kovářská (jomonium)	6,2	69	54		kyselá
4 hl (jomonium)	6,5	65	65		kyselá
5 kovářská (jomonium)	5,8	68	65		kyselá

2. Přibližné stanovení uhlíčitanu vápenatého v půdě (pokus 4.2.2. str. 95 v praktické části)

Zapiš půdní druh a urči množství uhlíčitanu podle síly šumení a vysledek zapiš do tabulky.

Půdní druh	Síla šumení
hlávk (jomonium)	šumění
kovářská hlávk	-11-
hlávk jomovina	-11-
hl.	velké šumění
jomonium a Ca	šumění

3. Důkaz vápníku v půdě (pokus 4.2.3. B str. 97 v praktické části)

Zapiš, zda reakce byla pozitivní (tzn. zda vznikla bílá sraženina síranu vápenatého).

reakce byla negativní
 (zaukum)

4. Důkaz železa v půdě (pokus 4.2.6. str. 100 v praktické části)

Zapiš, zda reakce byla pozitivní.

*Reakce substrát - pozitivní reakce***5. Důkaz dusičnanů v půdě** (pokus 4.2.11.B str. 106 v praktické části)

Zapiš, zda reakce byla pozitivní.

*negativní - reakce substrát***6. Důkaz dusitanů v půdě** (analogie pokusu 4.2.11.B)

Zapiš, zda reakce byla pozitivní.

negativní --- / ---

V případě času proved' ostatní důkazové reakce.



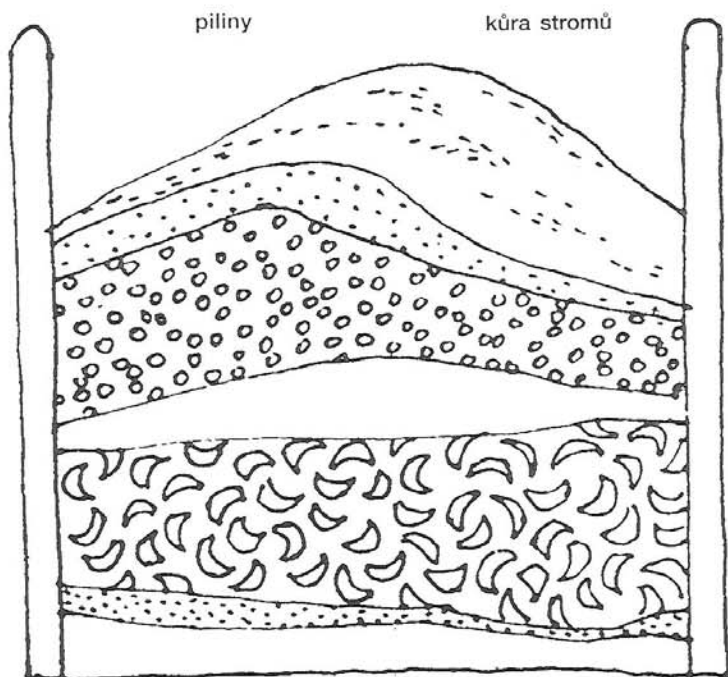
Půda

**Pracovní listy BEO
1. stupeň ZŠ**

Co patří na kompost

Půda vzniká zvětráváním hornin a obohacováním o organické složky (to je o složky vzniklé rozkladem mrtvých rostlin a živočichů). Jak takový rozklad vypadá, můžeme pozorovat na zahradě na hromadě kompostu. Aby byl kompost kvalitní, nesmí na něj přijít věci, které na něj nepatří. Zakroužkujte, co na kompost patří, a udělejte od kroužků šipku k hromadě kompostu.

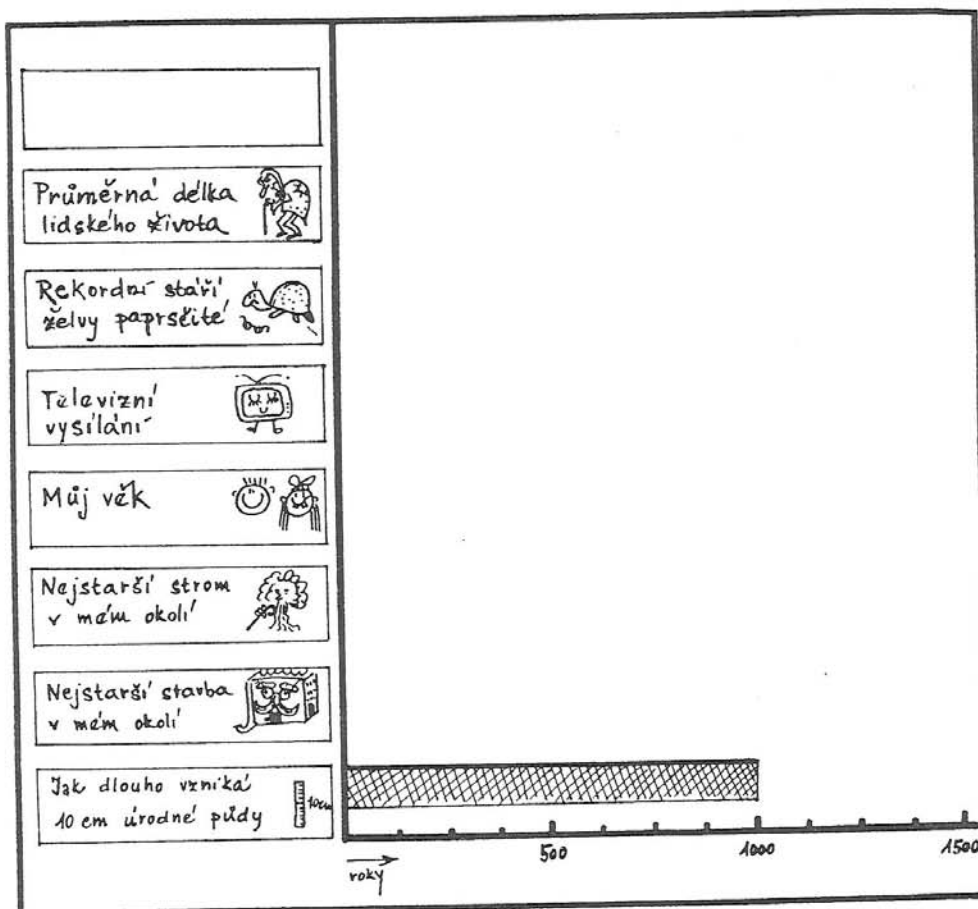
- tráva
- popel z táboráku
- staré léky
- zbytky chleba
- semena plevelů
- skleněné střepy
- kosti
- hlína
- popel z briquet
- živé žížaly
- papírový sáček
- plesnivé listí
- voda z nádobí
- igelitový sáček
- pomerančová kůra
- větvě
- olej





Jak dlouho vzniká půda

10 cm úrodné půdy vzniká přibližně 1000 let. O tom, jak je to dlouhá doba, se můžeš přesvědčit, když ji srovnáš s uvedenými časovými úseky.



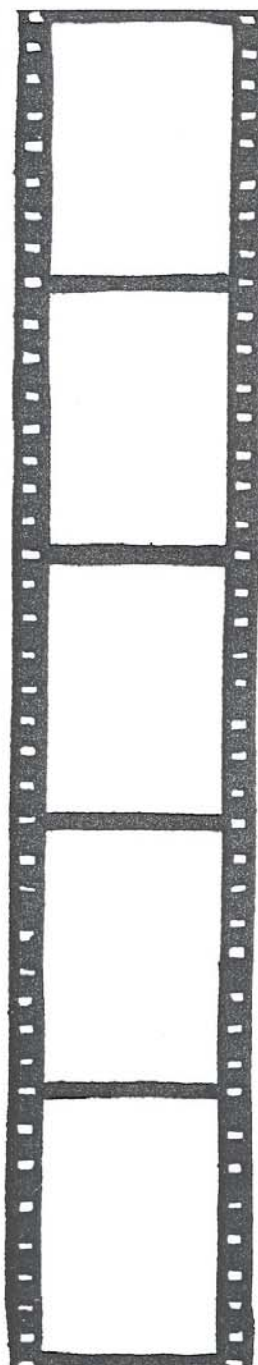
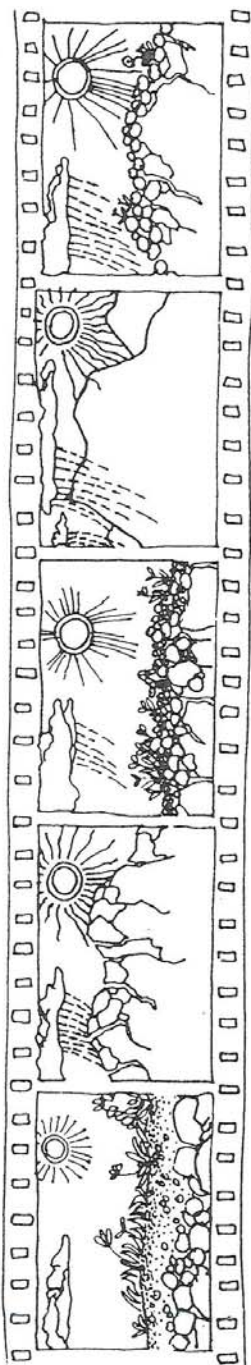


Půda

Pracovní listy BEO
1. stupeň ZŠ

Jak vzniká půda

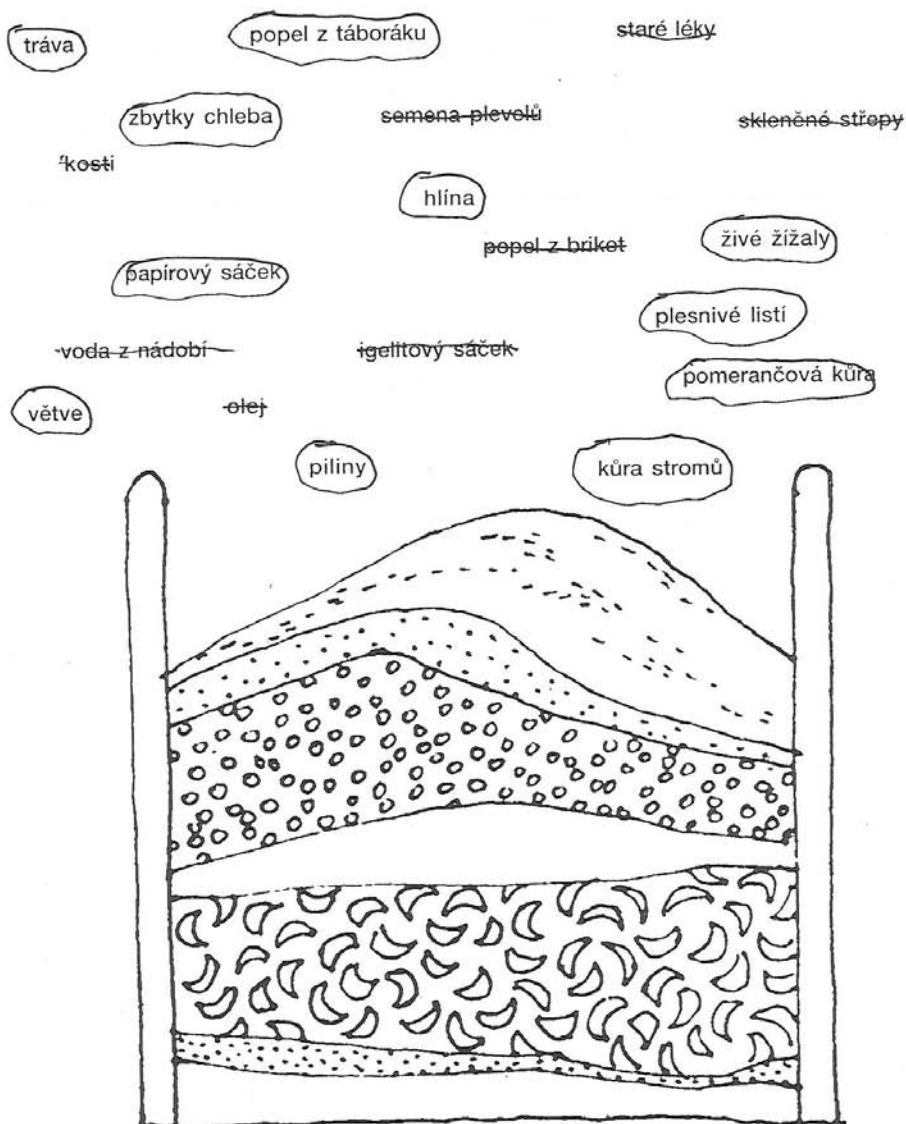
Následující obrázky ukazují, jak vzniká půda. Jsou ale přeházené. Sestav je ve správném pořadí do připravených okének filmu pořadu o vzniku půdy zkus vymyslet vhodný komentář.





Co patří na kompost

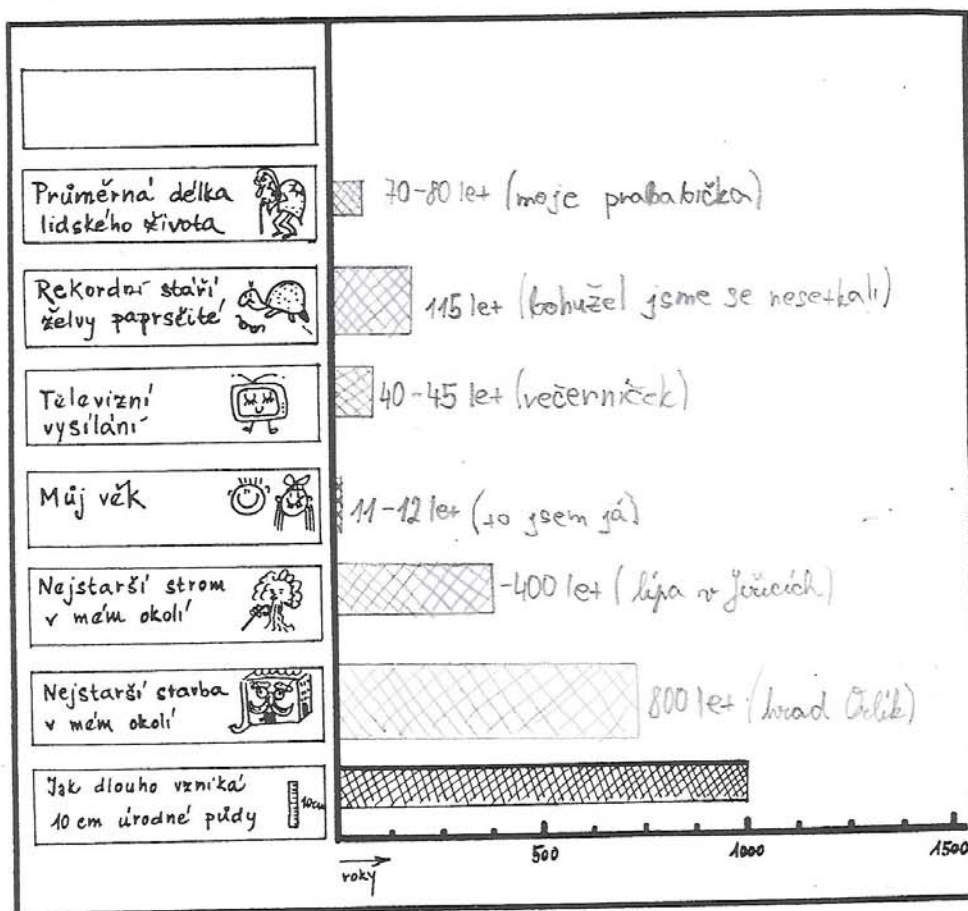
Půda vzniká zvětráváním hornin a obohacováním o organické složky (to je o složky vzniklé rozkladem mrtvých rostlin a živočichů). Jak takový rozklad vypadá, můžeme pozorovat na zahradě na hromadě kompostu. Aby byl kompost kvalitní, nesmí na něj přijít věci, které na něj nepatří. Zakroužkujte, co na kompost patří, a udělejte od kroužků šipku k hromadě kompostu.





Jak dlouho vzniká půda

10 cm úrodné půdy vzniká přibližně 1000 let. O tom, jak je to dlouhá doba, se můžeš přesvědčit, když ji srovnáš s uvedenými časovými úseky.





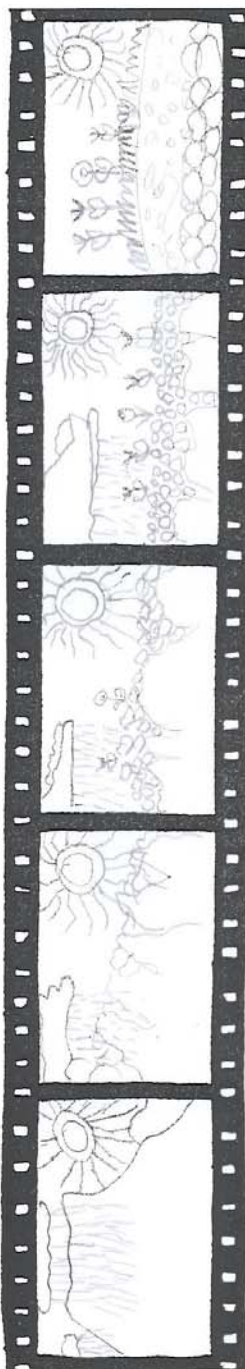
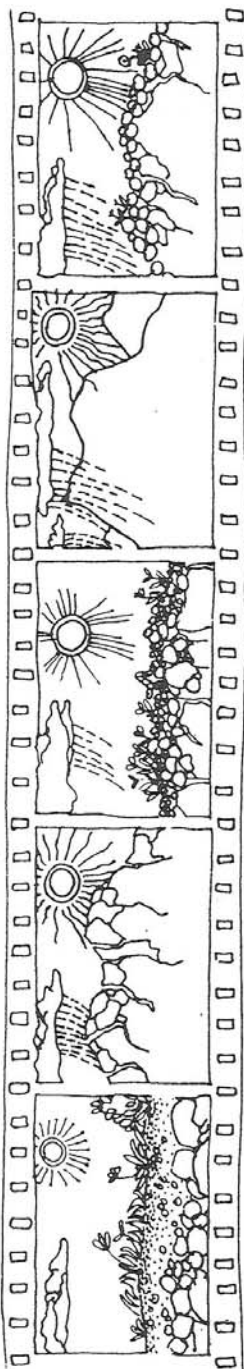
Půda

Pracovní listy BEO 1. stupeň ZŠ

Jak vzniká půda


Následující obrázky ukazují, jak vzniká půda. Jsou ale přeházené. Sestav je ve správném pořadí do připravených okének filmu pořádku o vzniku půdy zkus vymyslet vhodný komentář.

2 4 3 1




Příloha 33

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI PŮDY

 Přesvědčte se jednoduchým pokusem o tom, jak jednotlivé vzorky půdy propouštějí vodu.

Zjištěnými hodnotami vyplňte 2. a 3. sloupec v tabulce

 Vezměte si do rukou trochu půdy z každého vzorku a pokuste se vytvořit:


A) kuličku

B) kuličku rozválejte do válečku

C) váleček se pokuste stlačit do kroužku

Porovnejte své výsledky s přílohou 1 a doplňte údaje do 4. a 5. sloupce.

číslo vzorku	1. kapka ukápla zas.	za 5 min bylo v odm.válciml	půdní druh	půda těžka, střední, lehká..
1				
2				
3				

 S pomocí vyplněné tabulky se pokuste zodpovědět tyto otázky:
Který půdní druh propouštěl vodu nejvíce?

Který půdní druh propouštěl vodu nejméně?

Který půdní druh se označuje jako těžká půda a proč?

Má propustnost vliv na vysychání půdy?




Jaké výhody a nevýhody mají lehké půdy?


Který druh půdy je podle vás pro většinu rostlin nejvýhodnější a proč?




VZNIK PŮDY

 Pokuste se vyjmenovat činitele, kteří se podílí na vzniku půdy. Popište vznik půdy




 Předložené vzorky rozříd'te na nerosty a horniny. Vysvětlete čím se od sebe nerosty a horniny liší.

 Jistě jste si všimli, že půda není jednotvárná hmota. Do rámečku napište vše, z čeho se podle vás skládá.

PŮDA




CHEMICKÉ VLASTNOSTI PŮDY

 Změř pH octa a mýdlové vody

	pH
ocet	
mýdlová voda	





Jaká hodnota pH vyjadřuje kyselost a jaká zásaditost?

 Změř pH vzorků a hodnoty zapiš do tabulky. Do posledního sloupce zapište zda se jedná o půdu kyselou, neutrální či zásaditou. (viz. příloha 2)


vzorek č.	pH	půda je.....
1		
2		
3		


 Seřad' vzorky od nejnižšího pH k nejvyššímu.

 Nasyp do nejkyselějšího vzorku půdy lžičku vápenatého hnojiva. Změnila se půdní reakce?

 Průměrná kyselost dešťů v České republice je 4.5. Ovlivňují dešťové srážky půdní reakci?



 Jak může půdní reakci měnit člověk?

 Přiřaďte ke vzorku půdy plodiny, kterým vyhovuje vámi zjištěná půdní reakce. (viz příloha 3)

vzorek č.1 vhodné plodiny:	pH:
-------------------------------	-----

vzorek č.2 vhodné plodiny:	pH:
-------------------------------	-----

vzorek č.3 vhodné plodiny:	pH:
-------------------------------	-----



CEGV Cassiopeia

EVA
evropská asociace ekologických výrobců

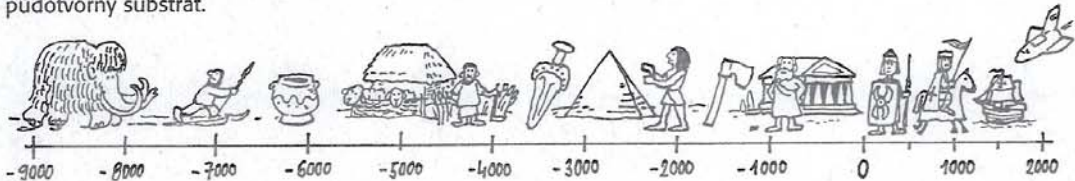
1. Jak vzniká půda?



VZNIK PŮDY

Půda se na Zemi neobjevila najednou. Vzniká a vyvíjí se velmi dlouhou dobu. V našich podmínkách tomu tak je od poslední doby ledové, tedy během posledních asi 11 000 let.

Půda vzniká zvětráváním skalního podkladu, tzv. matečné horniny. Působením rozdílných teplot, deště, větru a podzemní vody se původně neporušená matečná hornina rozpadá na menší a menší části, a tak vzniká půdotvorný substrát.



Ze samotného půdotvorného substrátu by však po určitém čase vznikla opět nová hornina. Za vznik půdy vděčíme hlavně rostlinám a živočichům, jejichž účast je při její tvorbě nezbytná. Rostliny rozrušují půdu svými kořeny a jsou hlavním dodavatelem organické hmoty – výchozího materiálu k tvorbě humusu. Kromě vyšších rostlin se na tvorbě půdy podílejí rostlinné a živočišné mikroorganismy. Ty rozkládají odumřelou organickou hmotu a vytvářejí tak úrodný humus.

Půda vzniká během tří vývojových stádií:

zvětrávání matečné horniny → vznik půdotvorného substrátu → vznik půdy

*Ve svém domku vidím rád,
když je stále s čím si hrát.
Zrnka písku, kamínky,
odumřelé rostlinky,
kamarádi, vzdoušek, voda,
jen když není nepohoda.*



SLOŽENÍ PŮDY

Pomůcky: polní lopatka, tužka, pracovní list

Na první pohled se vám půda může zdát jako nepříliš zajímavý materiál. Při bližším pohledu však zjistíte, že se nejedná o jednotvárnou hmotu, ale že se skládá z mnoha různých částic. Lopatkou odeberte hrst půdy a prozkoumejte ji. Do následujícího volného místa pak запиšte, co všechno jste v daném vzorku půdy našli:



Při bližším prozkoumání půdy jste jistě objevili spoustu částic různé velikosti, od úlomků hornin, přes zrnka písku, prachu až po drobné částečky jílu.

Další složkou půdy, se kterou jste se při průzkumu určitě setkali, je organická hmota. Skládá se z odumřelých zbytků rostlin a půdních živočichů.

Prostory mezi jednotlivými částicemi v půdě jsou vyplněny vodou a vzduchem. Voda se v půdě nachází v podobě půdního roztoku, ve kterém je rozpuštěna řada nejrůznějších látek. Půdní roztok zajišťuje zásobování rostlin vodou a živinami. Složení vzduchu v půdě je odlišné od složení vzduchu v atmosféře, tj. od vzduchu, který běžně dýcháme. Půdní vzduch obsahuje více oxidu uhličitého a méně kyslíku a má mnohem větší vlhkost.

Během pozorování půdy na vás možná zvědavě vykoukl některý z půdních živočichů. Spoustu z nich však pouhým okem vůbec nespazíte. Jedná se o obrovské množství půdních mikroorganismů, které dosahují jen miniaturních rozměrů, avšak mají velký vliv na utváření půdy.



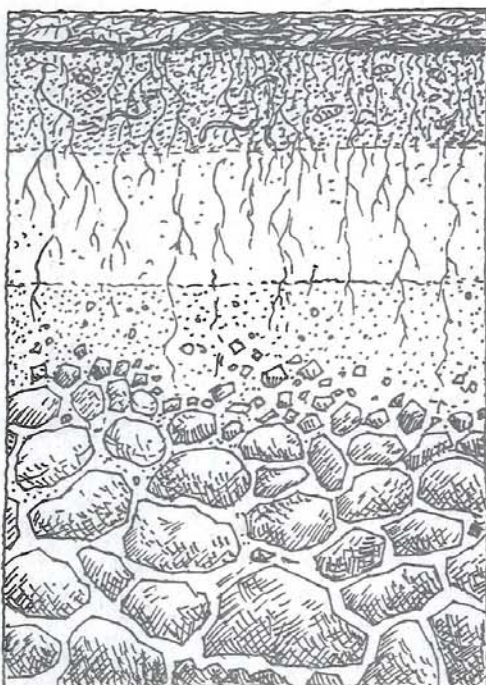
TVĚŘ PŮDY ANEB JAK PŮDA VLASTNĚ VYPADÁ?

Zajisté jste už někdy viděli zorané pole nebo půdu pod vyvráceným stromem v lese. Jistě jste si všimli, že půda měla pokaždé jinou barvu. Půdy v různých místech mají nejenom rozdílnou barvu, ale liší se i dalšími vlastnostmi.

Ani do hloubky není půda stejná. Pokud vedeme půdou svislý řez, uvidíme tzv. **půdní profil**, který se skládá z několika vrstev, tzv. **půdních horizontů**.

Půdní horizonty se vytvořily během dlouhého vývoje půdy. Každá půda je výsledkem půdotvorných procesů, tj. vlivu podnebí, organismů, utváření terénu a vody, jejichž působení bylo na různých místech rozdílné. Odborníci, kteří umí půdní profil vyhodnotit, se tak dozvědí mnohé o horninách, ze kterých daná půda vznikla, o podnebí v dané oblasti, ale také o tom, jak člověk půdu v dávných dobách obhospodařoval a jak ji lze využít dnes.

POJĎME SE SPOLEČNĚ NA PŮDNÍ PROFIL PODÍVAT:



HRABANKA – nejsvrchnější nerozložená vrstva tvořená listy, jehličím, větvemi a zbytky rostlin

HUMUSOVÝ HORIZONT – tmavá vrstva, bohatá na půdní mikroorganismy a kořeny rostlin

OCHUZENÝ HORIZONT – světlejší vrstva, ochuzená o jemné půdní částice a rozpustné látky, které se vodou vyplavily do spodních vrstev

OBOHACENÝ HORIZONT – hnědá až rezivá vrstva, obohacená o částice a látky z ochuzeného horizontu, ubývají kořeny, přibývají zvětraliny a úlomky matečné horniny

PŮDOTVORNÝ SUBSTRÁT – porušený skalní podklad, složený převážně z úlomků matečné horniny

MATEČNÁ HORNINA – tvrdý nevětralý skalní podklad

4. Okyselování půdy



pH značí míru kyselosti nebo zásaditosti půdy. Určujeme-li pH půdy, mluvíme o půdní reakci. Stupeň 7 značí půdu neutrální. Čím je tato hodnota nižší, tím je půda kyselější, čím je vyšší, tím je půda zásaditější.

Hodnota pH je dána matečnou horninou, chemickým složením srážek, kořenovými výměšky a opadem rostlin. Půdní reakce ovlivňuje například pohyb a chování jednotlivých chemických prvků v půdě, rychlost rozkladu organické hmoty, ovlivňuje činnost půdních mikroorganismů, druhové složení rostlin a rozpustnost škodlivých látek.



pH LESNÍ PŮDY

Pomůcky: lopatka, igelitové sáčky, štítky a tužka pro odběr vzorků půdy, kuchyňské síto, váhy, kádinka, odměrný válec, destilovaná voda, pH papírky

Pro tento pokus je vhodné vybrat různé typy lesních porostů, např. smrkovou monokulturu, smíšený les apod. Odeberte vzorky z vrchní vrstvy půdy, dejte je do igelitového sáčku a popište místem odběru. Po přinesení do třídy vzorky rozprostřete a nechejte na vzduchu 2 dny vyschnout. Po vysušení je přesejte přes síto. Do kádinky navažte 40 g vysušené přesáté půdy a doplňte 80 ml destilované vody. Suspenzi řádně promíchejte a papírkem změřte pH.

pH	Reakce
< 4,5	silně kyselá
4,5 – 5,5	kyselá
5,5 – 6,5	slabě kyselá
6,5 – 7,2	neutrální
> 7,2	zásaditá



CO POVÍ ROSTLINY O PŮDĚ?

Každý člověk si hledá takové místo, kde mu je příjemně, kde se cítí jako doma, zkrátka kde má vše, co potřebuje. Když takové místo najde, usadí se, a jak se říká "zapustí kořeny". O to víc platí toto rčení u rostlin, které zakoření doopravdy.

Některé rostliny mohou růst téměř kdekoli, ale jiné jsou na půdu velmi vybíravé. Podle rostlin, které na určitém místě rostou, můžeme odvodit, jaká půda se tam nachází. Velmi citlivé rostliny mohou dokonce sloužit jako ukazatele neboli indikátory určitých chemických látek v půdě.

Také každý druh stromu potřebuje ke svému růstu jiné přírodní podmínky. Ty jsou dány především:

- nadmořskou výškou a klimatem, které společně tvoří lesní vegetační stupně
- půdními poměry, především pH, obsahem vody a živin

Spojením nadmořské výšky a půdních poměrů vznikly tzv. **soubory lesních typů**, na kterých závisí způsob hospodaření v lese. Lesními typy jsou například lužní les nebo horská smrčina.



Pomůcky: klíč k určování rostlin

V místech, kde jste odebrali půdu k změření pH určete nejhojněji zastoupené druhy rostlin. Pomůže vám klíč k určování rostlin, podle kterého je nejenom dokážete správně určit, ale najdete v něm také informaci o tom, zda daná rostlina dává přednost kyselejší nebo naopak zásaditější půdě. Výskyt rostlin v daném místě porovnejte s naměřenou hodnotou pH z předchozího úkolu.

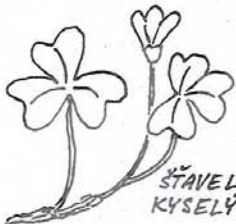
Příklady rostlin, rostoucích na kyselém nebo zásaditém podloží:

KYSELÉ

- rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*)
- vřes obecný (*Calluna vulgaris*)
- smolníčka obecná (*Viscaria vulgaris*)
- rmen rolní (*Anthemis arvensis*)
- šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*)
- brusinka obecná (*Vaccinium vitis-idaea*)
- třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*)
- prha arnika (*Arnica montana*)
- mochna nátržník (*Potentilla erecta*)
- stulík žlutý (*Nuphar luteum*)
- kostřava ovčí (*Festuca ovina*)
- brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*)



VŘES OBECNÝ



ŠŤAVEL KYSELÝ



TŘEZALKA SKVRNITÁ



PRHA ARNIKA



SMOLNÍČKA OBECNÁ



BRUSNICE BORŮVKA

ZÁSADITÉ

- tařice chlumní (*Alyssum montanum*)
- okrotice bílá (*Cephalanthera damassonium*)
- lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*)
- sasanka lesní (*Anemone sylvestris*)
- javor babyka (*Acer campestre*)
- kokořík mnohokvětý (*Polygonatum multiflorum*)
- ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*)
- mochna jarní (*Potentilla verna*)
- prvosienka jarní (*Primula veris*)
- lopuch plstnatý (*Arctium tomentosum*)
- ostřice nízká (*Carex humilis*)
- koniklec luční (*Pulsatilla pratensis*)



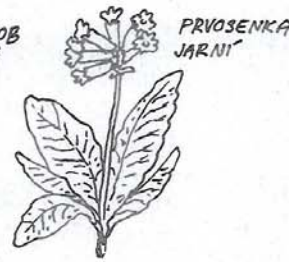
SASANKA LESNÍ



JAVOR BABYKA



PTAČÍ ZOB OBECNÝ



PRVOSIENKA JARNÍ



MOCHNA JARNÍ



LOPUCH PLSTNATÝ

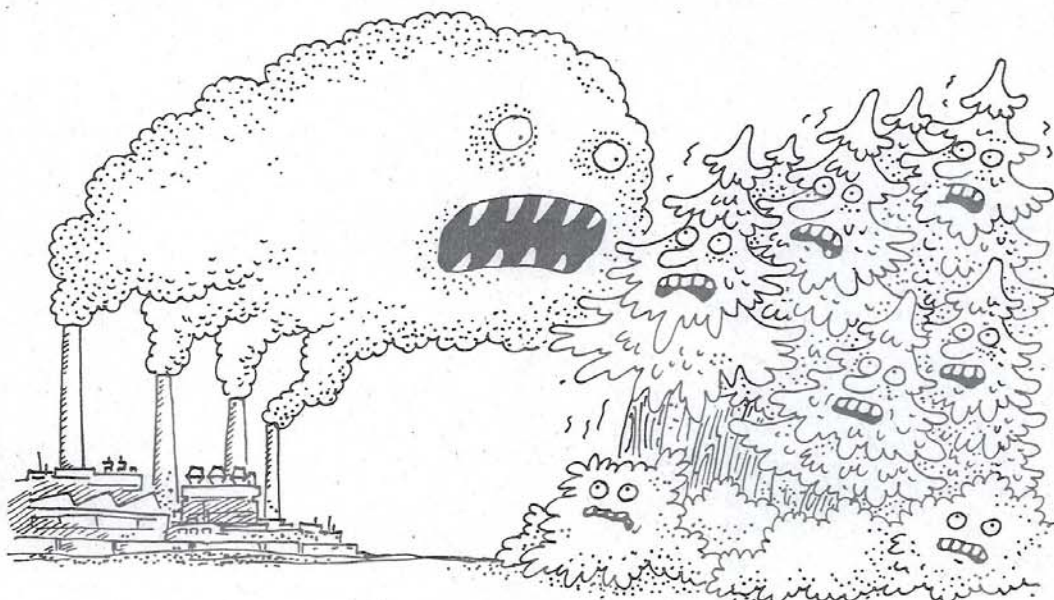
*Krtek dělá obličej,
šklebí se a mračí,
vůbec neví co se děje,
o co tady kráčí.*

*Nedivte se přátelé,
že se tváří kysele,
někdo asi nalil ocet,
do krtkovy postele.*



OKYSELOVÁNÍ PŮDY

Jedním z největších nebezpečí pro lesní ekosystémy jsou tzv. kyselé deště. Kyselý déšť vzniká v důsledku emisí neboli vypouštění velkého množství sloučenin síry a dusíku do ovzduší. Tyto sloučeniny v kapičkách srážkové vody tvoří kyseliny, které způsobují snižování pH. Kyselý déšť proniká do půdy, kde negativně působí na mikroorganismy a na kořeny stromů. Nízkým pH dochází také ke ztrátám důležitých živin. Ty jsou z půdy vymývány a na jejich místo se dostávají ionty hliníku, které jsou pro stromy jedovaté.



Víte, že: Přírozená hodnota pH srážek je 5,6. Nejkyselejší déšť byl naměřen v roce 1974 ve Skotsku. Jeho pH mělo hodnotu 2,4, což se téměř rovná pH octa.



CO POMŮŽE LESU?

Jednou z možností je umělé hnojení a vápnění, které lesu dodá živiny a zneutralizuje pH. Z dlouhodobého hlediska však není příliš vhodné. Horské smrčkové porosty je naopak vhodné doplnit listnatými dřevinami, např. jeřábem, břizou, bukem či javorem klenem, tj. dřevinami, které svým opadem zlepšují kvalitu humusu a dokážou lépe odolávat okyselení.



Odpovězte na následující otázky:

Které z lidských činností způsobují vypouštění síry do ovzduší?

Které z lidských činností způsobují vypouštění dusíku?

Je množství vypouštěných látek upraveno zákonem? Pokud ano, kterým?

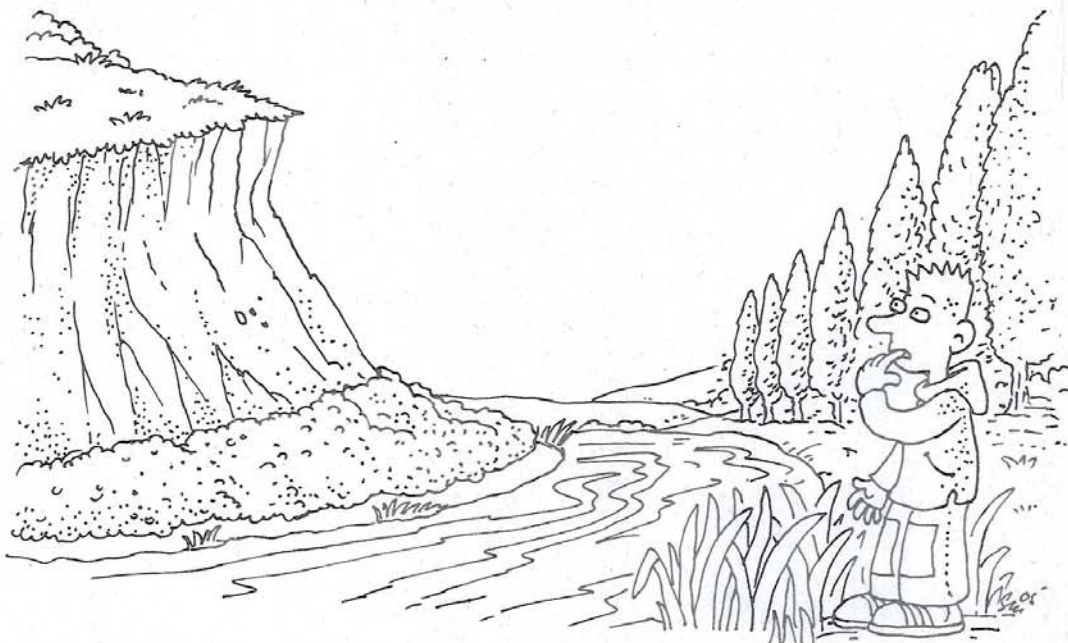
Které oblasti v České republice patří vlivem emisí mezi nejvíce postižené?

5. Eroze půdy



EROZE PŮDY

Půda není stabilní prostředí, ale naopak velice živý systém, který se neustále mění. Vrstva půdy, tenká přibližně 1 cm, se tvoří asi 100 let. Ze svého stanoviště však může být odnesena velmi rychle a to v důsledku **půdní eroze**. Půdní částice jsou deštěm nebo větrem unášeny na jiná místa, kde se ukládají.



Půdní eroze je přirozený proces, který probíhá odnepaměti. Přirozená eroze je pomalá a nedochází při ní k porušení přírodní rovnováhy. Množství odnášených půdních částic je doplňováno novým zvětralým substrátem, ze kterého vzniká nová půda.

Přirozená eroze je však urychlována nevhodnými zásahy člověka do krajiny. Velkoplošným odlesňováním a pastvou dobytka člověk v minulosti zbavoval půdu přirozeného krytu a vystavil ji tak působení deště a větru.



*Někdo skácel všechny stromy,
svah se řítí do pohromy!
Krtek zatnul tlapičky,
podepřel si nožičky.
Na svých bedrech drží váhu
sesouvajícího se svahu.*



LES JAKO HOUBA

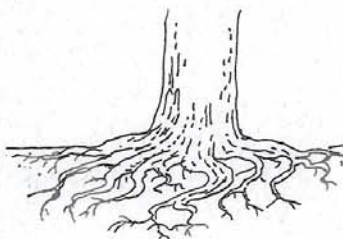
Přirozená stanoviště jsou vůči erozi odolnější než stanoviště umělá. Nejdolnější je les, na druhém místě je louka. Les má mimořádnou schopnost zadržovat vodu. Dešťové srážky se zachycují na jehličí a listech, v mechu a především zasakují do půdy, čímž je zpomalen jejich odtok. Důležitou roli hrají také kořeny stromů, které umožňují vést vodu do větší hloubky.



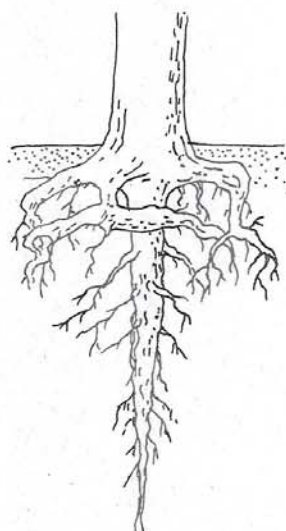
STAVBA KOŘENŮ

Charakteristickému uspořádání kořenů se říká typ kořenového systému. Některé stromy mají kořenový systém plošný, jiné kulový a jiné srdčitý. Rozdělte se na tři skupiny a pokuste se pomocí větviček znázornit jeden typ kořenového systému. Po jeho vytvoření ho představte druhým dvěma skupinám.

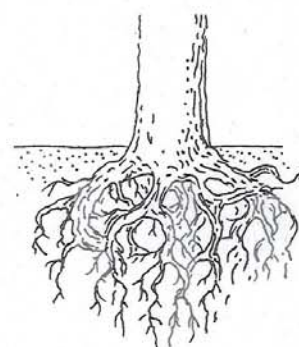
plošný kořenový systém



kulový kořenový systém



srdčitý kořenový systém



Odpovězte na následující otázky:

Vyjmenujte nejdůležitější zástupce dřevin s plošným, kulovým a srdčitým kořenovým systémem.

Co je to vývrát? Které dřeviny trpí vývraty nejčastěji?



Na vznik půdní eroze má vliv i hospodaření v lese, zejména těžba dřeva a zakládání nového porostu. V současné době se stále více hospodaří způsobem, který je přírodě blízký. Přechází se od holosečného způsobu k podrostnímu, při kterém je porost obnovován postupně.

Příloha 34

ŽIVOT V PŮDĚ

PŮDA - je nejsvrchnější vrstvou zemské kůry, ležící na matečných horninách. Je nositelem rostlinného a živočišného života, a tedy výrazně podmiňuje vývoj nejen veškeré vegetace, ale také všech suchozemských živočišných společenstev. Naopak živé organismy zase zpětně ovlivňují půdu.

Půda je velmi složitý systém abiotických a biotických složek a je výsledkem interakce jednotlivých půdotvorných faktorů:
- reliéf a podloží,
- podnebí,
- vegetační kryt a edafon,
- působení člověka.

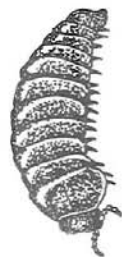
Její vývoj je zvlášť v raných stádiích silně ovlivněn mateřskou horninou a reliéfem, později se výrazněji uplatňují složky klimatické a biotické včetně půdní fauny.

Podle jiného dělení můžeme v půdě nalézt následující složky:

- I) Neživá složka minerální (samotný substrát, půdní roztok a půdní atmosféra),
- II) Neživá složka organická (humus)
- III) Živá složka - půdní organismy (edafon). - kořenové systémy rostlin.

Spočívá ve všech mikroorganismů, rostlin a živočichů žijících v půdě nazýváme edafon. Obvykle rozlišujeme fytoedafon (bakterie, plísně, houby, sinice a řasy) a zooodafon (prvoci, ploštěnci, hlísti, kroužkovci, stejnonožci, měkkýši, pavoučci, vždušnicovci, hmyz a obratlovci).

Podle místa výskytu jednotlivých organismů hovoříme o formách epigeických (žijí na povrchu půdy) nebo hypogeických (vyskytují se v různých půdních vrstvách).



Vzhledem k tomu, že předmětem naší tabule je především zobrazení a seznámení se se zooodafonem, mohou jeho součástí být tyto skupiny organismů:

PRVOCI (Protozoa)

- tento sběrný taxon je v edafonu zastoupen velkým množstvím jak druhů tak i kusů. V půdě žijí především v půdním roztočce, který povleklá jednovláknová částice půdy. Součástí edafonu je řada bičíkovců, kořenonožců (obr. 4) a nálevníků.

PLOŠTĚNCI (Plathelminthes)

- ploští červi, v našich krajích typičtí obyvatelé vod jsou zastoupeni několika druhy mezi půdní faunou. Vyskytují se především ve vlhkých lesích pod kameny a v opadání listů. Některé formy byly zavlečeny a lze se s nimi setkat např. ve sklenících.

HLÍSTI (Nemathelminthes)

- morfologicky velmi rozmanitá skupina organismů. V půdě můžeme nalézt velké množství vlníků a hlístic (obr. 20).

MĚKKÝŠI (Mollusca)

- v suchozemských biotopech jsou zastoupeni pouze třídou plžů (obr. 2). Nejsou typickými představiteli edafonu. Až na výjimky žijí pouze na vegetaci, na povrchu půdy v opadance, pod kameny a trouchnívějším dřevem.

KROUŽKOVCI (Annelida)

- typičtí obyvatelé různých vrstev půdy. Svoji činnost se zásadně měrou podílejí na půdotvorných procesech. V našich půdách jsou nejznámější především různé druhy žížal (Obr. 26) a roupic (obr. 30).

ŽELVUŠKY (Tardigrada)

- mikroskopičtí obyvatelé mj. i půd charakterističtí schopností přečkávat nepříznivé podmínky ve stavu anabiózy.

PAVOUKOVCI (Arachnida)

- členovci charakteristické stavby těla se 4 páry končetin. Větší formy, především pavouci (obr. 11), sekáči a šitci žijí na povrchu půdy nebo ve svrchních vrstvách, menší formy - roztoči různých taxonomických skupin (obr. 17, 18) žijí v půdě obecně ve velkých množstvích. Jsou-li fyto- nebo saprofační, pak patří k nejvýznamnějším skupinám organismů při půdotvorných procesech. Z určitého hlediska sem můžeme přiřadit i některé formy parazitické (obr. 1).

KORYŠI (Crustacea)

- původně vodní organismy, jejichž některé skupiny např. stejnonožci (Isopoda - obr. 8 a 27) přešly k životu na souši. Hrají významnou roli v půdotvorných procesech.

STONOŽKY (Chilopoda)

- skupina vždušnicovců typicky zploštělého těla a z boku vkloubenými nohama. Většinou se žijí drobnými bezobratlými (obr. 13).

MNOHOHOŽKY (Diplopoda)

- vždušnicovci, stejně jako předchozí, s velkým počtem na břišní straně vkloubených končetin. Fyto- nebo saprofažové významní v půdotvorných procesech (obr. 7, 9, 12, 21 a 28).

HMYZENKY (Protura)

- typická skupina drobných půdních organismů žijící se sáním na hyfách mykorrhizních hub (obr. 22).

CHVOSTOSKOCI (Collembola)

- třída drobných půdních členovců charakteristického tvaru těla, často pestře zbarvení. V edafonu bývají zastoupeni ve velkých množstvích a jako fytofažní, resp. saprofažní skupina se výrazně podílejí na půdotvorných procesech (obr. 14, 15, 16).

VIDLČNATKY (Diplura)

- typičtí půdní živočichové bez zásadního významu ve srovnání s jinými skupinami edafonu (obr. 19).

HMYZ (Insecta)

- morfologicky i ekologicky velice pestrá a bohatá skupina členovců, avšak poměrně uniformního typu stavby těla. V půdě se můžeme setkat (podle skupiny) jak s dospělci, tak i s jednotlivými vývojovými stadii. Během celého života jsou součástí edafonu např. škvofí (obr. 3, 32), některé formy švábů, všekazů, pisívek (obr. 31), blanokřídlých a z brouků např. střevlíci (obr. 10).

Jako jednotlivá vývojová stadia můžeme v půdě či v opadance najít v podstatě reprezentanty všech hmyzích řádů např. mšic, ploštěc, sítekřídáků, sítekřídáků, stejnokřídlých, srpce, brouků (obr. 5, 24, 25) i dvoukřídlého hmyzu (obr. 29).

Dravé formy mají podíl na udržování přirozené rovnováhy v ekosystémech, formy fytofažní a saprofažní jsou významnými účastníky půdotvorných procesů. Některé ekologicky vyhraněné formy lze s úspěchem využít jako biologické indikátory změn v přírodě.

OBRA TL OVCI (Vertebrata)

- do edafonu můžeme přiřadit obratlovce různých taxonomických skupin, např. krčka aj.

ŽIVOT V PŮDĚ



Pro mnoho lidí je půda, po které chodí, jen pouhá hlína. Dobrá tak na to, aby na ní mohli stavět domy a silnice, jezdit na kole, opalovat se. Přitom páda je fantastický svět plný života. Je to svět, který předčí svůj bohatost africkou savanou.

Kdybychom měli tu možnost zmenšit se na velikost mravence, velice bychom se divili. Objevíli bychom svět plný živočichů – velkých i malých, rychlých i pomalých. Žijí v něm dravci nebezpečnější než tygr i stáda spásající rostlinné zbytky stejně jako zebry trávní.

Tento svět je bralovským terma a vlhka, které všem jeho obyvatelům poskytuje ukrytí i potravu. My, kteří nedokážeme být malí jako mravenci, se do něj můžeme dostat pomocí lupy nebo pufrů s lupou a mikroskopem.

Zkusme to se mnou. Pamatujte, že jsme jen návštěvníci, kteří nechceme nikomu z obyvatel ublížit. Takoví obří jako my mohou ničit i nejmýšlivě, z nedbalosti – když se chovají jako slon v porcelánu.

Připravme si proto předem jemnou pinzetu, cedník s většními oky, mísky, lupy (v prodejnách fotografických potřeb můj např. levně textilní lupy).

Vydáme se hledat hrabanku, vesnu, tlajčičko listů a trávy – místo, kde je obyvatelům půdy nejlépe. Otočíme kameny, obvalíme trouchnivější kmen stromu. Vylékant obyvatelů přehojí do sítnu, zavrtávají se pod zem. Opatrně je chytíme, přemístíme do mísky a vrátíme jejich domovy – kameny, tráva a listů – zpět.

Určitě objevíte spoustu živočichů, které nebudete umět pojmenovat. Život v půdě je neobyčejně pestrý. Přijí (šněci), brouci, pavouci, hlístice, vidličáčky, ale také nejtržnější vývojová stádia (larvy, kukly) hmyzu, brouků. Jména nejsou důležité. I tak nás pod lupou překvapí. Tvarem, zbarvením, chováním.

Tento svět v půdě se nám může zdát malý a vzdálený. Je však pro nás velmi důležitý. Vše co se stalo v přírodě odpadem – listy, starou trávu, padlé stromy i mrtvé živočichy – pomáhá přeměnit v humus. Z humusu bohatého na živiny pak vyrůstá nový život.

Všem vám, kteří jste se ponorili do toho malého temného světa plného překvapení, nabízámi informace o jeho obyvatelích a jejich domově.

31. HUSYČKA (Pseocoptera)
Velikost: až 5 mm

Vádkou zplodiny drobný hmyz a kousavci listům ústevním. Žije na stromech a keřích, v opadance, na kůlkách a v pastýnkách, často v lidských patkách a savců a v lidských domcích. Živí se hmotou, houbami, listovky a různými organickými zbytky.

30. ROUPICE (terv) těleci (Zachytridae)
Velikost: až 35 mm

Bílavý červ, kterého najdeme téměř po celém světě. Žije především na vlhkých lokalitách ve vrchních vrstvách půdy, v trávě, v opadance, v kůrkách stromů a keřů, v lidských patkách a savců a v lidských domcích. Živí se hmotou, houbami, listovky a různými organickými zbytky.

29. MUŠÍ LARVA (Diptera)
Velikost: až 70 mm

Larvy mají mnoho různých tvarů, různé typy a tvary podle prostředí, v němž žijí. Dávají se poznat především pod kůrkou stromů a keřů, v opadance, v kůrkách stromů a keřů, v lidských patkách a savců a v lidských domcích. Živí se hmotou, houbami, listovky a různými organickými zbytky.

28. PLOCHULE (mmohonožka rodu Polydesmus)
Velikost: až 30 mm

Mnohožky se zplodiny vlnitým tělem, vlnitými, vyhláží v pozemní křídla, především ve státech a velkých lesích pod kůrkou stromů a keřů, v opadance, pod kůrkou patřící a v opadance. Svými těmi se pohybují na tvorbě humusu.

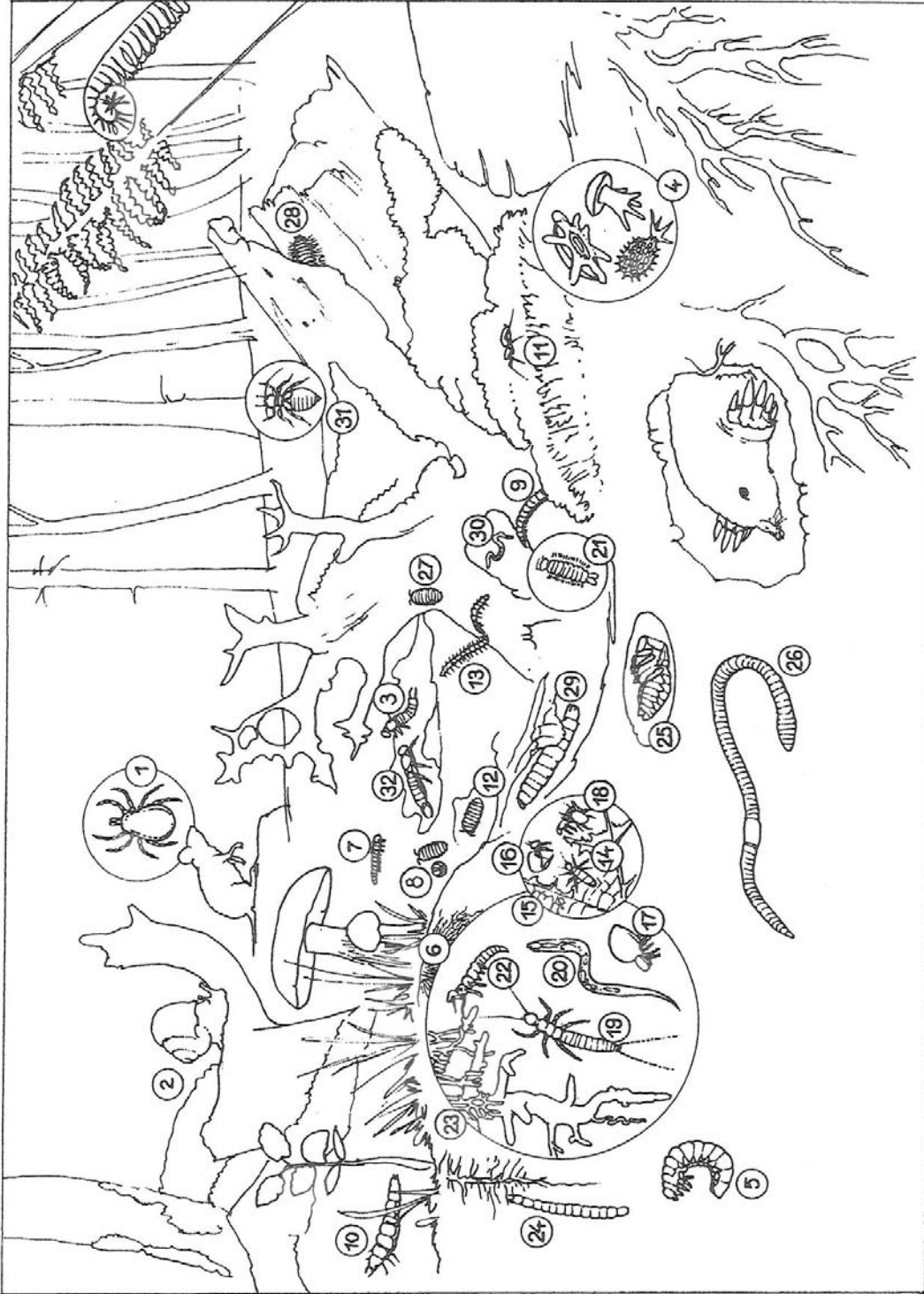
6. PODHOUBÍ (Myriellum)
Soubor vláknitých vláknit hub (= nezálečné sesporytické či parazické organismy), na něž vyvíjejí se určité houbové organismy. Podnoží se rozlézá v živém podkultuře a čerpat a nebo potravu. Někdy se spřádá ve složité sítě, které mohou být i velmi husté. Podhoří je částí hub, které se podílí na mykorrhize, tj. na symbióze a kořeny vyšších rostlin.

23. MYKORHIZA
Tento termín označuje soužití - symbiózu - huby a kořeny vyšších rostlin. Hyfy hub mohou obalovat kořeny rostlin a tím většinou aktivně poorných kořenů a tedy i příjem vody a minerálních kořenů. Houby nasopak získávají z kořenů látk asimilátů a rátoových látek. V jiných případech pronikají hyfy hub do kořenových buněk, ze kterých čerpají produkty fotosyntézy. Hyfy hub jsou nasopak slany starovány rostlinou, která z nich získává dusíkaté sloučeniny a fosfor.

HUMUS
Humus je povrchová vrstva hlíny, která vzniká rozkladem ze zbytků lůčících rostlin a listů stromů a odumřelých těl živočichů. Je to vrstva bohatá na živiny a čím větší je vrstva humusu, tím lepší jsou podmínky pro rostliny. I pro různé živočichy, které v něm žijí a také ho svým pohybem provzdušňují a dodávají tím kyslík. Ten je nezbytný pro dýchání živočichů a rostlin - pomocí kořenů.



ŽIVOT V PŮDĚ
autor: RNDr. Karel Absolon, úvod: Ing. Tomáš Ledvína, scénáři a ilustrace: MUDr. Pavla Procházková, kresby, grafická úprava: Dita Baboušková, výtisk: OTHEREZA, 01/9, 20 ČSOP - sánzení pro ekologickou výchovu, Vychází v nákladu 6000 ks pouze pro členy Klubu Terza, 1994



- 1 - Klíště obecné
- 2 - Ptáček
- 3 - Škvor obecný - samice
- 4 - Krytenky
- 5 - Ponorva
- 6 - Podhoubí
- 7 - Larva mnohonožky
- 8 - Svinka

- 9 - Mnohonožka
- 10 - Larva střevořičky
- 11 - Slíďák
- 12 - Svinule
- 13 - Stonožka
- 14 - Chvostoskok
- 15 - Požerky a výkaly chvostoskoků
- 16 - Chvostoskok

- 17 - Pancfírcí
- 18 - Dravý roztoč lovící chvostoskoka
- 19 - Vidličnatka
- 20 - Hlístice
- 21 - Chlupule
- 22 - Hmyzky
- 23 - Mykorhiza
- 24 - Larva kovářky

- 25 - Kukla bronka
- 26 - Žížala
- 27 - Stínka
- 28 - Plochule
- 29 - Mušl larva
- 30 - Roupice
- 31 - Píseňka
- 32 - Škvor obecný - samec

