

## **Úvod do ekologie, část 1:**

### **Voda**

#### *Koupání*

*Mytí*

*Oplachování*

*vaření*

*pití*

*zalévání*

*hašení*

V tomto učebním modulu budou objasněny vzájemné vztahy v komplexní soustavě voda -- člověk – životní prostředí.

Většina lidí ví, že voda je nutnou podmínkou života. Přesto si málokdo jasně uvědomuje, co znamená neporušený, fungující koloběh vody pro trvalé udržení života na Zemi. Po celém světě se již projevují povážlivé důsledky lidských zásahů do miliardy let starého, důmyslného vodního reje.

V rámci odborné přípravy na zaměstnání je třeba se soustředit hlavně na přípravu pitné vody a čištění odpadních vod. Studenti musí na své kůži procítit, jaké úpravy má za sebou pitná voda, která u nás teče z kohoutku, a kde nakonec skončí takzvaná odpadní voda.

**Autorka:** Josephine Löwenstein, redakce Maria Roos, LIFE e.V.

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
1.1	Voda	3
<b>2</b>	<b>Učební otázky a cíle výuky</b>	<b>4</b>
2.1	Návod pro práci s tímto textem	4
2.1.1	Úvod do problematiky	4
<b>3</b>	<b>Význam vody pro životní prostředí</b>	<b>7</b>
3.1	Velký koloběh vody na Zemi	7
3.1.1	Experimenty ke koloběhu vody	8
3.2	Bez lesa není deště	9
3.2.1	Znázornění vodního režimu v zemědělství	9
3.3	Vodní ekosystémy	10
3.3.1	Tůňe a rybníky	10
3.3.2	Jezera	10
3.3.3	Vodní toky	12
<b>4</b>	<b>Vlastnosti vody a její příměsi</b>	<b>13</b>
4.1	Kouzla, triky a experimenty	13
4.1.1	Příprava	
4.1.2	Provedení experimentu	
<b>5</b>	<b>Pitná voda</b>	<b>14</b>
5.1.1	Úvod do skupinové diskuse	14
5.1.2	Kvalita pitné vody a její „výroba“	15
5.1.3	Spotřeba pitné vody	15
5.1.4	Pracovní skupiny pro téma „pitná voda“	16
5.1.5	Možnosti šetření vodou	16
5.2	Ekologická zátěž spodních vod	16
5.3	Zastavení půdy a nebezpečí povodní	17
<b>6</b>	<b>Odpadní vody</b>	<b>18</b>
6.1	Pracovní skupiny	
6.2	Narušený koloběh živin	
6.3	Čištění odpadních vod	19
6.4	Alternativní způsoby čištění	20
6.4.1	Průmyslové odpadní vody čistit odděleně	
6.4.2	Zákaz vylévání nebezpečných látek do odpadu	
6.4.3	Kompostovací záchody	
6.4.4	Kořenové čističky (biologické rybníky)	21
<b>7</b>	<b>Kontrola získaných znalostí</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Literatura/ Další materiály k zpracování tematických okruhů</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>Seznam vyobrazení</b>	<b>24</b>

# 1 Úvod

## 1.1 Voda

**Obr.1:** Pohled na Zemi z Měsíce. Země je planeta bohatá na vodu s rozsáhlými oceány (tmavé oblasti) a rozsáhlým oblačným obalem.(Odum,1991)

My, lidé odchovaní technickou civilizací, vnímáme vodu často jen jako proud vytékající z kohoutku, vodu ve sklenici při čištění zubů, nebo v kávovaru. Pro lidi z jiných epoch a kultur, kteří žili či ještě žijí v těsné závislosti na přírodě, má voda naproti tomu význam pralátky, jako zdroj všeho živého, jako sídlo duchů, jako prvek se zázračnými a léčivými vlastnostmi, jako měkký, ženský prvek; cosi tekoucího, temného, nevyzpytatelného, tajemného.

V tomto modulu si blíže objasníme otázku, jaké specifické vlastnosti voda má, a jaký je její význam pro přírodu a náš život.

To, že voda je nezbytná pro život, je většině lidí známo. Málokomu je však jasné, co znamenají nedotčené a fungující koloběhy vod pro udržení života na Zemi. V celém světě se již začínají projevovat povážlivé účinky lidských zásahů do miliardy let starého, spletitého vodního reje.

Při výuce učňů se musí, v souvislosti s přírodním koloběhem, zvláště klást důraz na užívání, zdroje a kvalitu pitné vody a na zacházení s odpadní vodou. Studenti musí sami procítit, co musí prodělat pitná voda, než se dostane do vodovodního potrubí a než se z ní v kanálu stanou splašky. Nakonec projde čistírnou vrací se jako vyčištěná odpadní voda do soustavy našich vodních toků. Kvalita naší pitné vody těsně souvisí se stavem životního prostředí, který zase navzájem souvisí s kvalitou našich <sup>1</sup>odpadních vod a jiných emisí!

Také technické požadavky a finanční náklady, které jsou s procesy čištění vody spojeny, by měly být uvedeny ve známost, neboť jednak je musí každý z nás platit v ceně vody – včetně následků znečištění – a jednak se budeme muset v budoucnu s těmito následky nějak vyrovnat!

---

<sup>1</sup> Vyčištěných (pozn.překl.)

## 2 Učební otázky a cíle výuky

Učební otázka	Cíl výuky	Otázky vztahující se k studijnímu oboru
<ul style="list-style-type: none"> <li>- vodní ekosystémy</li> <li>- experimentální zkoumání vlastností vody</li> <li>- lokální a globální koloběh vody</li> <li>- spotřeba pitné vody a její příprava</li> <li>- vlastnosti pitné vody</li> <li>- čištění odpadních vod</li> </ul>	<p>Naučit se a pochopit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funkce a význam koloběhu vody pro vytváření globálního klimatu</li> <li>- význam aktivní transpirace (odparu vody) rostlin</li> <li>- vlastnosti vodních ekosystémů</li> <li>- lidské zásahy do vodní bilance půdy a do vodních ekosystémů; jejich poškozování</li> <li>- úprava odpadních vod její vliv na řeky</li> </ul> <p>Seznámit se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- s pojmy <b>trvale udržitelného</b> užívání vody a vodních toků (vodstva)</li> <li>- se zásadami ekologicky uvědomělého zacházení s vodou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vlastnosti pitné vody</li> <li>- funkce vodárny</li> <li>- funkce čistírny odpadních vod</li> </ul>

### 2.1 Metodické pokyny pro práci s těmito texty

#### 2.1.1 Úvod do problematiky

##### 2.1.1.1 Malování (pro mladší školačky)

Máme-li k tomu čas, je vhodným vstupem do vodní problematiky – malování. Sebereme všechna pořekadla, která mají něco společného s vodou a napíšeme je na nástěnku (např. „Někomu vypálit rybník“, „Je v tom až po krk“, „Tichá voda i břehy bere“, „Čas teče jako voda“ aj.). Každý student si některé pořekadlo vybere a svoje asociace vyjádří formou obrazu. Důležité: malujeme vodovkami, velkoryse, nešetříme vodou. Nakonec se provede výstava obrazů a každý umělec své dílo představí. Přitom se postupně přejde na otázky vlastností vody a jejího významu pro nás, lidi. Diskuse se dá obohatit informacemi o mýtickém a kulturním významu vod.

**Časové nároky:** cca 60 min. výklad a malování, 30 min. vyhodnocení (podle: Simon et al. 1997)

### 2.1.1.2 Posuzování vzorků vody

Postavte vedle sebe sklenice různými vzorky vody:

1. pitná voda
2. čerstvě zachycená dešťová voda
3. dešťová voda – první liják z okapu
4. jezerní/říční voda
5. voda z rour na staveništi
6. voda s octem
7. slaná voda
8. mýdlový roztok po mytí rukou
9. a co nás ještě napadne ...

Každá žákyně si vezme jednu sklenici. V cyklu otázek budou o svojí sklenici vody uvažovat. Prostřednictvím otázek je pak možno dojít k tomu, jaké vlastnosti by měla mít pitná voda, aby se z jejích vlastností mohlo zpětně vysledovat, odkud asi pochází a jak to technicky probíhá.

1. Z které zde vystavené sklenice byste se rády napily, z které ne, a proč?
2. Jaké byste měly požadavky na vaši vodárnu, abyste se její vody rády napily?
3. Jaké požadavky by měly splňovat vodovodní trubky? Slyšely jste už něco o problémech s vodovodním potrubím? O co šlo?
4. Nač vlastně ve svém všedním životě potřebujeme vodu?
5. Myslíte, že máme pitné vody dostatek nebo jsou s její přípravou problémy?

### 2.1.1.3 Video

V závislosti na cílové skupině, může se někdy hodit Video k uvedení do problematiky. Z mnoha filmů, které jsou k dispozici, hodí se zde podle našeho mínění nejlépe videofilm Petra Lustiga „mittendrin Wasser“ (ve vodě) a „Pusteblume- Peter geht dem Wasser nach“ (Pampeliška – Petr jde po vodě). Většina žáků Petra Lustiga zná a přijímá ho.

Po úvodním komentáři je také možno předvést videofilm „Wasser in Not“ (voda v ohrožení); zde autor se samozřejmě mluví o „vodní krizi“, o které většina lidí ani neví!

### 2.1.1.4 Formulování otázek

Problematiku je možno (zejména v případě odpadní vody) otevřít úvodními otázkami:

- Co všechno se u nás denodenně dostává do odpadních vod?
- Co z to se dá vyčistit a co se samo odbourá v řece?
- Co vlastně znamená „biologicky odbouratelný“?
- Co se stane s látkami, které nejsou odbouratelné?

Tímto způsobem je možno formulovat řadu dalších otázek a styčné body s naším všedním životem.

### **2.1.1.5 Návštěva vodárny, případně čistírny odpadních vod**

Návštěva místní vodárny a místní čističky ozřejmí žákyním situaci v jejich městě. Návštěvu je třeba dobře připravit, tzn. vysvětlit funkci těchto zařízení, neboť pozornost žákyň nebývá podle našich zkušeností tak soustředěná, aby bez předběžných znalostí pochopily, o co se u jednotlivých bodů prohlídky jedná.

Při návštěvě vodárny je třeba jasně vysvětlit, že voda vlastně vyvěrá jednoduše ze země, a říci,

co všechno se s ní musí udělat, aby se dala pít. Žákyně musí pochopit, že voda je produktem přírody a že jí odnímáme bezprostředně z našeho životního prostředí. Kvalita toho, co denně pijeme, závisí tedy bezprostředně na jeho stavu. Po návštěvě obou zařízení se budou žákyně na své město dívat jinýma očima.

Příprava na exkursi je nutná také proto, že při prohlídce jsme závislí na průvodci po tom kterém provozu a na jeho zaujetí. Bude-li mít skupina předběžnou znalost problematiky, zvýší se také zájem průvodce!

### 3 Význam vody pro životní prostředí

#### 3.1 Globální koloběh vody

Na Zemi jsou obrovské zásoby vody, které činí 134 miliard km<sup>3</sup>. Z toho asi 97% je voda moří, 2% jsou vázána v polárních ledovcích. **Použitelná sladká voda** pod zemí, v jezerech a řekách představuje jen **0,3%**-ní díl. Zbytek je nedosažitelná spodní voda v hlubinách. Na povrchu Země cirkuluje méně než 0,001% vodních zásob. A je to právě tato tisícina<sup>2</sup> procenta, která vytváří předpoklady pro všechny pozemský život.

**Obr.2.** Rozdělení vodních zásob Země.

<i>Světová moře a oceány</i>	<i>– 97%</i>
<i>Polární led</i>	<i>2%</i>
<i>Hlubinná spodní voda</i>	<i>0,7%</i>
<i>Využitelná spodní voda</i>	<i>0,3%</i>
<i>Cirkulující voda</i>	<i>0,01%</i>

Když slunce svítí na hladinu moře, stoupá teplota povrchové vrstvy vody. Ta se odpařuje, teplý a vlhký vzduch stoupá nahoru, je unášen větrem a opět se ochladí. Přitom pára kondenzuje a vznikají mraky. Na okrajích mraků může ohřátý vzduch znovu přijmout (odpařit) kondenzovanou vodu, čímž se mraky dlouhodobě stabilizují. Teprve když se kapky zvětší a ztěžknou, dojde ke srážkám, tj. začne pršet, sněžit, nebo padají kroupy. Člověk si musí uvědomit, že se vlastně jedná o **destilaci**, a že tu máme světovou **čističku vody**, která je poháněná sluncem a funguje proto zadarmo.

**Obr.3.:** Přírodní koloběh vody

<i>Odpařování</i>	<i>srážky</i>	<i>energie</i>
<i>Prosakování</i>	<i>Odtok</i>	<i>odpařování</i>
<i>Odtok spodních vod</i>	<i>řeka</i>	<i>moře</i>

Větší část srážek padá zpátky do moře; na pevninu se dostane jen jedna desetina. Tam ji může vstřebat půda nebo rostliny. Zejména **stromy v sobě ukládají a znovu odpařují** hodně vody. Obrovskou jímací kapacitu mají také bažiny a mokřiny (mokřady).

Tímto způsobem se voda drží v krajině **lokálním koloběhem**. Zbytek vody se vsakuje do půdy přičemž se filtruje, obohatí se rozpustnými látkami, jako uhličitánem vápenatým, a tvoří spodní vodu, která se hromadí nad nepropustnými vrstvami, jako je jíla.

Spodní voda vytéká na povrch ve formě studánek a společně s povrchovou (srážkovou) vodou napájí potoky a řeky, které vracejí vodu zpátky do moře a uzavírají tak její **globální koloběh**.

---

<sup>2</sup> na obrázku je uvedena setina (0.01%).

### 3.1.1 Experimenty týkající se vodního koloběhu

Uvádíme pět experimentů, které vysvětlují prvky vodního koloběhu (jsou použitelné i jako myšlenkové experimenty).

**1.pokus:** Sklenice se vodou se pokryje (průhlednou) fólií postaví na slunce.

**Pozorování:** Folie se orosí

**Vysvětlení:** Energie (teplo) způsobí přechod vody z kapalného do plynného skupenství (**odpařování**); na folii dojde opět k ochlazení a vysrážení (**kondenzaci**).

**2.pokus:** Do vědra dát rostliny, vědro zakrýt fólií a dát na slunce.

**Pozorování:** na fólii bude více kapek než v předešlém pokuse.

**Vysvětlení:** Rostlina odpařuje (transpirací) více vody než pouhá vodní plocha.

**3.pokus:** Namočit prsty a ofukovat je.

**Pozorování:** prsty chladí (nebo si vzpomeňte: jaké to je, když člověk po koupání ve volné přírodě vyleze z vody a fouká vítr?)

**Vysvětlení:** odpařování odčerpává energii z okolí, tzn. okolí se **ochlazuje**

**4.pokus:** dýchnout na tabuli skla; pozorovat lupou, k čemu došlo.

**Pozorování:** Neviditelný dech orosil (zamžil) tabulku skla; při intenzivnějším dýchání se kapky zvětšují a začnou stékat. Pokud dýchání ustane, zamžená skvrna zmizí

**Vysvětlení:** Vodní pára obsažená v dechu (37 °C) se vysráží na skle (asi 20 °C). Podle obsahu vody v dechu se tvoří kapky. Ty začnou stékat, jakmile jejich váha (tíha) překročí sílu adheze, která kapky drží na povrchu skla. Je-li množství kondenzované vody malé, rychle se zase odpaří.

**5.pokus:** Za teplého, slunečného dne postavíme na stůl na slunce sklenici naplněnou ledovou vodou z chladničky s plovoucími kostkami ledu (z mrazáku).

**Pozorování:** Kostky ledu tají, teplota vody klesá, vnější stěna sklenice se orosí, kapky rostou, a když dosáhnou určité velikosti, začnou stékat ve směru zemské tíže.

**Vysvětlení:** zde pozorujeme **toky energie**: Nejnižší teplotu v celém systému mají ledové kostky (cca. -18 °C). Z vody, která je teplejší (8 °C) proudí energie do kostek. Voda se tak zbavuje energie a její teplota klesá a současně roste teplota ledu, zvyšuje se jeho **vnitřní energie** – což mění jeho skupenství. Voda má nyní podstatně nižší teplotu než okolní vzduch. Vzduch předává svou energii vodě. Těsně okolo sklenice teplota vzduchu klesá a teplota vody roste. Teplota vzduchu v bezprostřední blízkosti skla poklesne tak výrazně, že voda v plynném skupenství (pára) na skle vykondenzuje a vytvoří viditelné kapky.

Tato všední událost v sobě skrývá důležitý poznatek: energie proudí tak dlouho, dokud v pokusném uspořádání nezmizí všechny teplotní rozdíly. Jinak řečeno: Energie proudí jen tehdy, existuje-li teplotní rozdíl, tj. **energetický spád**. Nositelům energetického toku je **voda** ve svých **třech skupenstvích** (fázích).<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Pokusy 1-3 jsou podle Markwtze (ústní sdělení), pokusy 4,5 (včetně obrázku) jsou převzaty z: Praxis Geographie 2/95, str.14; v tomto čísle naleznete také další pokusy a informace k našemu tématu.



## 3.2 Bez lesa není deště

Při tak malém podílu využitelné sladké vody musíme s ní co nejlépe hospodařit, a co nejdéle ji zadržet v krajině. Jsme na velikém omylu jestliže si myslíme, že bychom něco získali, kdybychom postavili velká vodní díla, odebírali víc spodní vody, regulovali (narovnali) potoky, vysušili močály a kanalizovali odtoky. Urychlujeme tím totiž odtok sladké vody do moře, aniž by jí více spadlo shora. Dosáhneme tím jen toho, že máme k dispozici méně vody. Ve skutečnosti poklesla již hladina spodní vody na nejnižší úroveň, jaká tu byla za dlouhou dobu. Dlouhodobými následky takovéto situace je nedostatek pitné vody a přeměna krajiny na step a poušť.

Jeden strom odpaří za hodinu 5,7 litru vody. Stromy takto regulují vlhkost vzduchu a čistí vzduch. Jeden strom takto ročně odfiltruje 7000 kg prachu a jedovatých látek, které pak ovšem spadnou na zem<sup>4</sup>.

Tím, že stromy odpařují tolik vody, jsou skutečnými **dešť'ostrůjci**. Opětovné zalesnění 10 000 ha půdy ve střední Indii na konci minulého století vedlo např. k zvýšení ročních srážek o 12%. Naopak, odlesnění etiopské pahorkatiny v minulých stoletích přispělo k zvýraznění suchých období v západně ležící oblasti Sahelu. I u nás by ztráta lesů vyvolala potíže se zásobováním pitnou vodou, přeměnu krajiny na step, erozi půdy a záplavy (podle: Vester, 1987).

**Obr.4:** Ozelenění dvorů zlepšuje mikroklima i ve městech

### 3.2.1 Znázornění vodní bilance<sup>5</sup> v krajině

Úkol pro pracovní skupiny:

1. Obstatat si **materiál**: velký balicí papír, nůžky, voskové tyčinky, vodovky, lepidlo
2. Vystříhnout z papíru cedulky (cca 10x30 cm) a na každou napsat jednu **vstupní veličinu vodní bilance** (např. sluneční energie, srážky, výpar rostlin, vlhkost vzduchu, prosakování vody, půdní (povrchová) voda, spodní voda, povrchový odtok ... )
3. Schematická mapa **našeho města /okolí** s přítékajícími i odtékajícími vodními toky, případně jezer kterými tyto toky protékají, a strukturu podzemních geologických vrstev (jako blokový diagram)
4. Připravené cedulky připevnit na mapu a šipkami znázornit vzájemné souvislosti
5. Později, až pohovoříme o různých způsobech využívání vody a vodstva (**získávání pitné vody, vypouštění odpadních vod** do řek a jezer, a pod.), můžeme tyto případy zanést do základního schématu formou náčrtků. Zaneseme sem také další způsoby využívání krajiny, které omezují množství povrchové a spodní vody: provozování zemědělství v povodí daného toku, **turistický ruch**, močálů a mokřin, **zastavění půdy** (sídliště a komunikace), **znečištění (zátěž) vzduchu** atd.

<sup>4</sup> Čísla jsou z publikace Vester : Wasser = Leben (voda=život)

<sup>5</sup> Výraz „Wasserhaushalt“ znamená hospodaření s vodou, resp. stav rovnováhy příjmů a výdajů vody (který umožňuje život organismu)

**Obr.** Sestavování dílčích výsledků (Lanz, 1995)

### 3.3 Vodní ekosystémy

Voda je životním prostorem pro mnohá zvířata i rostliny. Voda zejména vtiskla svou pečeť životu v bažinách, tůních, rybnících, jezerech a vodních tocích. Jelikož je ekologie vodstva tématem samostatného semináře, tady se jí budeme věnovat jen krátce a čtenáře odkážeme na literaturu, která ho povede dál.

#### 3.3.1 Malé vodní ekosystémy <sup>6</sup>

představují často biotopy se speciálně přizpůsobenými (endemitickými) druhy rostlin a živočichů. Zvláště jsou cenné jako místa rozmnožování obojživelníků - žab a mloků - kteří jsou v naší krajině již vzácní. Tyto biotopy jsou ohroženy zvláště vysoušením krajiny a přehnojováním.

**Obr.5:** Idealizovaný řez ekosystémem se stojatou vodou.

*Pásma: bažina  
Rákosí  
Rostliny s plovoucími listy  
Rostliny s potopenými listy  
voda bez vegetace*

#### 3.3.2 Jezera

Čistá, zdravá jezera se bohužel stala velkou vzácností. Vyznačují se čirou vodou a bohatou podvodní vegetací, rostlinami s listy plovoucími na hladině a pobřežním pásmem rákosí. Mnohá jezera jsou dnes zatížena nadměrným přísunem živin (= eutrofována), pobřežní vegetace je vlivem intenzivního využívání pošlapána a zastavěna (koupání, cestovní ruch, zastavění břehů). Vysoké koncentrace živin – fosforu a dusíku – se do jezer dostávají vypouštěním odpadních vod a vlivem intenzivního zemědělství v povodí daného vodního toku. Dochází tak k **eutrofizaci jezer**.

---

<sup>6</sup> „Kleinwasser“ malá voda; rozumí se močály, tůně a rybníky

## Nadbytek živin (eutrofizace) – jeden z problémů našich jezer

Nadměrný přísun živin podněcuje růst nejmenších vodních rostlin – řas<sup>7</sup>, které se ve vodě volně vznášejí. Ty se rychle množí a vytvoří z průzračné jezerní vody zelenou kalnou polévku. Přes den vyrábějí řasy fotosyntézou kyslík. Avšak v noci, kdy chybí světlo, potřebují samy tento kyslík k dýchání. Obzvláště velké množství kyslíku spotřebují také bakterie, které rozkládají mrtvé řasy, klesající ke dnu. V hloubce tak dochází k spotřebování (deficitu) kyslíku. Avšak ryby a jiní vodní živočichové jsou na odkázání na dostatek kyslíku ve vodě odkázáni. Při silné eutrofizaci nemohou žít v hlubokých vrstvách jezera. Pokud je růst řas opravdu mimořádný (např. v parných letních dnech), začne v noci chybět životodárný kyslík i při hladině a dojde k úhynu ryb; **vodní ekosystém se zhroutí**<sup>8</sup>.

**Obr.6:** Proces eutrofizace (Schächer, 1988):

<i>Den:</i>	<u>Normální stav:</u>	<i>Noc:</i>
Rostliny vyrábějí kyslík		Všechno odpočívá; rostliny konsumují vlastní kyslík
	<u>Přehnojení (fosfát):</u>	
- způsobí překotné množení rostlin. Mnoho rostlin od umírá ⇒		Rychle se množí mikroorganismy (bakterie a houby), které rozkládají odpadky a přitom nadměrně konzumují kyslík
Nakonec vzniká deficit kyslíku ⇒		Spustí se hnilobný proces. Ekosystém jezera se zhroutí. Umírají ryby i mikroorganismy.

Tento obrázek pomůže vysvětlit procesy, které jsou uvedeny do chodu přehnojování, resp. eutrofizací. Je na něm však jedna nepřesnost: zde je eutrofizace znázorněna jako přebujelý růst tzv. „vyšších vodních rostlin“. Ve skutečnosti zvýšený přísun živin podpoří růst řas, které zastíní tyto vodní rostliny a tím potlačí jejich růst.

---

<sup>7</sup> fytoplankton

<sup>8</sup> umkippen – zvrhnout, převrátit se

### 3.3.3 Vodní toky

Vodní toky v přirozené krajině jsou živoucí tepny, které krajinu protkávají. Jejich břehy jsou ploché, takže se při povodních snadno zaplavují. Jejich koryto je nepravidelné a tvoří meandry. Jejich bohatě **členěné dno** s četnými zákoutími představuje **ideální životní prostor** pro nesčetné druhy hmyzích larev a drobných živočichů. Těmi se pak živí ryby. Přírodní řeky a potoky jsou lemovány olšemi.

Takovýchto přírodních toků je však málo. Většinou bývá jejich voda znečištěna vypouštěním odpadních vod a živinami pocházejícími ze zemědělské výroby. Jelikož klikaté koryto řek a zaplavování břehů omezuje zemědělské využití půdy, koryta řek a potoků se narovnávají a zbavují se přirozené vegetace. V důsledku mnohostranného poškozování vodních ekosystémů jsou dnes mnohé živočišné a rostlinné druhy náležející těmto biotopům na červené listině **druhů ohrožených vyhoubením**.

Přesto je povzbuzující, že lidé v některých případech pomalu přicházejí k rozumu a vzniká řada projektů, jak toky „**revitalizovat**“, tj. navrátit je do stavu, který by se přírodnímu stavu alespoň přibližoval. Existují neformální skupiny občanů, kteří se cítí být „**kmotry**“ svého vodního toku (potoka) a přebírají na sebe dočasně zodpovědnost za sledování jeho stavu a pečují o něj (viz složený list v příloze).

#### **Výlet k potoku nebo tůni:**

Pro výuku tématu „Ekologie vodstev“ je nejlepší pomůckou udělat výlet k nějakému blízkému vodnímu biotopu. Snad je někde nablízku nějaká pěkná tůň nebo potok s přírodním korytem.

Učebnice „Životní prostor voda“ (Lebensraum Wasser, Löwestein 1990) uvádí k takovému zkoumání v terénu řadu praktických rad (pozorování světa zvířat, fotografování vegetace, rozbor vody, ohodnocení vodního ekosystému, aj.) a obsahuje další literární odkazy.

## 4 Vlastnosti vody a látky v ní obsažené

**Obr.7:** Molekuly vody (Simon et al., 1997)

V molekule vody ( $H_2O$ ) se koncentruje kladný náboj kolem obou atomů vodíku, záporný náboj kolem atomu kyslíku. Molekula vody se tím stává dipólem. Elektrická polarita molekul vytváří vazební síly mezi jednotlivými molekulami. Důsledkem jsou některé jedinečné vlastnosti vody, které jsou pro existenci života zcela nezbytné. O nich by se mělo ve skupině diskutovat:

- co kdyby voda nevzlínala kapilárami vzhůru, jak by mohl náš strom dopravit vodu od kořenů až do své koruny? (**adheze, koheze, povrchové napětí, kapilární síly**)
- co kdyby led nebyl lehčí než voda a moře tudíž nezamrzalo odshora dolů – jak by mohli mořští živočichové přežít zimu? (**anomálie objemové hmotnosti**)
- další důležitou vlastností vody je, že rozpouští soli a různé minerály. Jak by získávaly rostliny svoje živiny z půdy, kdyby voda tuto schopnost neměla?

### 4.1 Kouzla, triky a experimenty

Experimenty, které odhalují vlastnosti vody, dělají účastnice kursu zvláště rády; pomůže jim to, aby později pochopily teoretické základy oboru. Podrobné návody na provádění experimentů najdeme v těchto publikacích:

⇒ Jak se gumoví medvídci učí létat; Simon et al.

⇒ Vodní dílna; S.Behringer

⇒ Zábavná fyzika (Physik macht Spass; Herdervelag)

#### 4.1.1 Příprava k experimentům

- Na přednášce sdělte, že každá účastnice kursu si má přinést vzorky vody, které by chtěla zkoumat (pitná voda, voda z akvária, voda z nedalekého rybníka)
- připravte také své vlastní vzorky
- zaškolit skupinu do provádění analýzy vody rychlo-testem
- rozdělení účastnic na malé skupiny

#### 4.1.2 Provádění experimentů k zjišťování:

##### 1. povrchového napětí, adheze, koheze

##### 2. anomálie objemové hmotnosti (hustoty), rozpouštěcí schopnosti

##### 3. hodnoty pH, tvrdosti

těchto vzorků: dešťová voda, různé vzorky pitné vody, mořská voda, Cola, ocet, mýdlo, plivanec, různé prací prostředky, oplachovací lázně, cement a sádra (ze staveniště); chtěl by někdy vyhodnotit i moč?

**Diskuse** na téma: kyselý déšť, tvrdost vody a praní

##### 4. Obsah fosfátů např. v dešťové vodě, pitné vodě, mořské vodě, různých pracích a oplachovacích prostředcích, hnojivo pro květiny, kompost

**Diskuse** na téma: eutrofizace

##### 5. Dusičňany (nitráty) v dešťové vodě, pitné vodě, mořské vodě, hnojivo pro květiny, kompostu, moči.

**Diskuse** na téma: Dusičňany v pitné vodě

Udělení základních informací k jednotlivým tématům:

Malé skupinky provádějí své experimenty a diskutují o jejich významu; každá předvede své výsledky před celou skupinou.

**Celková potřeba času** pro výše uvedené experimenty je asi 4 hod.

## 5 Pitná voda

Jaký význam pro nás lidi voda má začne být zřejmé, až když chybí. Je to vyjádřeno v řadě pohádek a přísloví, zvláště ze zemí, kde vlivem klimatických podmínek je stálý nedostatek vody.

**Obr.8:** Voda, bílé zlato pouště

*Když piješ vodu,  
mysli také na pramen.*

Africká moudrost

### Zavádějící kohoutek

Otočíme vodovodním kohoutkem a voda teče. Je to tak samozřejmé jak den a noc. Jen ti nejstarší mezi námi, někteří táborníci a turisté putující po horách ještě vědí, co to je, když si člověk musí pracně napumpovat vodu u studně a donést domů.

Avšak zajištění dostatku čisté vody dnes již není tak samozřejmou věcí, jak si lidé myslí. Kdo se podívá za kulisy našeho vodárenství, uvidí, že je stále pracnější uspokojovat potřebu vody našich průmyslově vyspělých zemí.

**Obr.9:** Naše babičky se ještě musely pořádně zapotit, než nanosily domů pitnou vodu (ex Vesser)

### 5.1.1 Úvod do skupinové debaty

#### **Konkrétní otázky pro skupinovou diskusi o pitné vodě:**

Tyto otázky se mohou použít také jako podklad pro zadání literární rešerše (výzva pro vodárny, angažované skupiny ochránců přírody, politické strany, a pod.).

- Odkud pochází pitná voda v našem městě? V naší městské části?
- Jakým způsobem se získává (spodní voda – z pramenů, povrchová voda, filtrováním z řeky)?
- Musí se upravovat (zbavovat železa, desinfikovat, ..)
- Je naše voda zdravá?
- Jsou problémy s její kvalitou? (aktuální či potenciální nebezpečí, např. dusičnany, pesticidy, neodbouratelné nečistoty, ..)
- Jak vysoká je v našem městě spotřeba vody (průmysl, živnosti, domácnosti)?
- Existují úzké profily v zásobování vodou (nyní, případně v budoucnosti)?
- Jak jsou motivováni občané, aby šetřili vodou?

## 5.1.2 Kvalita pitné vody a její „výroba“

Vyžádejte si prosím brožury místní vodárny!

## 5.1.3 Spotřeba pitné vody

**Obr.10:** K čemu potřebujeme vodu (Vester, 1987)

*Koupat se, mýt, oplachovat; vařit, pít; zalévat a hasit požár*

Jeden občan spotřebuje v průměru 145 l vody za den. Na venkově méně, ve městech více (ve Frankfurtu nad Mohanem to bylo v roce 1988 300 l za den!). Každopádně je to příliš. A dopřáváme si přitom neodpuštělného přepychu, když pro činnosti jako splachování WC, sprchování, čištění a oplachování, praní v automatických pračkách a kropení záhonů používáme téměř výhradně (přesně z 96%) nejčistší **pitnou** vodu; to se dá označit jako **drancování**.

**Denní spotřeba vody u německého obyvatelstva** (Misereor, 1996)

Splachování WC	45 l	32%
Koupání, sprchování	57 l	39%
Praní prádla	19 l	13%
Mytí nádobí	10 l	7%
Úklid, čištění	7 l	5%
Zalévání zahrádky	3 l	2%
Vaření, pití	3 l	2%
Celkem (l/osoba/den)	145 l	100%

Hodně vody konzumujeme také nepřímou, v potravinách. Jelikož hodně zboží v našich obchodech pochází z jižních tropických zemí, konzumujeme nepřímou také jejich drahocennou vodu.

**Spotřeba vody při výrobě** podle „Terre des Hommes“ (Země lidí):

Výrobek (množství)	Spotřeba vody (v litrech):
1 kg margarínu	10
1 litr piva	20
1 litr pomerančové šťávy	22
Krabice (dóza) s nápojem	40
1 kg papíru	80
1 kg mraženého špenátu	100
1 kg bavlny	120
1 kg cukru	120
1 kg oceli	200
1 automobil	<b>380 000</b>

### 5.1.4 Pracovní skupiny k tématu „pitná voda“

Obstarejte si informace k následujícím tématům (viz též příloha) a předved'te skupině své výsledky:

1. **Spotřeba pitné vody v domácnostech** na jednoho člověka; znázornit obrazem, případně i konkrétně – vědry a bečkami. Skupina může také sestavit dotazník k osobní spotřebě vody a nechat ho vyplnit od ostatních účastníků
2. **Spotřeba vody** při výrobě různých produktů (viz příloha)
3. **Situace s pitnou vodou v jižních (tropických) zemích**, např. v Africe. Schematicky znázornit: porovnání spotřeby vody v německé a v africké rodině; udělat z toho případně akci pro veřejnost.
4. **Možnosti úspor vody**; navrhnout konkrétní změny osobních zvyklostí

### 5.1.5 Možnosti šetření vodou

Výsledky pracovních úkolů shrnout a doplnit. Zpravidla existují brožury vodárenských podniků a městských vodáren „Jak šetřit v domácnosti vodou“. Je nutno probrat alespoň tyto body:

- šetřící armatury
- automatické uzavírání sprchy<sup>9</sup>
- opravit kapající kohoutky a netěsnící splachovač
- zachycovat dešťovou vodu
- splachovací nádržka se stop-tlačítkem

## 5.2 Znečištění spodních vod

Tam, kde pronikají do nehluboko uložených spodních vod chemické látky z polí (dusičnany a pesticidy), nedá se již tato voda používat jako pitná, a vznikají vážné problémy se zásobováním pitnou vodou. Dusičnan (nitrát) je sloučenina dusíku, která je pro rostliny velmi důležitá, avšak ve vodě, kterou pijeme, škodí zdraví. V konvenčním zemědělství přicházejí dusičnany na pole ve velkém množství ve formě umělých hnojiv a močůvky (kejdy) z velkochovů dobytka. S prosakující dešťovou vodou pronikají dusičnany do zásob spodní vody a stále více se tam hromadí.

*K tématu dusičnany a pesticidy v pitné vodě jsme promítli krátký film: „Díky ekofarmářům máme čistou pitnou vodu“ (10 min. Ekotéka BO 200, 128.4.3)*

*Nakonec se nabízí diskutovat o tom, že nakupováním biopotravin můžeme podpořit ekologické zemědělství, které chrání spodní vodu.*

---

<sup>9</sup> Duschstop



**Obr.11:** *Bilance dusičnanů v půdě, a vymývání dusičnanů v závislosti na způsobu obdělávání půdy*

**M5: Bilance dusičnanů v půdě:**

Srážky hnojení dusíkatými hnojivy mineralizace organické hmoty v půdě
Dusičnany (nitráty) v půdě
Vymývání dusičnanů do spodních vod

potraviny obohacené dusičnany ↑ přijímání dusíku rostlinami
---

**M6 Vymývání dusičnanů z půdy v závislosti na způsobu jejího obdělávání**

Množství dusičnanu ( $NO_3.N$ ) na hektar a rok:

*Les*

*Extenzivní loukaření*

*Zemědělství bez organického hnojení*

*Zemědělství s chovem skotu*

*Pěstování zeleniny, vinné révy, zemědělství s intenzivním chovem skotu*

### 5.3 Zastavení půdy a nebezpečí povodní

Nepříznivý stav zásob spodní vody se u nás dále vyhorčuje rozšiřováním sídlišť a pozemních komunikací. Půda v těchto oblastech je zcela „zapečetěna“. Budovy, průmyslové objekty, letiště a silnice znemožňují, aby dešťová voda vnikala do země a přispívala tak k zásobám spodních vod. Místo toho odtečou přímo do kanalizace a odtud spolu s odpadními vodami přes čističky do řek a do moří. V důsledku „zapečetění“ půdy je srážková voda v dané lokalitě prakticky ztracena. V Německu je takto „zabetonována“ do podzemí již jedna pětina plochy (Vester, 1987).

**Obr.12:** Negativní dopad zastavení („zapečetění“) půdy na vodní hospodářství (Ernst, 1991)

Vodopropustné plochy:

*Rostliny i půda se paří*

*velké vypařování*

*dlažba s velkými mezerami*

*Půda je provzdušněná a prosvětlená*

*velké prosakování*

*malý odtok*

*Lepší podmínky k růstu*

*spodní vody rychle přibývají*

*Prosakování mezerami*

Nepropustné („zapečetěné“) plochy:

*Klesá vlhkost vzduchu*

*Dešťová voda rychle odteče*

*voda z okapu*

*Malé odpařování*

*Je přerušena výměna mezi vzduchem a půdou*

*zátěž kanalizace*

*Špatné růstové podmínky*

*Zmenšuje provzdušnění a vlhkost půdy*

*riziko povodní*

*Minimální prosakování*

*rychlý a zvýšený*

*Pokles hladiny spodních vod*

*odtok*

Zvyšování zastavenosti krajiny má nevyhnutelně za následek častější **povodně**. Svoji roli přitom hrají i další faktory urychlující odtok vody z krajiny, jako vodní stavby a narovnání našich řek, odlesnění, poškození stromů a zemědělství urychlující erozi.

**Obr.13:** Příčiny povodní (Claassen, 1995)

Přirozená krajina:

*Tání sněhu --dlouhodobé silné deště*

*intenzivní zemědělství- monokultury*

urbanizovaná krajina

*tání sněhu*

*Louky a lesy zadržují vodu*

*eroze půdy*

*Říční nivy a vedlejší ramena pojmu velkou vodu*

*poškozené lesy*

*Regulované řeky; kanalizace*

*„zapečetěná“ půda*

## 6 Odpadní voda

Není to jen obstarávání vody pro průmyslové oblasti, co nám dělá stále větší starosti, ale hodně problémů je i s odpadními vodami. Na příkladu zacházení s odpadními vodami je možno ukázat, jak se moderní člověk vyvázal z přírodního koloběhu látek a nadělal tím sobě i přírodě velké problémy.

### Otázky:

1. Co všechno se u nás dostává do odpadních vod?
2. Co z toho se dá vyčistit?
3. Kam odpadní voda nakonec odtéká?
4. Co se stane se zbylými nečistotami?

### 6.1 Pracovní skupiny

Vytvoříme pracovní skupiny pro diskusi na téma „odpadní vody“. Každá skupina připraví na základě přinesené literatury (viz Příloha) krátký referát, který přednese ostatním. Pro společnou diskusi ke každému tématu je třeba ponechat dostatek času.

- Co je v odpadní vodě? Co by tam nemělo přijít?
- Technika čištění odpadních vod, event. příklad kořenové čističky
- Co je v pracích práscích? Alternativy šetrné k přírodě
- Co je v čistících prostředcích? Alternativy šetrné k přírodě.

### 6.2 Narušený koloběh živin

V přírodních ekosystémech můžeme vždy pozorovat, ve velkém i v malém, optimalizaci na co nejvíce uzavřené koloběhy látek, které se vyznačují minimálními ztrátami a maximální recyklací. Také jednoduše žijící člověk v tzv. předindustriálních kulturách šetří zdroji, které si musí pracně vydobýt: šetří vodou, kterou si musí přinést od studně, zbytky jídla zkrmuje dobytkem a fekálie ze suchého záchodu zkompostuje a pak použije jako hnojivo.

**Obr.14:** Splachovací záchod – jedno zatáhnutí, a 9 litrů té nečistší pitné vody odeče do kanálu!

Tzv. „moderní“ člověk naproti tomu téměř ztratil představu o hodnotě přírodních zdrojů, protože všechno má neustále k dispozici. Pokud jde o odpadní vodu, počátek všeho zla přišel se **zaváděním splachovacích záchodů** společně s centrálním rozvodem pitné vody v 19.století. Od tohoto okamžiku extrémně vzrostla spotřeba vody i tomu úměrně i množství vody odpadní. Jaké pohodlí: stačí zatáhnout za lanko a už sejde to, o čem noblesní člověk nemluví, z očí – z myslí. Vedle toho se splachovací záchod docela dobře hodí jako praktický pohlcovač malých nepříjemných odpadků jako jsou nedopalky cigaret, zbytky jídla, tyčinky na čištění uší a mnohé další. Tak např. berlínské čistírny musí denně z odpadních vod vylovit a zlikvidovat 6 t domácích odpadků! (ústní sdělení, 1999).

### 6.3 Čištění odpadních vod

#### Otázka: Copak obsahují fekálie tak škodlivého?

##### Sledujme cestu nazpět!

Fekálie obsahují například neúplně (ve střevech) strávené organické látky, tělem nezúžitkováné živiny jako fosfor a dusík, a zbytkové (balastní) látky z naší výživy.

##### > Jak se tyto látky do naší výživy dostaly?

Z půdy, skrze pěstované rostliny. Logicky vzato, mohly by se tam zase vracet nazpátek, a pak bychom ušetřili čištění splašků z našeho domu! Ale je tady ještě hygiena! Fekálie obsahují choroboplodné zárodky. Ty se musí zničit, než se člověk s touto vodou dostane do kontaktu. Proto se fekálie (obsahující živiny) splachují silným proudem vody do kanálu, odkud jsou vypouštějí do vodních toků, které pak eutrofují. **Čištění odpadních vod** je proto nutné.

##### > Jak čištění probíhá?

Všechny odpadní vody z domácností se vedou do čistírny odpadních vod; jak uvidíme později, může to být i biologická čistička (s rostlinami). Zde se voda nejprve čistí mechanicky, tj. odstraňuje se toaletní papír a odpadky z domácnosti. Potom jsou do vody vysazeny bakterie (stejně, jaké žijí v řece, ale víc najednou). Tyto bakterie rozkládají organické látky obsažené ve vodě, tedy také fekálie – živí se jimi. Potom se bakterie a to, co vyprodukovaly, od vody oddělí jako tzv. čistírenský kal. Při tomto procesu se zničí i choroboplodné zárodky! Stupeň rozkladu (odbourání) organických látek ovšem závisí na době čištění. Vodárny musí dodržet určitá kritéria, než mohou takto vyčištěnou vodu, která přirozeně není zcela čistá, vypustit zpátky do řeky. Kdo by se chtěl koupat v odpadní vodě?

Optimální by bylo, kdyby se všechny živiny mohly z vody získat a byly vráceny zpět do půdy. V moderních čističkách se přece jen převážná část živin zadrží. Získaný **čistírenský kal** je bohatý na živiny a mohl by se používat jako dobré hnojivo; tím by se alespoň v hrubých rysech uzavřel koloběh živin. Pouze voda získaná ze země by byla vedena oklikou přes splachovací záchody do našich řek. To by moc dobré nebylo, ale:

##### > Co se děje ve skutečnosti?

Do čističek se nedostává jen voda ze záchodů a koupelen, ale vylíváme do ní všechny možné látky jako **laky, rozpouštědla, terpentín** a podobně, které by dlouhodobě nedělaly v půdě dobrotu. Žádný přece nevytlívá zbytky laku na vlastní zahradu! Navíc odvádějí do téže čističky své odpadní vody i dílny a průmyslové podniky, takže čistírenský kal navíc obsahuje **těžké kovy** a jiné jedovaté látky, jako např. **chlorované uhlovodíky**. To činí kaly nepoužitelnými pro zemědělství.

Proto se většinou čistírenské kaly **spalují** a zbytek se ukládá na skládkách jako **nebezpečný odpad**. Zemědělská půda tím ztrácí při každých žních živiny, které se musí nahrazovat umělými dusíkatými hnojivy, jejichž výroba je energeticky náročná, a minerálními fosfáty, které se vozí z daleka.

##### - Ztřeštěný výsledek je tento:

Toto je skrz naskrz neekologické hospodaření: na jedné straně přehnojování vodních toků odpadními vodami, půda ochuzená o živiny na straně druhé, velká energetická náročnost, žádná recyklace látek.

**Domácí čistička** (k demonstraci filtračního efektu; Simon, 1997)

Tento experiment je poněkud náročnější na přípravu, ale výsledek stojí za to.

**Materiál:** 5 květináčů, střepliny, filtrační papír, případně aktivní uhlí, písek, štěrkopísek, hrubý štěrk, 1 skleněná nádoba, znečištěná voda (zemí, pískem, rozemnutými listy, rozemletou křídou a pod.).

**Pokus:**

1. U všech květináčů zakryj otvor ve dně jednou střeplinou, tak aby voda mohla protéci, ale filtrační materiál neprošel<sup>10</sup>
2. Jeden květináč vylož filtračním papírem, a další naplň: aktivním uhlím (to je ovšem drahé – můžeme je event. vypustit), pískem, štěrkopískem a štěrskem
3. Květináče postav na sebe a celou věž umístí nad sběrnou nádobu, do níž bude kapat filtrovaná voda

**Diskuse:** Vyčistila se voda? Který materiál zachytil kterou nečistotu? Porovnej to s filtraceí půdou, např. v biologickém rybníku...

## 6.4 Alternativy

### Co dělat?

#### 6.4.1 Průmyslové odpadní vody čistit odděleně

#### 6.4.2 Zákaz vylévání nevhodných, vodu ohrožujících látek do odpadu

Odpadní voda z průmyslu a z domácností by již neměla obsahovat žádné jedovaté a neobdouratelné látky (jako těžké kovy, chlorované uhlovodíky,...). To by na jedné straně znamenalo zákaz používání určitých látek v domácnosti ( agresivní čisticí prostředky, desodorační kameny na toaletách, atd.), na druhé straně potřebu předčištění průmyslových odpadních vod; potom by se mohly čistírenské kaly vozit zase na pole.

#### 6.4.3 Kompostovací záchody

Kde je to možné, vrátit se k suchým záchodům v moderní, bezzápachové podobě – kompostovacím záchodům. Nepotřebují vodu a fekálie se přemění na hodnotné zahradní hnojivo.

**Obr.15:** Vyzkoušejte si: kompostovací záchod podle *Hundertwassera* (Vester, 1987)

Záchod je stále otevřen – shora zakryt sítí proti mouchám

Humus na zasypání                      špalek proti klouzání

Rozprašovač vody                        záchodová deska

Dřevěný podstavec                      uvnitř: humus

Díry (průduchy)                        kuchyňské odpadky

Odkapávací vana                        výkal

Spodní síťka proti mouchám           listí coby startér

Tento kompostovací záchod využívá bakterií žijících v humusu, vlhkosti, tepla a vzdušného kyslíku. Vůbec nezapáchá a dá se snadno postavit. Kdo se k tomu odhodlá? Zde je autorův návod :

Ve dně plastové nádoby se horkým železem vypálí několik otvorů. Jimi může odspodu nahoru proudit vzduch. Humus má být vždy navlhčený, můžeme ho vlhčit sprejem. Ne však tolik, aby voda kapala do vany! Je-li humus příliš mokřý, vysypeme ho a použijeme jej případně k „zalévání“ rostlin. Jakmile je zásobník plný (pro 2 osoby to trvá asi 2 měsíce), vyměníme ho za jiný a necháme jeden měsíc někde stát (např. na balkoně, v zimě ve sklepě). Potom ho jednou týdně proházíme lopatkou, až je z toho kyprý, lesní půdou vonící humus. Bližší informace:

F.Hundertwasser c/o Büro Harel, P.O.Box 145, A-1013 Wien

<sup>10</sup> v originálu je to opačně!

#### **6.4.4 Kořenové čističky (biologické rybníky)<sup>11</sup>**

Tato zařízení představují decentralizovaný způsob čištění odpadních vod, blízký přírodním procesům. Nabízejí možnost, aby se vyčištěná voda v dané domácnosti znovu použila jako voda užitková, např. ke splachování WC. Tím se umožní její uzavřený koloběh (viz obrázek v příloze).

##### **Exkurse ke kořenové čističce**

je nejlepším způsobem, jak ozřejmit proces čištění odpadní vody. Zvláště máme-li možnost odebrat vzorky vody před- a po jednotlivých stupních čisticí kaskády a následně je vyhodnocovat v laboratoři.

---

<sup>11</sup> Doslova „rostlinné čističky“

## 7 Kontrola znalostí

### Katalog otázek

1. Popište nejdůležitější součásti vodního koloběhu. Jakou roli hraje koloběh vody při vytváření globálního klimatu?
2. Jaký vliv má na podnebí a koloběh vody vegetace?
3. Vyjmenujte a vysvětlete tři ekologicky významné fyzikální vlastnosti vody.
4. Které chemické látky se dají zjišťovat (a měřit) v pitné vodě? Jaký mají význam?
5. Které známe sladkovodní ekosystémy? Načrtni a popiš některý z nich!
6. Co se stane, když do jezera vypouštíme nadměrné množství živin? Jaký je řetěz následků?
7. Jak se získává pitná voda pro naše město?
8. Kolik činí naše průměrná denní spotřeba vody? Jak by se mohla snížit?
9. Jaký vliv má rozšiřování sídlišť a dopravních ploch na vodní bilanci?
10. Co způsobuje povodně?
11. Jak funguje kořenová čistička (biologický rybník)?
12. Jak by měl asi vypadat ekologicky optimální systém používání vody a čištění odpadních vod?

### Závěrečné zhodnocení:

#### Co se pro nás na základě získaných vědomostí změnilo? Co můžeme sami podniknout?

Můžeme sbírat nápady metodou „metaplan“, jako např.:

- snížit spotřebu vody pomocí ....
- nepoužívat WC jako polykač odpadků
- střídme používání čisticích a pracích prostředků, přechod na méně škodlivé druhy
- opatrné zacházení s látkami, které mohou ohrozit spodní vodu (zbytky barev a laků, odstraňovače barev, vyjeté oleje z aut, ...)
- nedopouštět další zastavění půdy a „zapečetěnou“ půdu rekultivovat (toho se dá dosáhnout i redukcí dopravy)
- nakupováním bioproduktů podpoříme alternativní zemědělství, které šetří spodní vodu
- uvědomělé nakupování šetří vodu: vratná láhev místo nápoje v krabici, domácí jablečný mošt místo brazilského pomerančového džusu, recyklace surovin, výrobky s velkou životností

## 8 Literatura/další materiály ke zpracování témat

- Behringer, S., Vodní dílna. Zytglogverlag  
Brückner, H: Šetření vodou kontra zánik. In: Praxis Geographie, číslo 6/1991, 45-46  
Claassen, K: Povodeň každý rok, ... a pokaždé trochu výše, tamže číslo 12/1995, 41-45  
Ernst, M: Zastavění půdy a spodní voda – stavebně-ekologický projekt, tamže, 6/1991, 38-42  
Engelhardt, W: Co žije v kaluži, potoce, rybníce? Kosmos Naturführer, Stuttgart 1982  
Lanz, K: Kniha o vodě hnutí Greenpeace, Natur Buch Verlag, Augspurg 1995  
Löwenstein, J: Život ve vodě – návod pro praktickou ekologii vod, rukopis, Berlin 1990  
Miegel, H: Praktická limnologie<sup>12</sup> - výzkum tůní, rybníků, jezer a vodních toků. Sauerländer 1981  
Niemeyer-Lüllwitz, A: Zachraňte potoky. Natur- und Umwelt Verlag, München 1988  
Odum, E: Principy ekologie – životní prostory, koloběhy látek, hranice růstu.  
Verlag Spektrum der Wissenschaften, 1991  
Schächter M. (editor): Bez vody nic nefunguje. 1988  
Simon, A.(editor): Gumoví medvídci se učí létat a jiné ekologické senzace: Přírodní vědy, technika a životní prostředí ve vzdělávání paní a dívek. AOL-Verlag, 1977  
Vester, F: Voda = život. Kybernetická kniha o životním prostředí s 5 vodními koloběhy.  
Maier-Verlag, Ravensburg 1987

---

<sup>12</sup> nauka o vnitrozemských vodstvech

## 9 Seznam vyobrazení

Číslo obr.:	Název:	Strana:
1	Pohled na Zemi z Měsíce	3
2	Rozdělení vody na Zemi	; 7
3	Přírodní koloběh vody	7
4	Zeleň ve dvorech zlepšuje městské mikroklima	9
5	Idealizovaný průřez vodní nádrží	10
6	Proces eutrofizace vody	11
7	Molekuly vody (podle Simona)	13
8	Voda, bílé zlato pouště	14
9	Naše babičky se zapotily, než donesly domů pitnou vodu	14
10	Na co potřebujeme vodu	15
11	Dusíková bilance půdy a vymývání dusičnanů při různých způsobech hospodaření	16
12	Nepříznivý dopad zastavení („zapečetění“) půdy na vodní bilanci	17
13	Příčiny povodní	17
14	Splachovací WC – zatáhneš, a zase je v kanále 9 litrů té nejčistší pitné vody!	18
15	Kompostovací záchod podle F.Hundertwassera	20

**Přeložil J.Matys, Sloup u Davle, 27.4.2002**



## Část 2:

### ***Půda***

Tyto učební texty byly koncipovány pro 1-2 denní kurs v rámci odborné (profesní) přípravy, a mohou také sloužit jako studijní pomůcka, která zprostředkuje nejdůležitější poznatky o životním prostředí a ekologii při výuce učňů. Tematický okruh „půda“ považujeme vedle tematických okruhů voda, energie a podnebí za obzvláště důležitý, neboť zde bývají znalosti studentů velice kusé a nejsou si příliš vědomi existujících problémů. Jelikož půda představuje spojovací článek mezi vzduchem (podnebím), vodou a rostlinami, nelze podle našeho názoru v jakémkoli úvodu do ekologie vypustit kapitolu, která by fundovaně objasňovala procesy probíhající v půdě, a vysvětlila význam ztrát půdy a její ekologické zátěže.

V těchto učebních textech naleznete:

- návod pro jejich používání (studium)
- klíčové (hlavní) otázky
- základní vědomosti o půdě
- seznam literatury

#### **Autorky:**

Josephine Löwenstein  
Maria Roos, Marina Fehrmann, LIFE e.V.

## **Obsah**

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Učební otázky a cíle výuky</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Poznámka k těmto textům</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Půda</b>	<b>5</b>
4.1	Úvod do tématu	
4.1.1	Kontakt s půdou – jak vnímáme půdu pod nohama?	
4.1.2	Srovnání různých půd	
4.1.3	Příspěvek různých hornin (kamenů)	
4.1.4	Prohlídka kompostérů a rychlo-kompostérů	
4.1.5	Video	
4.1.6	Výlet na ekofarmu	
4.1.7	Hodnotící diskuse	
<b>5</b>	<b>Klíčové otázky</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Element země nebo půdy na kterém stojíme</b>	<b>9</b>
6.1	Půda (země) jako pralátka	
6.2	Vznik půdy a její stavba	
6.2.1	Na začátku byly sopky	
6.2.2	Zvětrávání hornin	
6.2.3	Typy půd	
6.3	Struktura půdy a její zhutňování	
6.3.1	Drobtý velkého významu	
<b>7</b>	<b>Život v půdě</b>	<b>15</b>
7.1.1	Vznik humusu prostřednictvím života v půdě	
7.1.2	Hromada kompostu – kompot pro dešťovky	
7.1.3	Omezování života v půdě	
<b>8</b>	<b>Půdní eroze</b>	<b>18</b>
8.1.1	Eroze způsobená lidmi (antropogenní)	
8.1.2	Půdní eroze a intenzita dešťů (srážek)	
<b>9</b>	<b>Opatření k ochraně půdy</b>	<b>21</b>
9.1.1	Opatření proti zhutňování půdy	
9.1.2	Opatření zmírňující erozi	
<b>10</b>	<b>Kontrola studia</b>	<b>22</b>
10.1	Katalog otázek	
<b>11</b>	<b>Literatura/ Podklady pro zpracování tematických okruhů</b>	
<b>12</b>	<b>Seznam vyobrazení</b>	<b>23</b>
<b>13</b>	<b>Příloha</b>	

## 1 Úvod

„Je podivné, že si v dnešní době málokterý dorůstající či dospělý člověk uvědomuje význam půdy. Ještě méně lidí si je vědomo toho, že půda představuje úzkoprofilové „zboží“, a že úbytek úrodné půdy je obrovským celosvětovým problémem. Zatímco na problémy výroby *energie* byla veřejnost upozorněna energetickou krizí v 70tých letech, relace v rozhlase a televizi informují o globální *změně klimatu*, a na existenci problémů v zásobování *vodou* upozorňují alespoň její rostoucí ceny, má slovo *půda* pro většinu lidí jen malý význam. Co s tím má člověk také společného?

Ale my toho máme s půdou společného hodně – nejen že na ní stojíme:

*Všechno zboží*, od surovin až po potraviny, *pochází přímo či nepřímo ze země!*

Ještě nedávno chodili všichni nakupovat na tržiště, kde bylo vidět na ovoci a zelenině zbytky půdy, kdežto dnes toto zboží nakupujeme v supermarketu. Zde je všechno čisté, bez červů, žádný písek v převodovce, vše dokonalé. Ve vědomí mnoha mladých lidí, kteří nemají přímý styk se zemědělstvím, mizí souvislost mezi zeleninou a půdou.

Nicméně však existují alarmující známky toho, že *naše půda je v ohrožení!*

Vodní a větrná *eroze* půdy není v Severní Americe již dlouho neznámým pojmem. půdy *škodlivinami*, které pocházejí z kalů čističek odpadních vod a umělých hnojiv, vede k produkci potravin obsahující škodliviny (cizorodé látky). *Okyselení půdy* kyselými dešti je naléhavým problémem pro pracovníky vodáren a lesníky, neboť z kyselých půd se vymývají živiny, a do půdního roztoku se dostávají toxické látky, jako např. hliník. *Ztráta živin* bývá kompenzována umělými hnojivy, což však věc dlouhodobě neřeší.

Tedy žádné růžové vyhlídky. Ale co je to vlastně půda, a co my, řadoví občané, máme s degenerací půdy společného?

To je námět, kterým se budeme v následujících kapitolách zabývat.

## 2 Učební otázky a cíle výuky

Učební otázky	Cíle výuky
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stavba a vznik půdy</li> <li>- Půda jako součást životního prostředí</li> <li>- Kompostování</li> <li>- Význam kvality půdy pro naši výživu a pro podnebí</li> <li>- Zhutňování půdy</li> <li>- Ztráty půdy v důsledku eroze</li> <li>- Zátěž půdy škodlivinami</li> <li>- Opatření k ochraně půdy</li> </ul>	<p>Poznat a pochopit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- že půda je něco na způsob živoucího organismu se složitou strukturou, který roste po tisíce let</li> <li>- že na ní stojíme svými nohama: fyzicky (svojí vahou) i v přeneseném smyslu (jsme na jejím zdraví existenčně závislí). Pouze zdravá, úrodná půda může svět dlouhodobě uživit</li> <li>- faktory vedoucí k degeneraci půdy a opatření nutná k její ochraně</li> <li>- smysl a fungování kompostišť, rychlokompostéru a bečky na bio-odpad</li> </ul>

## 3 Poznámka k těmto textům

Chceme dát školitelům podněty, jak by měli s tímto tématem pracovat v rámci krátkého kursu. Účastníkům kursu se má jasně vysvětlit, že *ztráta nebo degenerace půdy* představuje podobné nebezpečí jako *skleníkový efekt* nebo *nedostatek pitné vody*, a že všechny tyto oblasti problémů mají z velké části společné řešení.

*Půda spojuje vodu, vzduch, horniny a život.* Zde se musí zejména zdůraznit, že všechno je spolu propojeno (na způsob sítě) a sladěno (zharmonizováno). Téma „půda“ se proto také velmi dobře hodí k výkladu struktury síťovitých systémů, které analyzuje např. F. Vester ve své práci „Náš svět – síťovitá soustava“. Jeho úvahy se sem velice hodí.

## 4 Průběh kursu -provedení

### 4.1 Úvod to tématu

#### 4.1.1 Styk s půdou – jak vnímáme půdu pod nohama?

Oproti lidem v dřívějších kulturách je pro nás zpravidla mnohem namáhavější získat *intenzivní vztah k půdě*. Již dlouho nestojíme opravdu oběma nohama na zemi. Přinejmenším nás od ní odděluje asfalt a podrážka bot.

Na jaře, v létě a na podzim se nám přirozeně nabízí (alespoň v teplých dnech) *vyběhnout si naboso* do přírody. Osvočit nohy. Podle té které krajiny vychutnávat všechny možnosti, bláto protlačovat mezi prsty, stavět hrady z písku, pořádně se umazat. Jednou úplně zapomenout na nedělní sváteční oblečení, vše hodit přes palubu. Válet se po zemi, plazit se, nechat se nést...

K tomu by mělo pomoci *tělesné cvičení*, které je možno v zimě provést i uvnitř budovy:

#### **Půda, na které stojíme**

*Účastníci kursu si vyzují boty a podle teploty si svléknou i ponožky, nebo si navléknou tlusté ponožky.*

*Postavíme se do kruhu a pokusíme se (při zavřených očích) soustředit svou pozornost na **pocity v dolní části nohou** (chodidlech).*

*Jak stojíme? Kde spočívá váha? Na vnějších hranách, na špičkách, na patách? Co cítíme pod chodidly? Je to měkké? Tlačí to? Máme pocit, že se propadáme do půdy, anebo že nás půda nese? Je noha studená nebo teplá?*

*Sedneme si na stoličku a položíme jednu nohu na stehno druhé nohy. Potom obejmeme oběma rukama chodidlový kloub a prohmatáme jej.*

*Postupně začneme nohu (chodidlo) masírovat, hladit, vnímat její tvar a strukturu, hmatem zkusit její pohyblivost. S prsty u nohou je možno hýbat. Pěkné je také pohybovat špičkami prstů ruky krouživě zespodu mezi prsty nohou a polštářky chodidel. Potom prsty nohou vyhladit (narovnat), putovat zpátky k chodidlovému kloubu a chodidlo pomalu opouštět.*

*Přitom se od prstů odvalovat a krátce sledovat, zda se něco nezměnilo na vnitřních pocitech v noze (chodidle). Vnímáte nyní svoje nohy jinak? Pak přijde na řadu druhá noha.*

*Po této proceduře se postavte a vnímejte znovu v klidu svůj **postoj**. Změnilo se něco? Je nyní půda (podlaha) tvrdší nebo měkkší? Je noha chladnější nebo teplejší? Přitom je důležité, aby se jednalo o jemné rozlišování pocitů a nikoli o hodnocení (teplý=dobře, studený=špatně a pod.).*

*Nyní začneme **chodit**, a přitom pozorně sledujeme všechny pohyby a pocity. Zvláště se soustředíme na **váhu** (tj.sílu), kterou přenášíme chodidly do půdy. Nyní k tomu pustíme hudbu (něco velmi veselého, kde rytmus bubnů jde do nohou) a začneme tančit. Přitom nám nejde o ladnost pohybů, ale o naše **nohy** a náš **kontakt s půdou**. Roztančíme se ....*

*Pak přijde další kolo. Ptáme se třeba: Jak vnímáš své nohy a jejich styk se zemí? Změnilo se v tom něco? Chodíš často na boso? V létě po sněhu, v blátě, po trávě?*

*Toto cvičení usnadní zcela konkrétní přístup k tématu „země a půda“. Proto je doporučujeme provést na začátku této učební jednotky. Procedura s vlastníma nohama (resp. chodidly) může být překvapivě příjemná a uvolňující, tanec probudí a vyvolá důvěru. Další kolo zintenzivní výměnu názorů mezi účastníky (účastnicemi), kteří si navzájem naslouchají a sami sebe berou vážně.*

#### 4.1.2 Srovnání různých půd (zemín)

Jestliže nemáme čas zkoumat různé půdy v terénu, anebo naše okolí k tomu není vhodné, můžeme donést do učebny vzorky různých půd. Když je vyložíme vedle sebe na stůl, poznáme, že půda není totéž co půda. Některé půdy jsou tmavé, některé kypré, jiné světlejší, tužší nebo písčitéjší, s větším či menším obsahem lupení, v některých se pohybují půdní živočichové, v jiných žádný život nevidíme. Žasneme při představě, že v každé hrsti půdy jsou miliony mikroskopických živých bytostí!

*V náprstku plném „živé“ zeminy je více živých organismů než je lidí na naší planetě!*

Pomocí těchto vzorků se člověk pomalu dopídí ke složení, resp. vlastnostem půdy.

#### 4.1.3 Přínos jednotlivých kamenů

Vztah mezi půdou a kamenem (horninou) není příliš znám, alespoň ne zcela jasný.

- co jsou drahokamy a na co se používají?
- proč se vlastně jmenují „drahé“<sup>13</sup> (edel = ušlechtilý) ?
- jak vzniká půda? Co bylo na počátku?
- co to jsou minerály?
- Jak k tomu došlo, že na původně vulkanickém povrchu Země vznikla půda porostlá rostlinami?
- Má půda nad tmavou nebo tvrdou horninou jiné vlastnosti než půda nad horninou světlou nebo měkkou?
- Proč v našem zeměpisném pásmu vznikne po lesní kalamitě zase les jaký tu byl předtím, zatímco v tropech se po kalamitě nebo požáru obnoví původní stav lesa jen na jeho hranicích (vedle lesa neporušeného)?

#### 4.1.4 Prohlídka kompostéru a rychlo-kompostéru

Nejjednodušším způsobem vytváření půdy je rozklad organické hmoty půdními mikroorganismy a živočichy. Půda vzniká rovněž zkompostováním organických látek, jako jsou třeba části rostlin, zbytky jídla, hnůj a výkaly, uhynulá zvířata, krátce: vše živé se zase změní v půdu, podle biblického: „Prach jsi a v prach se zase obrátíš!“.

Na venkově je kompostování zcela přirozená věc, neboť se člověk jednak zbaví odpadků, jednak si sám vyrobí dobrou, drobtovitou a na živiny bohatou půdu. Také ve městech můžeme a musíme kompostovatelné odpadky dávat do zvláštních nádob, neboť se tak využitelné látky neztrácejí na skládkách, ale dochází k jejich recyklaci. Na skládkách jsou navíc škodlivé, neboť v důsledku svého vysokého obsahu vody vedou k nežádoucím chemickým a biologickým rozkladným procesům v tělese skládky. Biologické odpadky se musí vrátit do přírodního koloběhu látek. Také pro naše pokojové rostliny by byla kompostová zem nejvhodnější a zachránili bychom zbylé slatiny, aby se jako rašelina nepřestěhovaly do našich květináčů.

---

<sup>13</sup> Německy edel = ušlechtilý

#### 4.1.5 Kreslené seriály a brožury

V Berlíně existuje řada kanceláří, které se zabývají rychlo-kompostéry a jejich zaváděním. Zde je možno vedle základních příruček a rad také dobré brožury, např. kreslený seriál „hrudkovitá příšera“.

Informační brožura „ Propátráváme půdu“ ze Severního Porýní-Vestfálska, která je určena mladým lidem, shrnuje rovněž zábavným způsobem všechno, co je důležité vědět.

#### 4.1.6 Video

*Na video-kazetách „mittendrin“ (uprostřed věci) s P.Lustigem je téma „půda“ zpracováno z hlediska zemědělství. Jako téměř všechny filmy tohoto autora, je také toto video, které pojednává o problematice půdy v industriální společnosti, třeba podrobně komentovat. Vhodným doplňkem je kniha „Buch zu Sendung“ (Kniha k zaslání), z níž jsme přejali mnoho grafů do tohoto textu.*

#### 4.1.7 Výlet na ekofarmu

Výlet na venkov může přirozeně výklad tohoto tématu velice oživit, a význam ekologicky orientovaného zemědělství pro zachování úrodnosti půdy může být rozhovorem s farmáři bezprostředně zažit. Otázky by se měly připravit předem.

### 4.1.8 Práce s klíčovými texty

Klíčové otázky, uvedené v následující kapitole, tyto texty a literatura uvedená v seznamu mohou sloužit k samostatnému zpracování tématu ve skupinách. Může to přirozeně probíhat také formou skupinové diskuse, nebo jako skupinová práce, při níž každá skupina probírá detailně jiný aspekt problému. Kontrolní otázky, uvedené v poslední kapitole, mohou sloužit všem k dalšímu prohloubení znalostí.

#### 4.1.9 Vyhodnocení

Co jsme se naučili nového? Co můžeme my osobně dělat?

Např. podle metody Metaplan sbírat nápady, jako:

- Podpora ekologického zemědělství (které šetrně zachází s půdou)
- Opatření proti zaasfaltování („zapečetění“) půdy – u vlastního domu, ale také omezením dopravy
- Aplikace získaných znalostí na vlastní zahradě – obdělávání půdy, kompostování, upuštění od pesticidů a umělých hnojiv, nepoužívání rašeliny

## 5 Klíčové otázky

1. Jak vlastně vzniká půda?
2. Jak došlo k tomu, že původně vulkanická povrch Země se změnil na půdu porostlou rostlinami?
3. Co mají společného horniny s půdou?
4. Má půda nad tmavou nebo tvrdou horninou jiné vlastnosti než půda nad horninou světlou nebo měkkou?
5. Proč u nás po lesní kalamitě vyrostě zase les, stejný jako předtím, ale v tropech ne?
6. Co jsou to minerály?
7. Rostou brambory, pšenice, žito, atd. na *všech půdách stejně dobře*? Existují krajové rozdíly? V čem spočívají?
8. Co se rozumí drobtovitou strukturou půdy?
9. Proč jsou dešťovky tak oblíbeny u zahrádkářů? Jakým způsobem zlepšují půdu?
10. Proč často zůstává po lijácích voda stát v kalužích na povrchu půdy nebo povrchově odtéká ve stružkách (v brázdách na poli, v brankovišti fotbalového hřiště, na holé sjezdovce, na pastvině udupané kravami)?
11. Co je to eroze půdy?
12. Co způsobuje erozi půdy?
13. Jaké účinky má pokrytí půdy nepropustnou vrstvou („zapečetění“) na vodní režim a vlastnosti půdy?
14. Jak přispívají půdní živočichové k zachování úrodnosti půdy?
15. Dovedete si představit, jak by se mohla zhutněná a vyčerpaná (tj. neúrodná) půda zase uzdravit?
16. Proč je kompostování našich rostlinných zbytků tak důležité?



## 6 Element půdy, na kterém stojíme

### 6.1 Půda jako pralátka

Půda byla v mnoha kulturách uctívána jako „Matka země“ – jako matka všeho živého, rostlin, zvířat i lidí. Tento symbol vyjadřoval úzké sepětí mezi člověkem a zemí, které člověk dlouho cítil.

Dnes mnoho lidí považuje půdu, zemi pouze za objekt k užívání, spekulace, k dosahování zisku. Zbytek někdejší úcty k zemi se skrývá v úsloví „Matička Země“. Hodnota této živé svrchní vrstvy (ornice), která se před stavebními úpravami pracně odstraňuje, aby se potom zase zavázela, žije ještě stále ve vědomí lidí.

**Obr.1:** Úrodná Matka Země

### 6.2 Vznik půdy a její stavba

#### 6.2.1 Na počátku byly sopky

Země je složena z různých **hornin**, které jsou směsí různých **nerostů** (minerálů). Tyto nerosty vznikly ze sopečné lávy (magmatu) během chladnutí zemské kůry. V závislosti na okolní teplotě a na povaze vulkanické činnosti tuhly kapalné horniny pomalu nebo rychle, a podle toho nabývaly jednotlivé složky – nerosty různých tvarů. Ty můžeme pozorovat při výbuchu sopek i dnes. Později, když se zemská kůra zvedla a zase poklesla, byly horniny stlačeny (jako např. mořské usazeniny, které byly stlačeny a vyvrženy vzhůru atd.) , takže se vytvořily nové formy hornin, např. usazeniny jako břidlice nebo pískovec.

Horniny jsou tedy v podstatě složeny z nerostů. Jedním z nejběžnějších nerostů je křemen, což je sloučenina křemíku (Si). Křemík je druhý nerozšířenější prvek v zemské kůře. Přimícháním atomů dalších prvků do krystalu křemene dostaneme různě zabarvené horniny.

Také diamant není nic jiného než čistý uhlík (C), který byl vysokým tlakem okolí vyformován do specifické krystalové struktury, která láme světlo. Grafit je také forma uhlíku, ale nikdo by za něj nedal tolik peněz.

#### **Barvy obsažené v zemi**

*Zemí je možno malovat : přirozené pigmenty jako žlutý a červený okr, umbra (manganová hněd'), sienna (žlutohnědá) nebo zelené zeminy dávají barevným odstínům jejich jména.*

*Všechny patří do skupiny zemních barviv (hlinek) a nejsou nic jiného než prositá země. Nejsou jedovaté a lze je míchat s různými pojivy. Tato barevná stupnice obsahuje pouze „teplé“ barevné odstíny: od žluté, červené a hnědé až po nevýrazné zelené odstíny.*

### 6.2.2 Zvětrávání hornin

Působením vody, větru, slunce a rostlin vznikají v kamenech trhliny, v kterých se usídlují lišejníky a mechy. Přitom se rozpouštějí látky, které jsou pak živinami pro rostliny a živočichy. Největší roli přitom hraje trhání kamenů za mrazu, způsobené tím, že voda, která vnikne do skalních trhlin, zvětší zmrznutím svůj objem. Velké úlomky kamene se tak postupně rozpadnou na malá zrnka, z jejichž povrchu se snadno vymývají minerální látky. Tento rozpad hornin (skal) se nazývá *zvětrávání*.

Tam, kde je přítomna voda a minerály bohaté živinami, usídli se brzy houby, lišejníky a mechy. **Společným působením** všech těchto faktorů vzniká postupně, **velmi pomalu, půda**.

**Obr.2.** Proces vzniku půdy:

1. Trhliny a štěrby naruší horninu
2. Déšť a mráz rozdrobí její povrch. Uchytí se tu mechy a lišejníky.
3. Pod tenkým rostlinným pokryvem vznikne vrstva humusu.
4. Zvětráváním a působením rostlin se hornina stále více drobí, až vznikne „půda“ (zemina).
5. Stromy tu naleznou oporu; jejich kořeny rozrušují horninu stále do větší hloubky.
6. Mrtvé stromy a jiné rostliny se rozloží na humus – živnou půdu pro další rostliny.

Teprve kombinací minerálních a organických složek ve formě zrn různé velikosti vznikne to, čemu říkáme půda. Z toho, jak půda vzniká, si můžeme snadno odvodit, že každá půda je jiná. Různé druhy hornin vedou k různým typům půdy, a záleží také na tom, zda jsou více nebo méně osvětlované sluncem, zda často mrzne, které minerály hornina obsahuje, atd. Tento proces je velmi pomalý, a v sopečných oblastech jej můžeme velmi dobře sledovat. Je to např. na Galapágách, kde jsou jednotlivé sopečné ostrovy v různých stádiích svého vývoje.

### 6.2.3 Půdní druh

Statistické rozložení velikosti zrn v půdě, které se označuje jako **půdní druh**, je jednou z nejdůležitějších charakteristik půdy. Podle charakteristického průměru zrn rozeznáváme půdu **hlinitou** (zrna menší než 2  $\mu\text{m}$ ), **hlinito-písčitou** (2 – 63  $\mu\text{m}$ ), **písčitou** (63  $\mu\text{m}$  až 2 mm) a **šterkovitou** (nad 2 mm). Půdní druh můžeme na pozemku zjistit prstovou sondou.

#### Zjišťování půdního druhu minerální půdy na pozemku:

Vzorek půdy zvlhčíme tak, aby při stlačování nepouštěl vodu (tehdy je půda „čerstvá“).

Potom půdu válíme v dlaních, mačkáme mezi palcem a ukazováčkem a zkoumáme je přitom na zrnitost, vazkost a tvárnost. Při roztírání čerstvého vzorku mezi prsty má hlinitá, hlinito-písčítá a písčítá půda tyto vlastnosti:

**Hlinitá:** tvárná, špinivá, mazavá, hladká, lesklé smykové plochy

**Hlinito-písčítá:** málo tvárná, moučnatá, drobná, drsné smykové plochy, při stlačování drhne

**Písčítá:** nelze formovat, nešpiní, zrnitá

Podle klíče k určování půdního druhu se může druh půdy stanovovat ještě ve větším rozsahu.

#### 6.2.3.1 Půdní profil

V průběhu vytváření půdy vzniká postupně **půdní profil** složený z těchto vrstev:

##### Obr.3: Půdní profil

A – svrchní půda

B – zvětralá hornina

C – výchozí hornina

Horizont L: **vrstva steliva**, obsahující nerozložené části rostlin jako listí, zbytky trávy a mechu, větve

Horizont O: **vrstva humusu**. Deponovaná organická vrstva. Poskytuje životní prostor mnoha živočichům. Organicky se rozkládá, začleňuje se do svrchní půdy.

Horizont A: **svrchní půda**. Organická hmota je promíchána s minerálními složkami půdy. Další rozklad organických látek houbami a bakteriemi. Působí zde dešťovky. Spojuje se tu hlína s humusem.

Horizont B: **spodní půda**. Zvětralá hornina, obsah humusu do hloubky rychle klesá. Jen sporný půdní život.

Horizont C: **výchozí hornina**, z níž vznikají výše položené vrstvy

#### Praktická úloha:

Hleďte ve svém sousedství otevřeně přístupný **půdní profil**, např. ve stavební jámě, v lomu, na strži. Popište vrstvy, které pozorujete! Jak tlustá je horní vrstva humusu? Co pozorujeme pod ní?

## 6.3 Struktura (textura) půdy a zhutňování půdy

### 6.3.1 Velmi důležité drobtý

Kvalita půdy je dána nejen půdním typem (zrnitostí) a profilem, ale také strukturou (texturou) půdy, tj. tím, jak jsou jednotlivé částice půdy na sebe nalepeny, takže tvoří větší zrna. Struktura půdy určuje v rozhodující míře její vodní, vzdušnou a tepelnou bilanci<sup>14</sup>, a tím i její biologickou aktivitu a vývoj, úrodnost a odolnost proti erozi.

#### ***Pozorování půdy z volné přírody***

*Pozorujte pod lupou strukturu vzorku půdy odebraného z louky (a nepošlapaného).*

*Porovnejte ji se strukturou ornice a čerstvého kompostu.*

#### **Obr.4:** Stavba drobtu půdy

Minerální částice

Velké a malé póry

Kolonie živých organismů

Komplexy hlíny + humusu

Působením vysoké biologické aktivity v půdě a jejího dobrého prokořenění vzniká ideální kyprá zem s **drobtovitou strukturou**. Tyto takzvané drobtý mají velikost 0,2 až 1 mm a jsou obaleny tenkým filmem vody. Kromě hlíny obsahují jemné minerální částice, **koloidy** (nepatrné částice) **humusu**, a také **vzduch a vodu**. Vzniká tak „houbovitá“ struktura, která poskytuje hodně volného prostoru pro půdní život i kořeny: místo pro vlhkost a výměnu vzduchu i plynů. Prokořenění půdy, která je protkána drobnými kořínky, přináší pohyb a provětrávání. Prokořeněná půda současně lépe zadržuje vodu.

#### **Obr.5.** Houbovitá struktura drobtovité půdy

---

<sup>14</sup> výraz „Waserhaushalt“ znamená hospodaření s vodou, případně stav rovnováhy mezi příjmem a výdajem vody, který umožňuje život; obdobně pro vzduch a teplo

## **Pokus: Zkoumání pevnosti (stability)drobtovité struktury půdy** (Podle Schnitzera, 1995)

### **Materiál:**

- 3 Petriho misky o průměru cca 11 cm
- pipeta
- pinseta
- destilovaná voda
- tři vzorky půdy à 50 cm<sup>2</sup>, odebrané v horizontech A, B a C, a usušené na vzduchu

### *Postup práce*

Ze každého vzorku půdy vybrat pinzetou deset drobtů o průměru 2-3 mm a uložit do otevřené poloviny jedné Petriho misky. Pomocí pipety nakapat do každé misky tolik destilované vody, aby byly drobtů půdy asi ze 2/3 pod vodou. Po deseti minutách šálky krátce zatřást a pozorovat vzniklé rozbahnění vzorku.

### *Rozbor výsledků*

Některé vzorky se rozpadnou už před zatřesením. Při zatřesení se vzorky rozpadnou na různé velké úlomky. Ze stupně rozpadu (obrazu rozbahnění) se dá zpětně usuzovat na stabilitu drobtovité struktury daného vzorku půdy. Dá se to vyhodnotit podle následující tabulky:

1. Drobtů se rozpadnou na několik velkých zlomků nebo zůstanou celé
2. Drobtů se rozpadnou na velké zlomky a sem tam nějaký malý
3. Drobtů se rozpadnou stejným dílem na velké a malé zlomky
4. Drobtů se rozpadnou převážně na malé zlomky
5. Drobtů se roztečou

### *Vyhodnocení*

Pokus dává náhled na otázku stability drobtovité struktury ornice. Stabilní, pevné drobtů znamenají dobrou úrodnost a jsou podstatné pro dobré provzdušnění, vsakování vody a její uchování v půdě. Drobtovitá struktura musí být tak stabilní, že se za deště nezničí. Zlepšení úrodnosti půdy a zabránění jejímu rozbahnění je možno dosáhnout vhodným hospodařením s vápnem a s humusem.

Pramen: Günter Nietz, Gerhard Seibert: Ničení a zachování půdy, pracovní sešit.

In: Výzkumný projekt německých geografů, Stuttgart 1980, str.27

Mezi částicemi půdy se nacházejí různě veliké dutiny, které nazýváme **póry**. Ty se dělí na hrubé (nad 10  $\mu\text{m}$ ), střední (0,2 – 10  $\mu\text{m}$ ) a jemné (pod 0,2  $\mu\text{m}$ ). Pro **zadržování vody** v půdě mají největší význam **střední póry**, neboť udrží vodu i proti gravitační síle, ale přesto nebrání kořenům vodu odebírat. Z velkých pórů voda prosakuje rychle dolů, ve směru zemské tíže. Jemné póry drží vodu působením kapilárních sil tak pevně, že ji kořeny nemohou přijmout (Schnitzer 1995).

**Obr.6:** Půdní póry po mechanickém kypření (*agregáty – shluky půdních částic:*)

Vlevo: Půdní agregát s mnoha póry střední velikosti  
(*půda v přírodním stavu*)

Uprostřed: Zhutněná půda s jemnými póry  
(*případ zhutněné půdy*)

Vpravo: Uměle zkyprěná půda – zhutněné agregáty oddělené velkými póry  
(*i po zkyprění bude mít většina půdních agregátů jemné póry*)

### **K obrázku 6:**

„Zhutněná půda se kupodivu nedá pouhým mechanickým kypřením převést do původního stavu. (...) Půdní částičky, které se spolu pevně „spekly“ při procesu zhutňování, drží zpravidla i po zkyprění pevně pohromadě. Mechanickým kypřením vzniknou pouze nové trhliny v původní textuře půdy, které sice zlepšují její provzdušnění, ale sotva zvýší jímavost půdy pro vodu využitkovatelnou rostlinami. Půda, která byla jednou zhutněna, obsahuje tedy i po mechanickém zkyprění více jemných pórů než půda nikdy nezhuťněná. Zhutněním se nevratně snižuje kvalita půdy coby substrátu pro rostliny“.

Pramen: Fellenburg G.: Půda v ohrožení – otrávená, zhutněná, vyčerpaná. Stuttgart 1994, str.50-51

Kyprá **textura půdy se zhutní** při jejím obdělávání těžkou zemědělskou technikou, ale také např. při válcování svahů lyžařských tratí, nebo uježděním horskými koly. Při zhutnění se zmenší objem pórů a změněná vzdušná a vodní bilance omezí veškeré funkce půdy. Zhutnění sníží výnosy na obdělávané půdě a podpoří její erozi.

**Obr.7.** Vliv zhutnění půdy na jímavost vody a vzduchu a na živé organismy v půdě (ex: Schnitzer 1995)

**Pokus: Stanovení míry zhutnění půdy** (Podle Schnitzera, 1995)

### **Materiál:**

- mincíř
- zašpičatělá tyčka s okem pro zavěšení váhy (mencíře)
- nádoba s půdou

### *Postup práce*

Mincíř zavěsit na tyčku (viz obr.) Tyčku pomocí mincíře zatlačovat do půdy. Přitom odečíst sílu, která je potřebná k zatlačení do určité hloubky. Provést několik pokusů na různých místech venku na pozemku, případně v nádobách s různě zhutněnou zemí. Další variantou pokusu je půdu zvlhčit (simulace deště).

## 7 Život v půdě

Červi a mikroorganismy, neboli lůžko v humusu

**Obr.8:** Obyvatelé nejvyššího patra půdy; **Pramen:** Mittendrin, Půda má silný kožich

*Legenda v obrázku: Obyvatelé půdy:*

*Prvok, klíště, chvostoskok, roztoči - dravý roztoč, vidličnatka, larvy dvojkřídlého hmyzu, tiplíce a j. Mykorhiza, uschlé kořínky*

Kdo nebo co žije v půdě? Mezi kořeny nacházíme celé společenství živých tvorů : bakterie, houby, lišejníky, hmyz, červy. Vezměme si například kus lesní půdy o ploše 1 ha.<sup>15</sup>

**Obr.9:** Množství půdních živočichů na ploše 100x100 m (ex Mittendrin)

*Legenda v obrázku:*

- 10 000 kg bakterií
- 10 000 kg hub
- 4 000 kg dešťovek
- 370 kg jednobuněčných organismů (prvoků)
- 171 kg hmyzu
- 6 kg chvostoskoků

---

<sup>15</sup> V originálu je chyba – místo 1x1 m (polovina matrace) má být 100x100 m

## **Pokus: Past na drobné živočichy (ex Mettendrin)**

*Stavba pasti na drobné živočichy (viz obr.):*

- žárovka 40W
- kuchyňský cedník
- vlhká zemina
- nálevka (trychtýř)
- víko s otvorem (přiklopit!)
- krabice
- miska s navlhčenými papírovými ubrousky

### **7.1.1. Tvorba humusu půdními organismy**

Všechny půdní organismy jsou přizpůsobeni temnotě a svému omezenému životnímu prostoru. Celá různorodost života pod zemí má jeden cíl – přeměnu odumřelých organických látek (listů, větve, trus, mrtvá těla) na novou, velmi výživnou zeminu, zvanou **humus** (lat. země, půda). Rozpadem na malé částičky, smíšením a chemickým rozkladem se velké části rostlin změň na jemnou, drobtovitou půdu. Tomuto procesu se říká tlení (práchnivění).

V úzkém slova smyslu se dnes pojem „humus“ používá jen pro svrchní vrstvu půdy a zahrnuje všechnu hmotu pocházející z mrtvých zvířat a rostlin v půdě i na jejím povrchu.

**Obr.10:** Od rozpadu listu k vzniku humusu (ex: Mettendrin)

*Na rozpadu čerstvě spadlého listu spolupracuje řada půdních organismů. Každý druh má v této „žravé hostině“ své vyhrazené místo. Na obrázku vidíme některé z hlavních rozkladačů na jejich charakteristických „stanovištích“. Dešťovky žijí především z toho, co jiní nestráví a co nechají nedožraného. Na konci jsou to však právě ony, kdo nerozložené zbytky dotráví a promíchají.*

*Nahoře zleva: roztoč (rohovitý), dešťovka, larva komára (motýlového)*

*Dole zleva: chvostoskok, larva komára (vlasového), larva típlice, roztoč (rohovitý), chvostoskok, dešťovka*

### **7.1.2 Hromada kompostu – kompot pro dešťovky**

Na kompostu v rohu zahrady nebo při **mulčování** (při kterém se pokrývají záhony a půda kolem keřů rovnoměrnou vrstvou listů a zahradních odpadků) se děje přibližně totéž jako v lesní půdě. Usilovnou prací půdních organismů se tvoří humus. Kompost se však často ještě obohacuje o minerály přísadou mletého kamene a pod.



Mulčování přitom zmenšuje vysychání půdy a brání růstu plevelů. Travnatý (listnatý) i korový mulč tlí pomaleji než kompost.

*Pokus: Pozorování činnosti dešťovek*  
(M.Motter, 1997, ústní sdělení)

Vekou sklenici naplníme do poloviny čerstvou, vlhkou půdou, která obsahuje dešťovky. Na povrchu se půda posype světlým pískem. Sklenice se pak ponechá 1 až 2 týdny v temném, chladném a poněkud vlhkém prostředí. Pak sklenici vyneseme na světlo a můžeme pozorovat, jak se žížaly mezitím činily:

**Začátek pokusu:**                      **Po 1-2 týdnech:**

.....

.....

**Obr 11:** Dešťovky (ex Mittendrin)

Ústa  
Brada  
Hltací sval  
X – varlata  
O – vaječníky  
Mužské a ženské orgány (dešťovky jsou hermafroditi – oboupohlavní)  
Vole  
Svalovitý žaludek  
Clitellum – slinivka pro vaječný zámotek (kokon)  
Střevo  
Smyslové štětiny  
Konečník

*Dešťovka dýchá povrchem těla (kůží)*

Dlouhou dobu neměli lidé k dešťovkám dobrý vztah. Považovali je za zbytečné souputníky, kteří pojidají úrodnou půdu. Mezitím se však staly dešťovky přáteli všech zahradníků. Dnes víme, že se podílejí významnou měrou na procesu tvorby půdy. Čím víc bude dešťovek v našem kompostu, tím bude půda kvalitnější.

*Téma „kompost“ můžeme probírat zcela prakticky. Zahrádkáři mohou přispět svými vlastními zkušenostmi a poznatky. Co patří na kompost a co ne? Patří tam slupky od pomerančů? Chutnají dešťovkám filtry na kafe? (Podle mojí zkušenosti ano, jsou to pro ně ta pravá hnízda). Dokonce je možné dát podnět ke zřízení kompostu ve škole nebo u studentů doma, pokud jej ještě nemají).*

### 7.1.3 Redukce života v půdě

Bohatý život v půdě bývá omezován jednak mechanicky, tj. již zmíněným **zhutňováním** půdy a jejím nesprávným obděláváním, jednak pronikáním škodlivin do půdy, např. úniku nafty při nehodách, kontaminaci okolí skládek, ale také celoplošně při rozprašování **hnojiv a pesticidů** v oblastech zemědělského a lesního hospodaření.

Na **zastavěných plochách** dochází k dalšímu omezení života v půdě a vůbec celé její funkce (tzv. „zapečetění půdy“).

## 8 Eroze půdy

Eroze (lat. *erodere* = *vyhlodat*) horniny větrem a povětrnostními vlivy v první řadě přírodní proces, který je pokračováním tvorby půdy.

**Obr.12.** Postupné „obrušování“ hory  
(*eroze přirozenými vlivy okolního prostředí*)

*dešťová voda – rozpouští vápencové skály*  
*nečas*  
*horka*  
*posuv ledovců –*  
*- padání skal*  
*- vznik údolí*

*led trhá skály (rozpínáním)*  
*trhliny a skuliny*  
*pády kamenů -- vítr odnáší písek a prach*  
*sesuvy svahů a kamenné laviny*

- *zvětrávání hornin oxidací a působením kyselin*
- *rostliny rozpouštějí skálu pomocí kyselin*
- *voda odnáší půdu, hlínu a písek*
- *obrušováním kamenů v řece vzniká písek*

### 8.1.1 Člověkem vyvolaná eroze

Od dob, kdy se člověk usadil a začal kolem svých sídel kácet les pro dopravní cesty, pole a louky, datuje se **antropogenní eroze** oně půdy, která pomalu vznikala v průběhu dlouhé historie Země.

**Obr. 13:** Antropogenní eroze půdy

*Eroze půdy způsobená nepřirozenými zásahy:*

*Zemědělství– byly odstraněny dřeviny a křoví, zhutnění půdy těžkou technikou*

- *zastavení půdy*
- *zimní sporty (sjezdovky)*
- *lesní kalamity*
- *odlesňování, klučení lesů*
- *nadměrná pastva skotu*
- *stavba silnic*

#### **Přirozený úbytek půdy (mm/rok)\***

Nová Guinea, pod tropickým deštým pralesem	0,5 – 1,07
Amazonie, pod tropickým deštým pralesem - na rovině	0,2
- na strmých svazích	1,25
Jihoněmecké středohoří (Mittlegebirge)	0,01
Jihoněmecká sprašová pahorkatina (Lösshügelland)	0,003
Dinárský kras na středomořském pobřeží	0,01 – 0,04
Povodí Mississippi, teplé až subtropické pásmo	0,07 – 0,1

<b>Úbytek půdy erozí, urychlenou lidskými vlivy (mm/rok)*</b>	
Zemědělsky užívaná sprašová pahorkatina v Kraichgau	2 – 3
Vymýcené plochy deštného pralesa v Amazonii	?
Pastviny na rovině	0,3 – 3
Pole na rovině	1,5 – 4
Pole na svahu	30 – 60
Čína – pole ve sprašové oblasti Vnitřního Mongolska	30

Otevřená půda, zbavená přirozené vegetace, je vystavena dešti, větru a slunečnímu záření a postupně se mění. Déšť rozbíhá povrch půdy, tzn. rozruší její texturu, a odnese drobné půdní částičky do soustavy pórů; dochází k tzv. **vnitřní erozi**. Pokud člověk neučiní vhodná protopatření, následuje **vnější eroze**: déšť odplavuje svrchní úrodnou vrstvu půdy a vítr ji odnáší. Zbude tvrdá země, pozemek „zkrasovatí“. Tento proces se můžeme pokusit zastavit tím, že půdu zkypříme motykou, pluhem a pod., i když pak půda musí zůstat nějaký čas otevřená.

### 8.1.1.1 Staří Řekové a eroze půdy

Platónova zpráva z roku 455 př.Kr. dokládá, že zkušenosti s erozí půdy jsou již více než 2000 let staré:

*Všechna humusovitá, štávnatá zem klouže neustále z výše položených pozemků dolů a mizí v hloubce. Zůstává jen holá skalní kostra, podobná kostře nemocného člověka. Chudá půda země s chudou vegetací již nemůže pojmout každoroční přívaly deště, takže odtékají rychle do moře, a studánky a potoky vysychají. Dříve byly hory až po vrcholek porostlé lesem a vedle toho tu byly obdělávané terasy, nejrůznější ovocné stromy a spousta pastvin pro dobytek. Dnes tu je hodně odlesněných vrchů, na kterých se dají jen chovat včely. Střešní krytina pro velké domy se také dělávala z kmenů zdravých horských lesů.*

#### **Otázky k Platónově textu** (ex M.Türnermann, 1996):

Aniž bychom uvedli autora, rozebereme tento text pomocí následujících otázek, na něž se má písemně odpovědět:

1. O jakém typu krajiny se v textu patrně mluví?
7. Autor textu se zmiňuje o několika typech škod na životním prostředí. Vyjmenujte je.
8. Zpráva také mluví o jejich možných příčinách. Které to jsou?
9. Kdy mohla být zpráva napsána? Vyslovte domněnku!

---

\* Přirozený a antropogenní plošný úbytek půdy v různých klimatických a hospodářsky různě využívaných oblastech (Six 1995) ; Pramen: H.Eicher, Ekosystém Země.Škudce člověk. Mannheim aj.1993, str.117

### 8.1.2 Eroze půdy a intenzita deště

**Pokus:** (lze jej provést i jako pokus myšlenkový)

**Materiál:**

Pokusné přihrádky, sprašová půda, drny z trávníku, ruční sprcha, hřebíky, kladívko

**Postup:**

Přihrádky naplněné hlínou se zčásti zakryjí drny. Zatlučeme hřebíky (jejichž hlavičky ukazují původní výšku zeminy). Simulace (silného) deště ruční sprchou. Sklon přihrádek 20°.

**Pozorování:**

**Vysvětlení:**

Úbytek půdy (cm)

(následkem simulovaného deště)

deska tvořící dno přihrádky

## **9 Opatření k ochraně půdy** (probírat ve skupinové debatě nebo v malých pracovních skupinách)

### **9.1.1 Opatření proti zhutňování půdy (Stitzer, 1995)**

- provoz zemědělských strojů na podhuštěných pneumatikách
- bohaté zásobování půdy humusem ( podporuje to biologickou aktivitu půdy a stabilitu její drobtovité struktury)
- nejezdit po mokré půdě
- omezit anebo zrušit pěstování plodin, které zhoršují texturu půdy (jako řadové plodiny kukuřice a řepa)
- neprovádět přílišné rozměňování půdy
- zkyprit existující vyježděné stopy

### **9.1.2 Protierozní opatření (Six, 1995)**

#### **Mulčování:**

Mulčováním se rozumí pokrytí půdy nejrůznějšími organickými nebo anorganickými materiály. Přínosy takového zakrytí půdy jsou mnohostranné:

- snížení odpařování
- snížení denních a celoročních výkyvů teploty
- přísun výchozích látek pro tvorbu humusu (pokud se používají rostlinné zbytky)
- zvýšení biologické aktivity
- snížení odtoku vody
- zamezí se okorání půdy, aj.

Z hlediska zachování půdy jsou všechny tyto účinky pozitivní. Mulčování se tedy hodí k boji jak proti vodní, tak i větrné erozi.

#### **Protierozní opatření v moderní agrotechnice**

1. Volbou vhodné kultury, meziplodinou, podsevem a využitím žňových zbytků docílit dlouhodobé pokrytí půdy rostlinami
2. Používat mulčování a přímý výsev, především u cukrovky, kukuřice, slunečnice a jiných z hlediska eroze rizikových kultur
3. Bezorebné oseední postupy, přinejmenším vynechání podzimní hluboké orby
4. Omezit rozbahňování půdy vápněním, přísunem organické hmoty a setím do hrubě obdělání půdy
5. Zamezit zhutňování půdy používáním podhuštěných pneumatik o snížení počtu přejezdů
6. Zachování dosavadních protierozních úprav, jako teras, drenáží a vrstevnicově vedených cest
7. Zatravnění strmých svahů

Neporostlá, zhutněná (zbahněná, rozježděná, rozbrázděná) ornice je silně ohrožena erozí. Pokud učiníme v průběhu několika let několik účelně rozvržených opatření, můžeme shora uvedené příčiny eroze agrotechnicky odstranit a erozi výrazně zmírnit. Všechna opatření, která podporují únik dešťové vody z půdy, napomáhají erozi.

## 10 Kontrola získaných vědomostí

### 10.1 Katalog otázek

1. Rodí se brambory, pšenice, žito, atd. na všech půdách stejně? Existují oblastní rozdíly? V čem spočívají?
2. Proč zůstává po silných deštích voda stát na povrchu půdy a odtéká povrchově ve stružkách (např. v brázdách na poli, v brankovišti fotbalového hřiště, na holé sjezdovce, na pastvině ušlapané od krav)?
3. Co způsobuje erozi půdy? Znázorni souhru různých faktorů a procesů do jednoho schématu vlivů; je možno tu použít i metody **Mid-Map**.
4. Jaký vliv má zastavení půdy na její vodní bilanci a vlastnosti?
5. Jakou roli hrají půdní živočichové při udržování úrodnosti půdy?
6. Dokážete si představit, jak by se mohla zhutněná a „unavená“ (neúrodná) půda zase ozdravit?

## 11 Literatura/ Materiály pro zpracování tématických okruhů

Bell, Wright; *Kosmos – průvodce přírodou*: Hledání a určování hornin a jejich složení  
Stuttgart 1987

Scheffer, Schachtschabel: *Učebnice nauky o půdě*. Stuttgart 1984

Geiser H.: *Mittendrin (Ve středu)*. Země má tlustý kožich. Wolfgang Mann-Verlag, 1988

Vester F.: *Náš svět je síťově propojený systém*

Ministerstvo pro životní prostředí, hospodaření s půdou a zemědělství Severního Porýní-  
Vestfálska: *Seznamujeme se s půdou*

Preuschen G.: *Nová kniha o půdě*. Fischer Verlag.

Schnitzer A.: *Nechte půdu dýchat*. Zhutnění půdy – příčiny, následky a protiopatření.  
In: *Praxis Geographie* 2/1995, str.20-25

Six R.: *Vodní eroze půdy – modelové pokusy*. Tamtéž, str.26-32

Zkušebna a poradna pro ekologické zemědělské stavby, informační materiály, 1983

## 12 Seznam vyobrazení

<b>Obr.</b>		<b>Str.</b>
1	Úrodná půda	9
2	Proces vzniku půdy	10
3	Půdní profil (podle Mittendrin)	11
4	Drobet půdy	12
5	Houbovitá textura drobtovité půdy	12
6	Půdní póry po mechanickém kypření (s textem)	14
7	Vliv zhutnění půdy na jímavost vody a obsah vzduchu a na život v půdě	14
8	Obyvatelé nejhořejší půdní vrstvy	15
9	Množství půdních živočichů na ploše 1 hektar	15
10	Rozpad listu na humus	16
11	Dešťovky	17
12	Postupné „obrušování“ hory	18
13	Antropogenní eroze půdy	18