

## 14. SLADKÁ VODA NA KONTINENTECH

### Obr. 14.1/359 - SS

- povrchová a podpovrchová voda tvoří jen malou část zásob vody v hydrosféře
- oběh vody: výpar z oceánů a pevniny → srážky → část srážek se vrací do atmosféry výparem z půdy, část odtéká z pevniny povrchovým nebo podzemním odtokem
- hydrologie – komplexní studium vody na Zemi, tj. systému povrchových a podpovrchových vod
- srážky vypadávající na povrch se dostávají do půdy **infiltrací**, tj. působením gravitace pronikají mezerami mezi půdními částicemi (pukliny, otvory po živočišných, prostory po ledových krystalcích aj.)
- voda, která se dostane do půdy je půdní voda a vytváří zvodnělou vrstvu (soil water belt) – voda z této vrstvy se může dostat na povrch nebo do atmosféry **evapotranspirací** (výpar + transpirace)

### Obr. 14.2/360 - SS

- pokud se voda nestačí vsakovat (intenzivní déšť nebo půda je nasycena), vzniká na povrchu **plošný odtok – ron** → **ronové rýhy** → **erozní rýhy**
- při odtoku dochází k odnosu částic a rozpustných látek a vytváření toků a řek – modelační činitel v krajině

## 14.1 Podzemní voda

### Obr. 14.3/361

- voda proniká díky gravitaci do hloubky
- **podzemní voda** – část podpovrchové vody, která vyplňuje **zónu saturace (pásmo nasycení)**
- **hladina podzemní vody** odděluje zónu saturace od svrchní vrstvy, kde póry nejsou plně vyplněny vodou – **pásmo provzdušnění (zóna aerace)** – voda se zde drží díky kapilárnímu napětí (tenký film vody na povrchu minerálů) – **kapilární voda**
- různé dráhy pronikání vody do hloubky a do toků

### 14.1.1 Hladina podzemní vody

#### Obr. 14.4/361

- hladina podzemní vody sahá nejvýše pod vrcholy kopců a rozvodí (souvisí se vsakováním) a klesá směrem k údolím, kde odpovídá úrovni řek, jezer nebo bažin (prosakování)
- při srážkách roste hladina vody pod vrcholy kopců a rozvodí, v období sucha zase klesá

### 14.1.2 Zvodnělé vrstvy

- sedimentární vrstvy výrazně ovlivňují ukládání a pohyb podzemní vody
- zvodnělá vrstva (zvoďen) – podloží písku nebo pískovce, obsahující volně protékající podzemní vodu
- nepropustná vrstva – podloží jílu nebo břidlic obsahují málo volné vody
- čočkovité břidlice vytváří zavěšené vodní těleso

#### Obr. 14.5/362

- je-li propustná vrstva mezi dvěma nepropustnými, je voda v propustné vrstvě pod tlakem a při navrtání nadložní vrstvy vystřikuje nad povrch – **artéská voda (studna)**

#### Obr. 14.6/362

## 14.2 Rozpouštění vápence podzemní vodou

- pomalý tok podzemní vody v zóně saturace může rozpouštět vápenec za vzniku podzemních jeskyní, nad nimiž se může povrch propadnout

### 14.2.1 Vápencové jeskyně

- propojené podzemní prostory v podloží vytvořené působením cirkulující podzemní vody na vápenec

#### Obr. 14.7/363

- vývoj jeskyní: kyselina uhličitá je zvlášť koncentrovaná v zóně saturace pod hladinou podzemní vody – vznikají tunely, otevřené komory, velké komíny, protékané vodou – prohloubení toků – snížení hladiny podzemní vody – jeskynní systém nyní nad zónou saturace – ukládání uhličitánů (travertin) – stalaktity, stalagmity, sloupy, sintrové povlaky, terasy

### 14.2.2 Krasové krajiny

- v oblasti vápenců vznikají unikátní krajinné tvary, pojmenované podle Dalmácie v Chorvatsku jako **kras**
- **závrť** – povrchová deprese v oblasti vápencových jeskyň, může být vyplněna erodovaným materiálem z okolních svahů
- **tvorba krasové krajiny** – četné tunelovité závrty, později propad jeskyní, krasové kaňony

*Obr. 14.10/364*

### 14.3 Problémy managementu podzemní vody

- rostoucí potřeba podzemní vody: růst počtu městského obyvatelstva a rozvoj ekonomických aktivit, zavlažování ze studní

#### 14.3.1 Pokles hladiny podzemní vody

*Obr. 14.12/368 - SS*

- čerpání podzemní vody ze studní vede ke vzniku depresního kužele, který může sahát až 16 km od studny
- hloubka depresního kužele – rozdíl ve výšce mezi vrcholem kužele a původní úrovní podzemní vody
- při více intenzivně využívaných studních pokles hladiny podzemní vody, která nestačí být doplňována
- vedlejším produktem intenzivního čerpání podzemní vody je pokles povrchu (čerpání vody z podložních sedimentů)

#### 14.3.2 Kontaminace podzemní vody

- znečištění látkami, které infiltrují půdou a dosahují podzemní vody – pevné a kapalné odpady
- škodlivé látky jsou často srážkovou vodou vymývány ze skládek a znečistí podzemní vodu i řeky

*Obr. 14.13/368 – SS*

- u studní na pobřeží je nebezpečné znečištění slanou vodou

### 14.4 Povrchová voda

#### 14.4.1 Povrchový odtok

- **povrchový odtok** vytváří různé formy:
  - a) souvislá tenká vrstva (film) po hladkém povrchu půdy nebo hornin – **plošný odtok (ron)**
  - b) hrubý nebo důlkovitý povrch – podoba řady malých potůčků (**ronové rýhy**), spojující jednu rýhu s druhou do **erozních rýh**
  - c) zatravněný povrch – povrchový odtok je rozdělen do nesčetných malých proudů, tekoucích kolem stonků
  - d) zalesněné svahy – omezení odtoku v důsledku **intercepce** srážek
- povrchový odtok přechází do toků – dlouhé, úzké tvary vyplněné tekoucí vodou, pohybující se ve směru sklonu v důsledku gravitace
- koryto toku – úzká brázda, obsahující tekoucí vodu, unášející **splaveniny** (pevné částice minerálních a organických látek), které se dělí na:
  - a) **plaveniny** – vznášející se jemné, různě velké části převážně minerálního původu, pocházející z povodí nebo vlastního řečiště
  - b) **dnové splaveniny** – pevné částice pohybující se převážně v kontaktu s dnem koryta válením, sunutím a poskakováním
- protože voda při dně unáší dnové splaveniny a překonává odpor dna – pomalejší pohyb vody (nejrychlejší ve střední části profilu)

*Obr. 14.15/369 - SS*

- pokud tok zahýbá, je největší rychlost při vnější straně oblouku – vznik **meandrů**

*Obr. 3. 7/173 – FG I*

- pohyb vody ovlivněn turbulencí – systémem vírů, které stále vznikají a zanikají

#### 14.4.2 Průtok

- **průtok** – objem vody, který proteče průtočným profilem řeky za jednotku času ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

- změny gradientu (sklonu koryta) řeky ovlivňují změny průtočného profilu toku a rychlosti tekoucí vody bez změny průtoku: větší sklon - větší rychlost tekoucí vody, menší průtočný profil, menší sklon – menší rychlost, větší průtočný profil

#### **Obr. 14.16/370 - SS**

měření průtoků – rychlost (měřena hydrometrickou vrtulí) v  $m \cdot s^{-1}$  krát plocha průtočného profilu v  $m^2$   
 průtoky – důležitá hydrologická charakteristika využívaná v praxi (spotřeba vody, povodně aj.)  
 průtok na větších řekách roste směrem od pramene po toku přibíráním přítoků – čím větší je průtočný profil, tím menší je gradient toku (např. na dolní Mississippi je převýšení 3 cm na 1 km)

#### **14.4.3 Systém odtoku**

- jak se řeka pohybuje z pramenné části ve směru spádu do menší nadmořské výšky, vytváří postupně odtokový systém (koryta jednotlivých toků a přilehlé svahy)
- hranice mezi svahy odvodňovanými do různých toků tvoří **rozvodí** mezi těmito toky
- celý systém propojený odtokem vytváří odtokovou pánev
- odtokový systém vázaný na jeden tok vytváří jeho **povodí**

#### **Obr. 14.18/371 - SS**

#### **14.4.4 Povodně**

- problém definování povodně: **povodeň** – řeka vystupuje z koryta a zaplavuje břehy a okolí
- řeka se během povodně rozlévá do **údolní nivy** – zpravidla širokého rovinného pásu kolem koryta řeky
- **N-letost povodní** – na základě dosavadních měření se počítá průměrná doba opakování určité hodnoty průtoků (vodních stavů)

#### **Obr. – povodně na Vltavě v Praze a Labi v Děčíně**

- **druhy povodní** podle meteorologických příčin:
  - a) bleskové povodně – přivalové srážky a náhlý povrchový odtok velkého množství vody, velké lokální škody, příp. oběti na životech
  - b) povodně z několikadenních trvalých srážek – postihují větší oblasti (podle velikosti srážkové oblasti a kam je oblast odvodňována), škody v regionálním nebo supra-regionálním měřítku, oběti na životech
  - c) povodně z tání sněhové pokrývky – souvisí s náhlým oteplením a táním velkého množství sněhu, často doprovázených srážkami, postihují větší oblasti, výraznější ve středních a dolních částech toků
  - d) povodně z chodu ledu – po náhlém tání a odchodu ledu může dojít k zablokování koryta ledovými krami (tzv. ledová zácpa) a ke vzdutí vody za touto překážkou
- **ochrana před povodněmi:**
  - a) v období bez povodní: racionální využívání a plánování aktivit v krajině (land-use, průtočnost údolní nivy, ochranná zařízení, cvičení záchranných složek, příprava obyvatelstva)
  - b) před začátkem povodně a během ní: předpověď počasí a hydrologická předpověď - vyhlášení tří stupňů povodňové aktivity – organizace záchranných prací
  - c) po povodni: organizace aktivit směřujících k obnovení normálního chodu života společnosti – pomoc postiženým
- pozitivní vlivy povodní – zvýšení hladiny podzemní vody, obohacení zaplavených půd, lužní lesy

#### **14.4.5 Jezera**

- **jezero** – vodní těleso vystavené v horní části atmosféře bez významného gradientu
- **přívod vody:** vodní tok, plošný povrchový přítok, podzemní přítok
- **ztráta vody:** odtok vodním tokem, výpar
- jezerní pánve různého geologického původu – hluboká jezera na tektonických zlomech, hrazená jezera tokem lávy nebo sesuvy půdy
- hladina jezer koresponduje s hladinou podzemní vody
- sladkovodní mokřady a bažiny (wetlands)

#### **Obr. 14.21/374 - SS**

- jezera jsou z geologického hlediska krátkodobými formami v krajině – mohou vznikat následovně:
  - a) zahlubováním toku odvádějícím vodu z jezera

- b) akumulací anorganických sedimentů a organického materiálu produkovaného v jezeře (rostliny, živočichové) → rašelinště
- c) změnou klimatu – vysušování při poklesu srážek
  - využití jezer: zdroj pitné vody, zavlažování, elektrická energie, rekreace, přírodní scenérie
  - vytváření umělých „jezer“ přehrazováním toků – rybníky

#### 14.4.6 Slaná jezera a slaniska

- v aridních oblastech typická **bezodtoká jezera** – ztráty vody výparem mohou být vyrovnávány přívodem z vodního toku (v závislosti na vodní bilanci zvětšování nebo zmenšování plochy jezera – např. Aralské jezero)
- výparem z jezer se uvolňuje voda, ale rozpuštěné soli ve vodě zůstávají, takže salinita může postupně narůstat – sůl může vysrážet v podobě pevných krystalků (evapority)
- některá slaná jezera leží pod hladinou moře (Mrtvé moře -396 m, největší světové jezero Kaspické moře -25 m)
- převažuje-li výpar nad přívodem vody – mělké pánve vyplněné sedimenty solí (slaniska, suchá jezera – zřídka pokryty mělkou vrstvou vody)
- využití solí ze slanisek (výpar mělkých vod Arabského moře)

#### 14.4.7 Zavlažování pouští

- staré civilizace Egypt a Mezopotámie – přívod vod řekami pro zavlažování z oblastí mimo poušť
- zavlažování vodami takových řek jako Nil, Indus, Jordán nebo Colorado může trpět:
  - a) zasolováním – díky velkému výparu zůstává sůl obsažená ve vodě na zavlažování na povrchu a zvyšuje se koncentrace soli (přivádění většího množství vody – sůl proniká níže pod povrch)
  - b) „waterlogging“ (zamokření) – při zavlažování větším množstvím vody se zóna saturace dostává těsně k povrchu (do dosahu kořenového systému rostlin) → dostane-li se voda až k povrchu, nastává opět zasolování
- zasolováním trpí např. údolí řeky Indus v Pakistánu, Eufratu v Sýrii, delta Nilu v Egyptě, semiaridní a aridní oblasti západu USA

#### 14.4.8 Znečištění povrchových vod

- znečištění povrchových a podzemních vod – sulfátové, chloridové, sodnaté, dusičnanové, fosfátové a vápníkové ionty
- jejich zdroje: stočnicí kal, solení silnic, údržba trávníků (vápno, hnojiva) v urbánních oblastech, hnojiva a odpady z chovu dobytka v zemědělství
- dusičnanové a fosfátové ionty – podpora růstu řas a vodních rostlin (**eutrofizace**) → mikroorganismy spotřebovávají kyslík při rozkladu → redukce obsahu kyslíku, nedostatek pro jiné organismy → zaplňování sedimenty a organickým materiálem
- **kyselé důlní vody** – voda obsahuje kyseliny síry a různé soli kovů, hlavně železa (úhyn ryb)
- toxické kovy (mj. rtuť), pesticidy, jiné průmyslové chemikálie, stočnicí kaly (baktérie a viry)
- **tepelné znečištění** – přívod teplé vody do toků, estuárií a jezer
- kontaminace radioaktivními částicemi

#### 14.5 Povrchová voda jako přírodní zdroj

- rostoucí spotřeba vody:
  - zdroj vody pro zemědělství a průmyslové aktivity
  - zásobování městských oblastí z vodních rezervoárů
  - zavlažování
  - výroba elektrické energie ve vodních elektrárnách
  - říční doprava
  - spotřeba vody v domácnostech
  - voda pro chladicí zařízení (např. elektrárny)

#### Obr. 14.25/377 - SS

- povrchová voda je (na rozdíl od podzemní) jímána jen v malém množství – potřeba racionálního hospodaření s vodou

**Literatura:**

Netopil, R. a kol. (1984): Fyzická geografie I. SPN, Praha. Kap. 3.4.2: s. 163-177. 163-Kap. 3.6: s. 202-209. Kap. 3.7: s. 219-231.

Strahler, A., Strahler, A. (1999): *Introducing Physical Geography*. Wiley, New York. Kap. 14: Fresh Water of the Continents, s. 359-379.