

Koloběh srážek

Proč nám nikdy nedojde voda?

Světové zásoby vody jsou ohromné. Na Zemi jí je na 1260 milionů krychlových kilometrů. Z 97 procent je však neustále obsažena ve slaných mořích a další dvě procenta tvoří ledovce a ledové nebo sněhové příkrovy. Méně než jedno procento se vyskytuje v podobě sladké vody v jezerech, rybnících, potocích, řekách

nebo v podzemí, kam pronikáme studněmi nebo vrty.

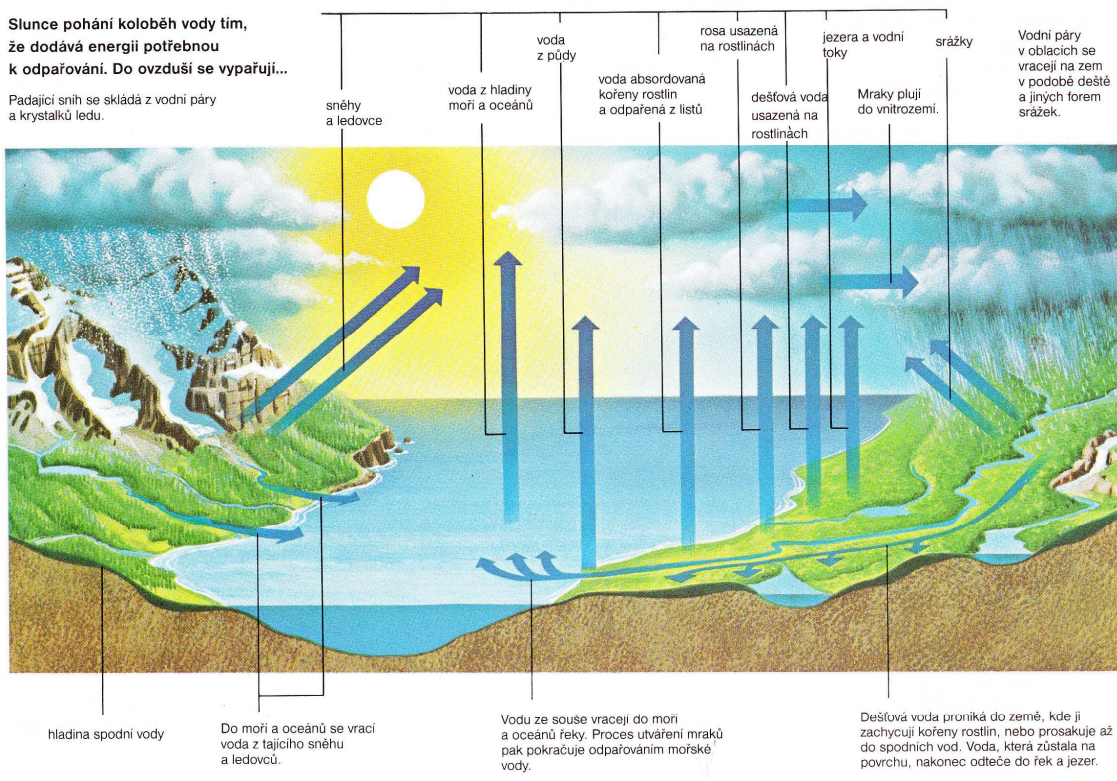
Kdyby se tento slabý pramínek čerstvé vody stále nedoplňoval, jezera i řeky by vyschly, pole a lesy by uschly. Voda našťastí stále koluje mezi mořem, vzduchem a souší v nekonečném cyklu.

Zdrojem energie, která zajišťuje koloběh vody, je Slunce. Zahřívá mořskou

hladinu a mění vodu v páru. Voda se vypařuje i z jezer, potoků, listů rostlin a dokonce i z ledovců. Ve vzduchu se tato neviditelná pára kondenzuje a vytváří miliardy drobných kapiček a ledových krystalků, z nichž se skládají mraky. Vlhkost z oblak se pak vrací na zem jako dešť, sníh nebo jiné druhy srážek. Potom se znovu vypaří a věčný koloběh pokračuje

Slunce pohání koloběh vody tím, že dodává energii potřebnou k odpařování. Do ovzduší se vypařují...

Padající sníh se skládá z vodní páry a krystalků ledu.



Jak vznikají dešťové kapky?

Oblaka majestátně plující oblohou se skládají z nezměrného počtu droboučkových kapiček vody a krystalků ledu. Ale i když jen jeden jediný oblak obsahuje třeba až několik tun vlhkosti, často se stává, že nám přejde nad hlavou, a přitom ani nesprchne. Vlaha totiž spadne na zem jen za určitých podmínek.

Droboučké kapičky vody v oblacích vznikají tak, že se stoupající teplý vlhký vzduch postupně ochladí a vodní páry se

sraží. Kapičky na sebe nabalují prachové a jiné mikroskopické částice, kterým se říká kondenzační jádro. Zpočátku jsou tak malé, že se doslova vznášejí vzduchem. Při cestě vzdušnými proudy do sebe kapičky narážejí, slučují se a rostou. Po nějaké době, až dostatečně ztěžknou, můžou spadnout na zem v podobě deště.

Osud jiných dešťových kapek je ještě složitější. Začaly svou dráhu jako sněhové nebo ledové krystalky v horních studených vrstvách mraku. Když pak prolé-

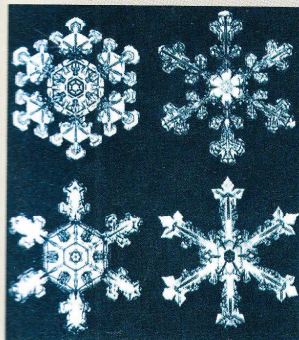
taly spodním pásmem teplejšího vzduchu, roztály a na zem nakonec dopadly jako dešť. Asi polovina všech dešťových srážek pravděpodobně začíná jako sníh

Nejmenší vodní kapičky, které známe jako mrholení, padají k zemi tak líně, že se téměř vznášejí. Obří kapky o průměru až 6 milimetrů můžou dosáhnout i rychlostí 8 metrů za sekundu. Ať jsou však jakkoli velké, žádná nemá tvar slzy. Největší bývají sice zespoda zploštělé, většina z nich je však kulatá.

Proč sněží?

Mrak s dostatečně nízkou vnitřní teplotou se může zbavit svého nákladu vláhly ne v podobě deště, ale nadýchaných sněhových vloček. K tomu dochází proto, že se voda v oblacích chová často podivně. Při velmi nízkých teplotách se kapičky v mracích přechladí a zůstanou v tekutém stavu, i když by podle vlastní teploty měly zmrznout. Za určitých podmínek se přechlazené kapičky vypaří, pára okamžitě zmrzne a přemění se v droboučké krystaly ledu. Když na ně namrzne dostatečné množství dalších vodních par, vzniknou sněhové vločky.

Tvary vloček se různí podle teploty a koncentrace vlhkosti v ovzduší. Vzhledem ke krystalické struktuře sněhových vloček tvoří 90 procent jejich objemu vzduch. Proto sníh dobře izoluje a tlumí zvuk. To ovšem současně znamená, že obsah vody v deseti centimetrech sněhových srážek odpovídá pouze jedinému centimetru deště. I tak je ale sníh pro mnohé oblasti důležitým zdrojem sladké vody. Suchá území na západě USA jsou velmi závislá na jarním tání sněhu ve Skalnatých horách.



Některé vločky mají tvar hvězdy

I když se všechny krystaly sněhu utvářejí podle šesticípého modelu, jejich mnohotvárnost je nekonečná. Nejkrásnější jsou jemně symetrické vločky podobné hvězdám, jako ty na obrázku nahoře. Další mohou mít tvar plochých šestiúhelných talířků, jehlic, sloupečků, pohárků, cívek nebo i nepravidelných těles.



Mráz umí pomalovat okenní sklo prchavými obrázky ledového peří díky jedné pozoruhodné vlastnosti vody. Ta se totiž přímo z plynného stavu dokáže proměnit v pevné ledové krystalky.

Jsou zmrzlý déšť a kroupy totéž?

Mráz a větrné turbulence si dovedou s dešťovou kapkou pěkně pohrát. Kapka na své cestě k zemi třeba prochází vrstvou velmi studeného vzduchu a stane se z ní zmrzlá kulička nebo ledovka, která se po dopadu odrazí. Kapky mohou být i tak podchlazené, že na zemi zmrznou a pokryjí sklovitým pancěrem ledu všechno, s čím přijdou do styku.

Kroupy se však rodí vysoko v bouřlivých mračcích. Ledové kuličky střídavě unášené vzestupnými i sestupnými vzdušnými proudy na sebe nabalují další vrstvy ledu a rostou. Jejich konečná velikost závisí na tom, jak dlouho se v mracích takhle pohybovaly. Většinou jsou při dopadu na zem veliké jako kulička hroznového vína. Můžou ale dosáhnout i velikosti vlašského ořechu nebo dokonce tenisového míčku. Dochované záznamy hovoří o kroupě s průměrem asi 13 centimetrů a s hmotností 670 gramů.

Krupobiti dokáže způsobit katastrofální škody. Občas poškodí i střechy aut a budovy, největší škody však páchá v zemědělství. Protože kroupy většinou padají při letních bouřkách, můžou zničit celé lány obilí i jiných plodin.

Je jinovatka zmrzlá rosa?

Pohled na korálky rosy vpletené do pavučiny nebo na květy nakreslené mrazem na oknech stojí za to, abychom si ráno přivstali. Sotva se do nich opřou sluneční paprsky, vytratí se. Rosa i jinovatka se totiž rodí z chladného nočního

vzduchu. Když se po setmění začne ochlazovat, jeho teplota postupně klesne až k rosnému bodu (teplotě, při níž jsou vodní páry právě nasyceny a začínají se srážet). Při styku s listy a trávou, které jsou o něco chladnější, se vodní páry sráží a pokryjí je rosou. Asi tak, jako když se za parného letního dne orosí sklenice se studenou vodou.

Jinovatka vzniká, až když teplota klesne pod bod mrazu. Když nasycený vzduch přijde do styku s mrazivým povrchem, vodní páry se nevypaří, ale přemění se přímo z plynného stavu v malé krystalky ledu. Tyto krystalky jsou tím větší, čím víc páry zmrzne. Občas vytvářejí jemné péřové vzory.

Jak vzniká mlha?

Mlhu stejně jako rosu a jinovatku vytváří vodou nasycený vzduch. Když se teplota vzduchu přiblíží k rosnému bodu, srážejí se v něm vodní páry na drobné kapičky. Ty jsou právě tak jako kapky v mracích příliš malé a lehké, než aby mohly spadnout. Mlha není vlastně nic jiného než mrak, který vznikl u země.

Na tvorbě mlhy se podílí celá řada různých okolností. Může se objevit proto, že se země v noci ochladila a sama pak ochlazuje vlhký přízemní vzduch. Může však vzniknout i tehdy, když masa teplého vlhkého vzduchu přechází nad studeným oceánským proudem nebo nad studenou oblastí souše. Mlhu můžou vyvolat i srážky mas teplého a studeného vzduchu nebo ochlazení vlhkého vzduchu, stoupajícího po úbočí hory.



Vodní režim člověka

Bez potravy člověk vydrží 14 dní i déle, ale bez vody jen několik dní. Voda je nejdůležitější složkou stravy a nelze ji ničím nahradit. Tělo dospělého člověka obsahuje asi 42 l vody.

Vodu nelze v těle ukládat. Proto si musí příjem a vylučování vody přibližně odpovídat.

Vylučování vody u dospělého člověka činí v průměru 2,5 až 3,0 l denně. Příjem vody by proto měl činit rovněž minimálně 3 l (nápoje, potraviny obsahující vodu).

Rozdělení vody v lidském těle

voda v buňkách	63 %
voda mimo buňky	37 %
krev	7 %
tkáňový mok / lymfa	27 %
střevo	3 %

Denní vylučování vody u člověka

dýcháním	0,5 l (pokus č. 24)
pocením	0,5 až 1 l (pokus č. 25 a 26)
močí	1,5 až 2,5 l (podle vypitého množství)

Pokrytí denní potřeby vody u člověka

příjemem potravy	1,0 l (pokus č. 27)
vodou vytvořenou při látkové přeměně	0,5 l
pitím	1,5 až 2,0 l

Obsah vody ve vybraných potravinách

špenát	98 %
mrkev	89 %
jablka	84 %
brambory	75 %
stlepičí vejce	68 %
vepřové maso	58 %
másla	20 %
mouka	8 %

S vodou se v lidském těle přepravují živiny, produkty rozkladu vzniklé při látkové přeměně, jako močovina a oxid uhličitý, ale také hormony a krvinky. Přemisťování probíhá krví z míst jejich příjmu nebo vzniku ke všem buňkám těla a zpět k místům jejich vylučování. Krevní oběh tedy slouží především k zásobování buněk životně důležitými látkami a odvodu konečných produktů látkové přeměny.

Vylučování rozpuštěných konečných produktů látkové přeměny probíhá ledvinami. Slouží k detoxikaci těla. Celkové množství krve protéká ledvinami asi 300krát za den. Z kapilár ledvin, jejichž jemné stěny působí jako filtr, přecházejí voda, močovina, jedovaté látky a minerální soli z ledvinové tkáně do ledvinové pánvičky. Moč, asi 1,5 l za den, se hromadí v močovém měchýři a pak se vylučuje. Při nedostatku vody je moč koncentrovanější (tmavší), množství moči je menší. Při vysokém příjmu vody se tvoří více moči.

Při nedostatku asi 350 ml vody, tj. 0,5 % tělesné hmotnosti, vzniká žízeň. Změnou koncentrace rozpuštěných látek v tělesné kapalině se aktivuje „centrum žízně“ v mezimozku. Ztratí-li člověk 12 až 20 % vody, umírá. Pokožka nevyklučuje pot, není zajištěno ochlazování těla.

Odvod konečných produktů látkové přeměny a rovněž zásobování buněk životně důležitými látkami se omezí. Přeprava kyslíku červenými krvinkami je ztížena, krev celkově houstne. Sliznice vysychají. Dostatečné, pravidelné zásobování vodou je pro lidský organismus nezbytností.



15/1 Potraviny s vysokým obsahem vody

4

Koloběh vody

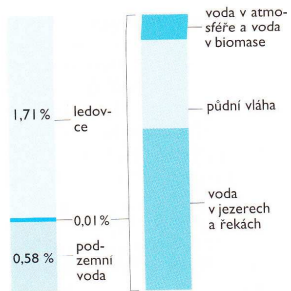
Sněhové srážky dopadají na povrch v polárních oblastech. Zde se hromadí a přeměňují v ledovcový led. Ten se velmi pomalu pohybuje směrem k mořskému pobřeží. Na pobřeží se ledovcové bloky odlamují a poté putují, unášené mořskými proudy daleko na oceán. Led postupně taje a voda se stává součástí oceánu. Při vypařování z hladiny oceánu se vzduch obohacuje o vodní páru. Z ní pak opět vypadávají srážky. Popisované přírodní děje jsou součástí koloběhu vody.

44

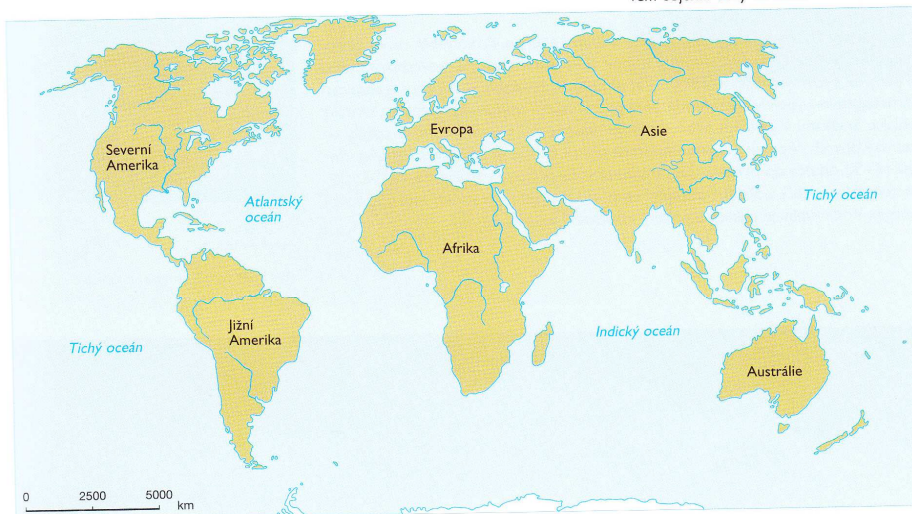


Koloběh vody v přírodě

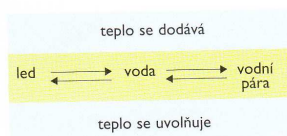
Zásoby vody na Zemi. Více než dvě třetiny Země jsou pokryty vodou, pevnina zahrnuje pouze 29,2 % zemského povrchu (obrázek č. 47/2). Největší objem vody na Zemi (97,7 %) představují oceány. Průměrný obsah soli v mořské vodě je 3,5 %. Z celkových zásob vody na Zemi jsou pouze 2,3 % vody sladké. Její převážná část (74,5 %) se nachází v ledovcích. Zbytek je rozdělen na podzemní vodu, vodu jezer a řek, půdní vláhu, vodu v atmosféře a v biomase (obrázek č. 47/1). Pro získávání pitné vody je k dispozici jen velmi omezené množství sladkovodních zásob. Voda cirkuluje v koloběhu mezi zemským povrchem a spodní vrstvou atmosféry (troposférou). V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích (obrázek č. 47/3-4).



47/1 Podíl sladkovodních zásob na celkovém objemu vody na Zemi



47/2 Rozložení pevniny a vodních ploch na Zemi

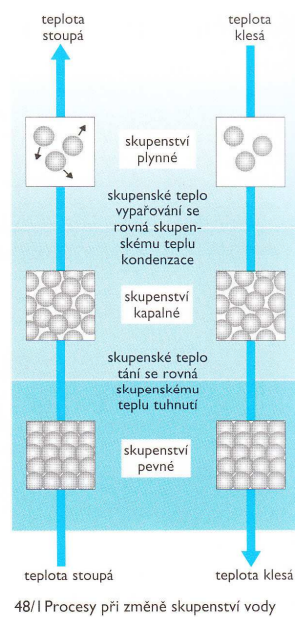


47/3-4 Voda se vyskytuje v pevném, kapalném nebo plynném skupenství.

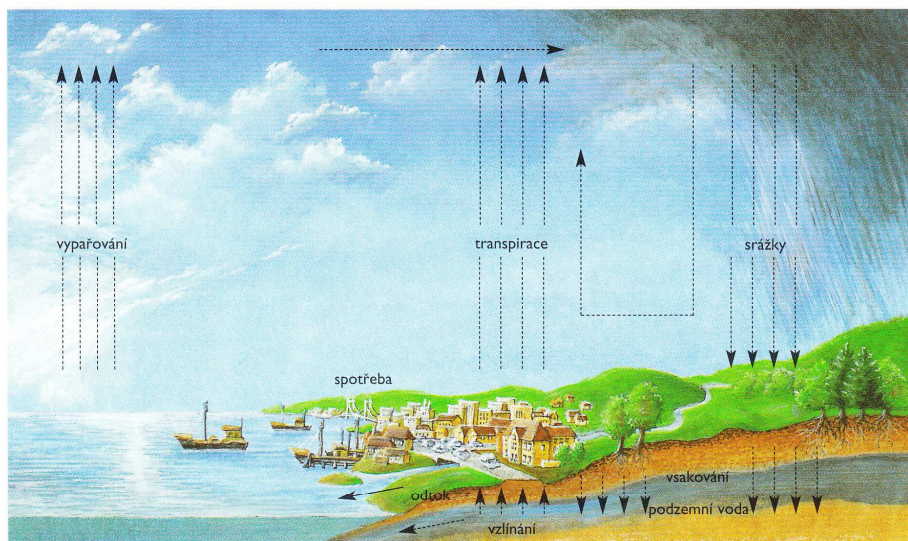
Změna skupenství je spojena s příjmem či výdejem energie. Pro vypařování je zapotřebí energie, nazýváme ji skupenské teplo vypařování (pokus č. 1 a 2). Vzdálenost částic se zvětšuje, z 1 l vody vzniká 1 600 l vodní páry. Při kondenzaci se stejně velké množství energie uvolňuje (pokus č. 3 a 4). Vodní pára se vypařováním dostává do vzduchu. Pokud vodní pára kondenzuje, tvoří se oblaka z velmi jemných vodních kapiček. Za přítomnosti kondenzačních jader se z malých kapek stávají větší kapky, až vznikají srážky. Vodní pára může při velmi nízkých teplotách přejít rovnou do pevného skupenství (resublimace). Při resublimaci na zemském povrchu vznikají jemné ledové jehličky (jinovatka). Voda (bez obsahu solí) mrzne při 0 °C na led, tuhne (pokus č. 5). Přitom se uvolňuje stejně množství energie, které musí být dodáno při tání (obrázek č. 48/1).

Rozpustíme-li ve vodě sůl, klesne teplota (pokus č. 6). K přerušení vazby v krystalu soli je nutná energie, ta se odebrává vodě. Smícháme-li led se solí, vznikne kašovitá hmota. Energie nutná k uvolnění částic z krystalů soli se odebrává směsi. Ačkoli teplota klesá, zůstává směs kapalná, neboť teplota tání solného roztoku je značně nižší než 0 °C.

Motorem přirozeného koloběhu vody je sluneční energie. Pro koloběh vody v přírodě (obrázek č. 48/2) jsou důležité změny skupenství vody. Z povrchových vod a půdy se vypařuje voda. Rostliny vylučují značné množství vodní páry transpirací (fyziologickým vypařováním). Vodní pára po ochlazení vzduchu kondenzuje, tvoří se oblaka. Srážkami v pevném nebo kapalném skupenství se voda dostává zpátky na zemský povrch. Více jak polovina množství srážek (57 %) se z povrchu vypaří a zbytek (43 %) odtéče do oceánu. Část srážkové vody přijmou rostliny, zbytek se vsákne (obrázky č. 48/2 a 50/2). Podzemní voda se hromadí na vrstvách nepropustných hornin. Voda vyplňuje pukliny a průlvy v podloží (pokus č. 8).



48/1 Procesy při změně skupenství vody

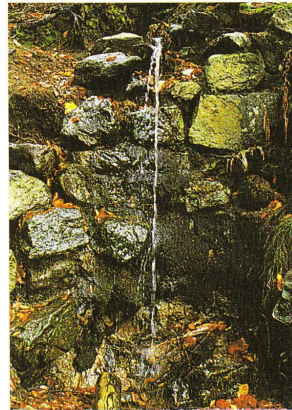


48/2 Koloběh vody

Velkou schopnost akumulovat vodu mají písky. Až 50 % objemu písku může tvořit voda. Podzemní voda se pohybuje ve směru gravitační síly. Na povrch vystupuje ve formě pramenů (pokus č. 9, obrázek č. 49/1). Podzemní voda nakonec buď odtéká nebo podléhá vypařování.

Množství podzemní vody závisí na intenzitě a množství srážek, podmínkách vsaku a hydrogeologických vlastnostech hornin. Podzemní voda je čistá tehdy, když se na své cestě půdou a průlinami hornin filtruje. Rozpouští přitom chemické složky hornin. Obzvláště patrná je mineralizace vody u minerálních pramenů. Podle složení horniny jsou v takových pramenech rozpuštěny různé minerály. Každá molekula vody je součástí koloběhu vody, ale čas oběhu je podle původu vody velmi rozdílný.

S koloběhem vody souvisí výměna energie. Tepelná kapacita vody je velká, to znamená, že pro ohřev vody je zapotřebí velmi mnoho energie. Voda ale také může mnoho tepla akumulovat. Má největší tepelnou kapacitu ze všech kapalných a pevných látek.



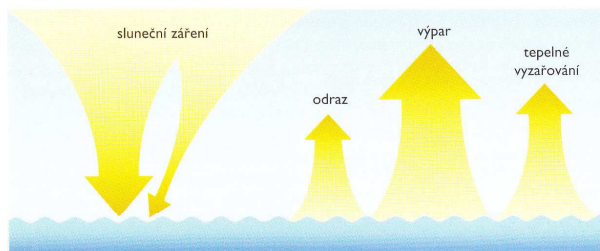
49/1 Pramen

Průměrná doba setrvání molekuly vody v zásobách

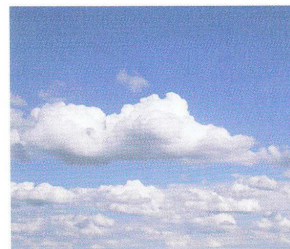
voda v atmosféře	9 dní
voda v řekách	10 až 60 dní
voda v biomase	několik týdnů
voda v půdě	2 až 50 týdnů
voda v jezerech	10 let
podzemní voda	10 až 300 let
voda v oceánech	50 až 3 000 let
ledovce	12 000 až 15 000 let

Intenzivní výměna energie probíhá v zóně kontaktu mezi oceány a atmosférou. Oceány získávají energii především slunečním zářením, mořskými proudy, kondenzací vodní páry a přeměnou pohybové energie na teplo. Tepelné ztráty vznikají odrazem slunečního záření, výdejem tepla do atmosféry, vypařováním a mořskými proudy (obrázek č. 49/2). Nejdůležitějším jevem souvisejícím s výměnou tepla je vypařování. K vypařování vody potřebné pro vznik velkého oblaku je zapotřebí tolik energie, jako vyrobí tepelná elektrárna za rok. Oceány odevzdávají vypařováním asi 63 % tepelné energie přijaté zářením. Tato energie se při kondenzaci vodní páry v atmosféře opět uvolní, a to nad chladnějším oceánem nebo pevninou. Tímto způsobem dochází k přenosu energie na Zemi.

Vedení tepla ve vodě probíhá molekulárním pohybem. Molekuly bohatší na energii odevzdávají svoji energii na jiných místech molekulám na energii chudším.



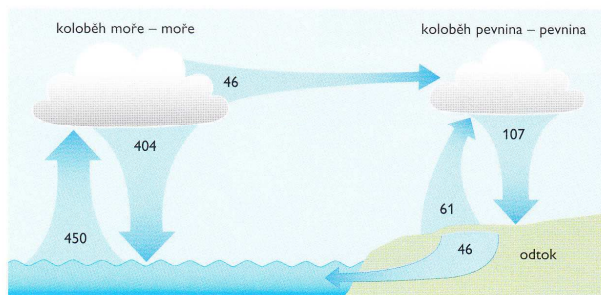
49/2 Procesy příjmu a výdeje tepla mezi oceánem a atmosférou



49/3 Oblaka obsahují vodní páru.

Protože má ovšem voda velmi nízkou tepelnou vodivost, probíhá přenos tepla především cirkulací vody v oceánech. Značné množství tepla přenášejí mohutné mořské proudy. Například Golský proud přináší teplou vodu z Mexického zálivu až na pobřeží severní Evropy, kam zasahuje jako Severoatlantský proud. Toto obrovské množství tepelné energie přenášené atmosférou na pevninu způsobuje, že je v severní Evropě teplota o 5 °C vyšší než odpovídá této zeměpisné šířce. Jen proto je v těchto oblastech možné provozovat zemědělství. Na pevnině se sluneční záření z větší části přeměňuje na teplo (je totiž menší vypařování), takže dochází k výraznějšímu zvýšení teploty půdy a vzduchu než nad oceány. Pokud ale nedochází k přísunu energie (v noci) nebo je přísun nízký (zima), pevnina se rychle ochlazuje. Voda vydává naopak teplo jen pomalu (obrázek č. 50/1). Proto jsou prakticky všechny velké vodní plochy, obzvláště moře a oceány, „výtopnými zařízeními“ sousedních oblastí pevniny i vzduchových vrstev nad nimi. To je také důvodem existence rozdílu mezi mírným přímořským podnebím a kontinentálním podnebím s velkými teplotními výkyvy. 1 m³ vody může při ochlazení o 1 °C ohřát více než 3 000krát větší hmotnost vzduchu o 1 °C.

Pro ohřev 1 m³ vzduchu o 1 °C je zapotřebí 1,3 kJ. Kondenzuje-li při 0 °C 1 litr srážkové vody z vodní páry, uvolní se 2 512 kJ, tím lze ohřát asi 1 900 m³ vzduchu o 1 °C. I zmrzlá voda vydává teplo. Tohoto procesu se využívá k zabránění vzniku škod způsobených mrazem na květech ovocných stromů. Když se květy postříkají vodou, zmrznou a uvolněné teplo je chrání v chladných nocích před mrazem (obrázek č. 50/3). Díky cirkulaci v atmosféře sahá vliv mírného přímořského podnebí i dále na pevninu, například částečně do střední Evropy. Mírné zimy tu jsou důsledkem pronikání hmot oceánského vzduchu nad kontinenty. V létě přináší oceánské vzduchové hmoty na pevninu chladnější počasí. S oceánskými vzduchovými hmotami přichází také oblačnost a srážky (obrázek č. 50/2).

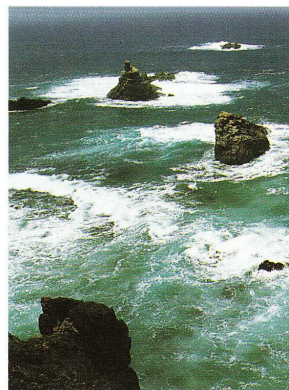


50/2 Oceán je nejdůležitějším zdrojem vody pro atmosféru (údaje v 1 000 km³ za rok).

Využití vody

Pitná voda. Pitná voda má být bezbarvá, čirá, studená, bez zápachu a chuťově nezávadná. Zdrojem pitné vody je v našich podmínkách podzemní voda (asi 44 % zdrojů) nebo povrchová voda.

Úprava pitné vody. Používají-li se k získávání pitné vody povrchové zdroje, je třeba vodu důkladně upravit. Jednou z možností je, že se voda čerpá přes pískové filtry, nechá se vsakovat a tak se stává podzemní vodou. Uměle tak vzniká zdroj podzemní vody.



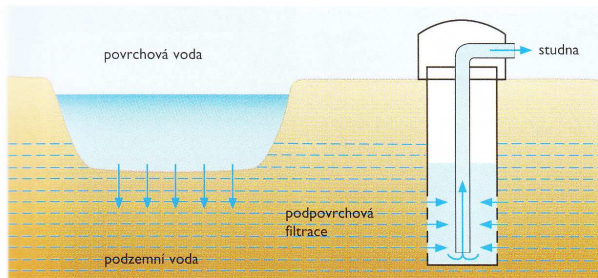
50/1 Mořská voda může akumulovat velmi mnoho tepla.



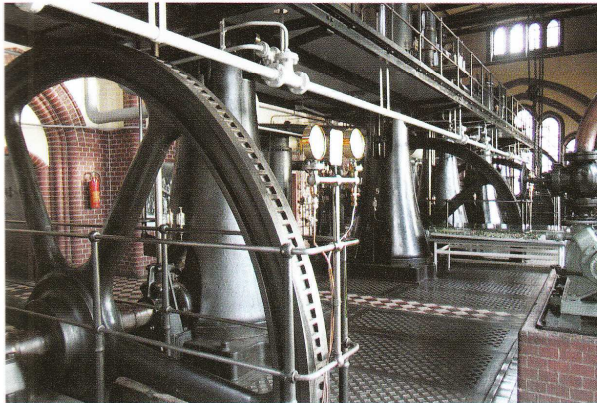
50/3 Květy ovocných stromů lze chránit před mrazem tím, že se postříkají vodou.

Podíl podzemních vod na zdrojích pitné vody

Česká republika	44 %
Francie	56 %
Německo	72 %
Itálie	80 %
Dánsko	99 %



51/1 Získávání filtrátu z povrchové vody (schéma)



51/2 Historické zařízení staré vodárny



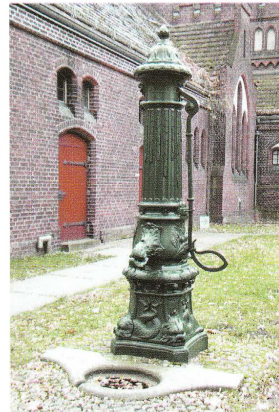
51/3 Čištění „odpadní vody“

V blízkosti břehů vodních toků lze také vyvrtat čerpací studně. Do nich teče voda z řeky podpovrchovou cestou (obrázek č. 51/1), vzniká tak filtrovaná voda. Trvá-li průchod vody nejméně 5 dní, má filtrát kvalitu podzemní vody.

V obou případech se při podpovrchové filtraci zadržují větší nerozpuštěné částice, na povrchu pískových a pŕdních zrn se vážou rozpuštěné látky (pokus č. 10, obrázek č. 51/3) a pŕdní organismy rozkládají organické látky. Napodobuje se přirozená tvorba podzemní vody.

Podzemní voda se čerpá hlubokými studnami a potom se ve vodárnách dále upravuje, aby splňovala zákonné požadavky na kvalitu pitné vody. Voda se obohacuje kyslíkem. Rozpuštěné sloučeniny železa a manganu se vložkují. Poté se voda filtruje v rychlofiltračních zařízeních ze štěrkopísku, aby se zadržely vyvločkové látky.

Je-li surová voda silněji znečištěna, musí z ní být odstraněny obsažené látky, především různé organické sloučeniny. To se provádí pomocí ozonu (O_3). Ten oxiduje jak anorganické, tak organické látky, jež se vložkují a poté se zase odstraňují. Kromě toho ozon usmrcuje bakterie. Filtrace pomocí aktivního uhlí je neúčinnější formou, jak odstranit z vody škodlivé látky, například uhlovodíky, halogenderiváty uhlovodíků a pesticidy. Díky velkému vnitřnímu povrchu aktivního uhlí se tyto látky adsorbují (pokus č. 11).



51/4 Stará litinová vodní pumpa

Kromě toho se odstraňují látky vytvářející nežádoucí pachové a chutové vlastnosti. V neposlední řadě je třeba rovněž zabezpečit, aby v pitné vodě nebyly obsaženy žádné bakterie. Proto se pitná voda chloruje nebo ozařuje ultrafialovým světlem. Pitná voda se uchovává v nádržích, vodojemech, odkud se čerpá pro naši potřebu. Mimořádný význam má také obsah dusičnanů. Povolená mezní hodnota činí 50 mg/l, u kojenecké vody 15 mg/l. Je-li v surové vodě obsaženo více dusičnanů, odstraňují se měničem iontů nebo se biologicky odbourávají. K tomu se používají určité bakterie, které jsou schopné postupně redukovat dusičnany na plynný dusík.

Ve studniční vodě může být někdy obsah dusičnanů vyšší. Neměla by se pak používat pro výživu kojenců a malých dětí. Dusičnany mohou být v těle přeměňovány pomocí enzymů a bakterií na dusitany. Ty reagují s červeným krevním barvivem (hemoglobinem) a zabraňují tak příjmu a přenosu kyslíku. Dochází k takzvané cyanóze. V těle dospělého člověka se tvoří enzymy, které uvolňují vazbu dusitanů a hemoglobinu. Organismus dítěte však jimi vybaven není.

Dusitan může ale také tvořit s aminy, pocházejícími z masa, ryb, sýra nebo zeleniny (aminy vznikají při trávení), nitrosaminy, které jsou karcinogenní.

Území s bohatým výskytem kvalitní vody jsou označena jako chráněné oblasti přirozené akumulace povrchových vod nebo podzemních vod. Jednotlivé vodní zdroje pak mají svoje ochranná pásma (viz obrázek č. 52/1). V těchto oblastech jsou zakázány veškeré činnosti, které ohrožují vodohospodářské zájmy.

Spotřeba pitné vody. V ČR činí průměrná spotřeba vody na osobu a den asi 163 litrů (r. 2003). Po výrazném poklesu spotřeby v 90. letech 20. století je dnes spotřeba stabilizovaná. Protože je úprava povrchové vody nákladná a zásoby podzemní vody omezené, je nezbytné s vodou zacházet šetrně. Možností úspor je nespočet, například sprchování místo koupání, úsporné splachování toalet, využití plné kapacity myček nádobí a praček atd.

Užitková voda. Voda se spotřebovává v průmyslu, energetice a v zemědělství ve velkém množství. V ekonomicky vyspělých zemích jsou to až stovky litrů na osobu a den.

V zemědělství se voda používá především k zavlažování polí a v chovu zvířat. Užitková voda nemusí mít kvalitu pitné vody, ale pro chov zvířat musí být zbavena choroboplodných zárodků. Na výrobu 1 kg hovězího masa (s krmivem ze zavlažovaných zelených ploch) se spotřebuje asi 20 000 l vody, na výrobu 1 kg másla 5 až 10 l.

Pro průmysl je voda surovinou, například pro získávání vodíku, čistícím prostředkem nebo rozpouštědlem. Je reakčním médiem četných chemických procesů.

Na výrobu 1 t papíru se spotřebuje asi 400 000 l vody, na 1 t oceli asi 200 000 l, na 1 kg umělé hmoty 500 l.

Voda je potřebná v energetice, zde se používá především jako chladicí voda, která se příliš neznečišťuje.

Požadavky na kvalitu užitkové vody závisí na účelu použití. Pomocí filtrování přes síto, čištění, vyvločkování a filtrace se z vody odstraňují nežádoucí rozpuštěné a nerozpuštěné látky.



52/1 Označení ochranného pásma vodního zdroje

Spotřeba vody v ČR na osobu a den

pití / vaření	4 až 6 l
mytí nádobí	10 až 20 l
koupání / sprchování	40 až 50 l
praní prádla	25 až 45 l
WC	6 až 7 l



53/1 Zemědělské zavlažovací zařízení



53/2 Chladicí věže elektrárny

Voda do kotlů se před použitím změkčuje, zpravidla pomocí měničů iontů, aby se v zařízení neusazoval vodní kámen.

Voda pro určité chemicko-analytické, farmaceutické a lékařské účely musí být velmi čistá. Destiluje se nebo se vede iontovými měniči. V potravinářském průmyslu musí mít voda kvalitu pitné vody.

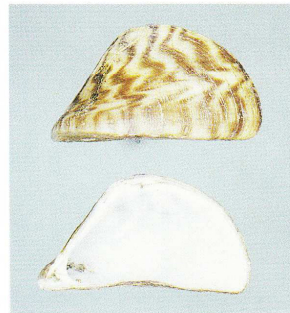
Odpadní voda. Největší část vody se nespotřebuje, nýbrž se po použití vrací jako více či méně znečištěná voda zpět do přírodního oběhu. Podle původu odpadních vod rozlišujeme komunální odpadní vody z domácností a průmyslové odpadní vody. Velký podíl odpadních vod z průmyslu činí chladicí voda. Odvádí-li se do povrchových vod, odevzdává tam své teplo. Zvýšení teploty vede ke snížení množství kyslíku ve vodě, ale také ke zvýšené rychlosti rozmnožování některých organismů (například řas).

Samočištění vod. Tekoucí a stojaté vody se umějí s určitým množstvím znečištění vyrovnat samy (obrázek č. 54/1-2). V tekoucích vodách je díky proudění a tvorbě vírů zpravidla dostatek kyslíku. Nejruznější organismy se živí organickými a anorganickými látkami a přitom je rozkládají. Houby a bakterie rozkládají bílkoviny, tuky a sacharidy (cukry). Nálevníci se živí organickými látkami a bakteriemi. Mlži filtrují na dně jemné organické splaveniny z vody, rostliny přijímají anorganické látky jako soli fosforu, síry a dusíku. V jezerech probíhá proces samočištění především v mělkých pobřežních zónách bohatých na rostliny. Bakterie a houby zde rozkládají organické látky, vznikající anorganické látky přijímají rostliny. Plíže a larvy hmyzu seškrabávají nárosty z kamenů, živočišný plankton filtruje vodu a tím ji čistí, stejně tak mlži. Žije-li na 1 m² dna 100 sláviček, mohou vyčistit za 100 hodin 10 m vysoký vodní sloupec. Vodní ptáci odebírají z vody 10 % letní biomasy.

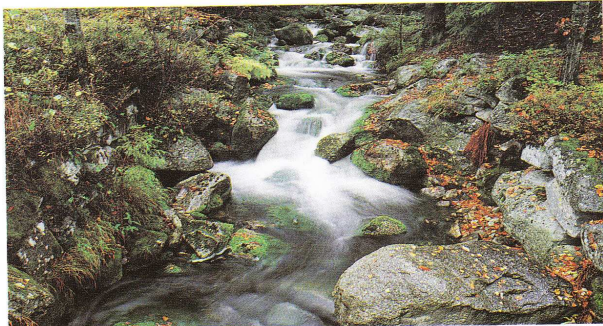
U všech těchto procesů je vždy rozhodující obsah kyslíku ve vodě. Dojde-li k nedostatku kyslíku, nastupují hnilobné bakterie, které nepotřebují žádný kyslík. Biologické aerobní samočištění ustává a začíná anaerobní rozklad. Je tomu tak vždy, když se do vody dostane více znečišťujících látek než lze odstranit biologickým odbouráním za přítomnosti kyslíku.



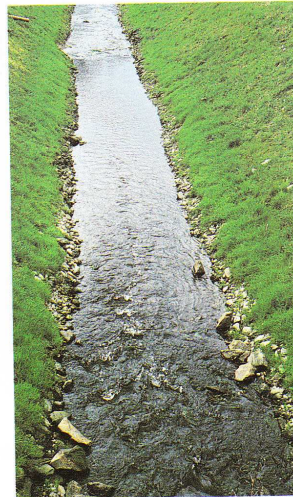
53/3 Škodlivé zbytky pracích prostředků (například tenzidy) se dostávají do okolí s odpadními vodami z domácností.



53/4 Slávičky mnohotvárně filtrují vodu.



54/1–2 Nenapříměný přírodní potok (vlevo) má větší samočisticí schopnost než napříměný tok se zpevněnými břehy a vyrovnaným umělým dnem (vpravo).

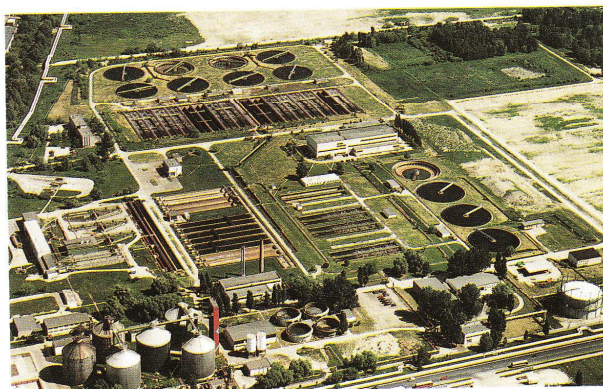


I jedovaté (toxické) látky přetěžují biologické samočištění, protože poškozují organismy (pokus č. 12). Další látky, jako například těžké kovy (obrázek č. 54/3), nelze biologicky odbourat, hromadí se v usazeninách a v organismech a předávají se do potravních řetězců.

Samočištění tekoucích vod probíhá až 100krát rychleji než v případě stojatých vod, protože pohybující se voda obsahuje více kyslíku a protože biologické nárosty odstraňují znečištění z vody velmi intenzivně.

Čištění odpadní vody. Obrovské množství odpadní vody, které každodenně vzniká, přesahuje samočisticí schopnost vod. Proto se musí odpadní vody zbavovat nežádoucích příměsí v čistírnách odpadních vod (obrázek č. 54/4, 55/1).

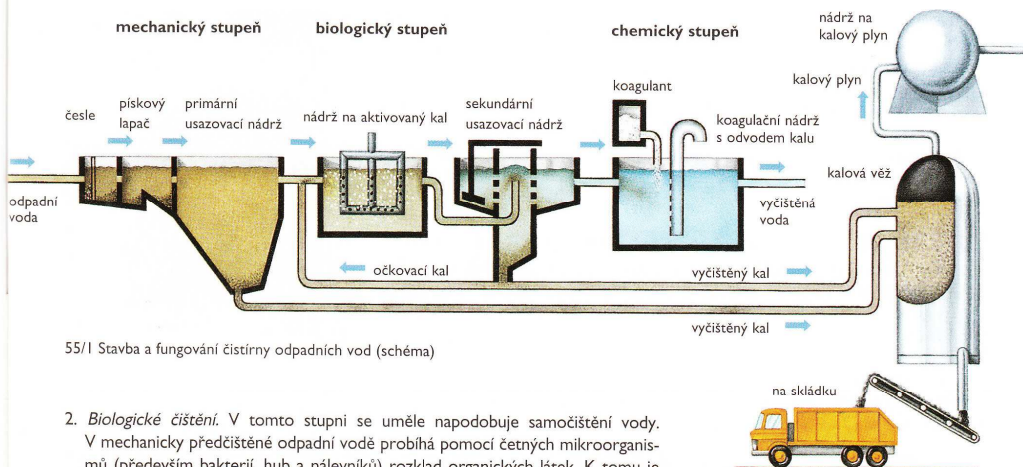
I. **Mechanické čištění:** česle zadržují hrubé nečistoty, jako papír, plasty aj. (pokus č. 13). Pomocí pískového lapače, ve kterém voda protéká velmi pomalu, se usazují hrubé minerální složky (pokus č. 14). V odlučovací splavenině se odstraňují především tuky a oleje. Nakonec se voda dostává do primární usazovací nádrže, v níž se usazují jemné splaveniny. Mechanickým čištěním se z odpadní vody odstraní asi 30 % nečistot (pokus č. 15).



54/4 Čistírna odpadních vod



54/3 Nikl-kadmiové články obsahují jedovaté těžké kovy. Patří do nebezpečného odpadu.



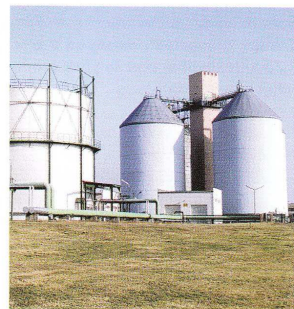
55/1 Stavba a fungování čistírny odpadních vod (schéma)

2. **Biologické čištění.** V tomto stupni se uměle napodobuje samočištění vody. V mechanicky předčištěné odpadní vodě probíhá pomocí četných mikroorganismů (především bakterií, hub a nálevníků) rozklad organických látek. K tomu je zapotřebí mnoho kyslíku. Biologické čištění se provádí různými způsoby. Při využívání aktivovaného kalu se odpadní voda přivádí do tzv. aktivčních nádrží, které jsou hladinovým rotorem intenzivně provzdušňovány probubláváním nebo mícháním. Při metodě s biologickým filtrem je odpadní vodou skrácen povrch náplně ve vysokých válcovitých kolonách. Voda pomalu protéká náplní biofiltru, kterou tvoří například drobný štěrček. Na jednotlivých kamínkách štěrku se nachází nárost, tzv. „biofilm“, tvořený bohatým společenstvem organismů, které znečištění rozkládají. Podobné procesy se uplatňují v tzv. kořenových čistírnách, kde se kromě principu biofiltru uplatňuje také schopnost bahenních rostlin, například rákosu, provzdušňovat půdu. Odpadní voda se vede do velkých porostů a tam se v kořenové zóně biologicky čistí. Biologickým čištěním se z odpadní vody odstraní 90 % odbouratelných látek (pokus č. 16).
3. **Chemické čištění.** Biologicky vyčištěná voda obsahuje ještě například sloučeniny těžkých kovů, fosforečnany a dusičnany. Protože tyto látky poškozují vodní ekosystémy a sloučeniny dusíku a fosforu způsobují např. eutrofizaci vod, musí být z odpadní vody odstraněny. Ve flokulačních nádržích se pro odstranění fosforečnanů přidávají sloučeniny železa nebo hliníku, které na sebe fosforečnany vážou a tvoří málo rozpustné sloučeniny (pokus č. 17). Neutralizací – nastavením hodnoty pH na 6 až 8,5 – lze odstranit část sloučenin těžkých kovů. Dusičnany se však chemickým čištěním neodstraní, musí se využívat zvláštního typu biologického čištění. Obsahuje-li kal mnoho sloučenin těžkých kovů, nelze jej použít v zahradnictví ani zemědělství. Abychom využili jeho energii, lze jej po částečném zahuštění dopravovat do kalových věží (obrázek č. 55/3), kde dochází pomocí anaerobních bakterií k metanovému kvašení. Vzniká kalový plyn (bioplyn), který se skládá ze 70 % metanu a 30 % oxidu uhličitého. Vyčištěný kalový plyn lze použít v plynových motorech a vytápěcích zařízeních. Kal se ale také odvodňuje, vzniklý hustý kal se spaluje ve spalovacích odpadu nebo se skládá na skládkách. Jedovaté látky z průmyslu se odstraňují ve speciálních továrních čistících zařízeních.

Ochrana vod. Kvalita vody, obzvláště v tekoucích vodách, se v uplynulých letech značně zlepšila. Hlavní toky až na výjimky dosahují třetí jakostní třídy vod. Labe, jeden z největších toků ve střední Evropě, mělo v posledních desetiletích špatnou jakost vody. Díky národnímu i mezinárodnímu úsilí se kvalita vody značně zlepšila.



55/2 Porosty rákosu čistí vodu v kořenových čistírnách.



55/3 Kalové věže k získávání kalového plynu

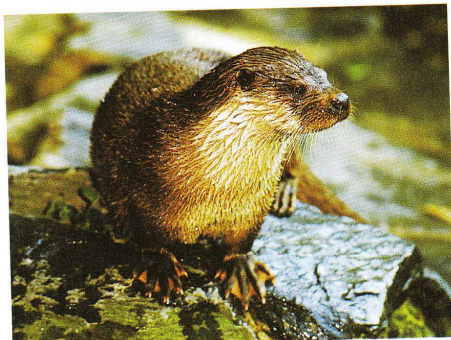
V devadesátých letech 20. století došlo v ČR k výraznému omezení znečištění z velkých průmyslových a komunálních zdrojů a také ze zemědělství. Pozitivní vývoj jakosti vody souvisí s výstavbou a modernizací čistíren, s technickými inovacemi průmyslového čištění odpadních vod a zastavením některých provozů a se snížením intenzity zemědělského hospodaření. Dosud však přetrvává znečištění původem z drobných zdrojů a ze zemědělských ploch, které zatěžuje především menší vodní toky. Zatímco v některých ukazatelích došlo k velmi výraznému zlepšení (BSK₅, amoniakální dusík), u jiných parametrů se zlepšení projevilo jen částečné (celkový fosfor, dusičnanový dusík).

I přes částečné napřimění a hrazení našich toků zůstaly v některých úsecích zachovány ekosystémy blízké přírodě. Jsou oblastí výskytu mnoha rostlinných a živočišných druhů, například bobrů a vyder (obrázek č. 56/1-2). Kromě toho slouží nivy velkých řek jako důležitá orientační linie pro tahy ptáků. Protože jsou tato prostředí velmi citlivá, jsou říční nivy doporučovány k ochraně (obrázek č. 56/3).

V pomalu tekoucích vodách a vodních nádržích stále dochází k hromadnému rozvoji řas, ačkoli přísun živin značně poklesl. Jednou z příčin je, že v sedimentech na dně vod se nacházejí sražené minerální soli, které se znovu rozpouštějí a podporují hromadné množení řas.



56/1 Bobr evropský



56/2 Vydry říční jsou díky zničení jejich životního prostředí vážně ohroženy.



56/3 V Národním parku Podjívka

Sanace vod. „Léčivé kúry“ eutrofizovaných jezer jsou možné, ale velmi drahé.

Z našich dosavadních vědomostí o procesech ve vodě lze vyvodit tyto možnosti:

- Zavádění kyslíku, čímž se posílí procesy mineralizace a sníží se vyhnívání.
- Koagulace fosforečnanů. Tím se stanou fosforečnany faktorem omezujícím růst řas (zákon minima).
- Odstranění sedimentů, ze kterých se opakovaně uvolňují rozpouštějící se látky (fosforečnany).
- Zásahy do struktury vodních ekosystémů, tzv. biomanipulace. Obvykle se jedná o posílení úlohy vodních rostlin oproti planktonu (mělké nádrže a rybníky) nebo o snížení početnosti planktonožravých ryb, které urychlují koloběh fosforu (vodárenské nádrže).

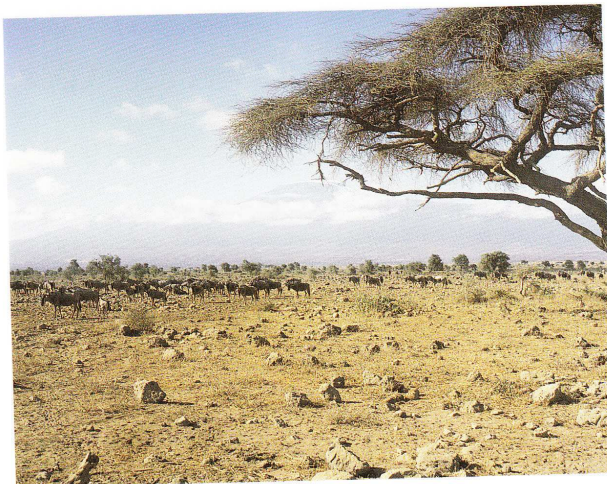
I zde platí pravidlo: raději předcházet eutrofizaci než napravovat následky.

Opatření ke zlepšení kvality vody by měli podpořit i žáci.

Příspěvkem by mohlo být převzetí patronátů nad vodními toky a nádržemi v blízkosti školy nebo bydliště (například odstraňování odpadu).

Protože je úprava pitné vody velmi drahá, měli bychom chránit také podzemní vodu před znečištěním. Například 1 l minerálního oleje může zničit 1 milion litrů vody (pokus č. 18, obrázek č. 57/2).

Přibývající zástavba a zabírání půdy stavbou silnic vedou ke snižování zásob podzemní vody, protože dešťová voda odtéká a nevsakuje se do půdy (pokus č. 19).



57/1 Africká savana v období sucha

Voda – globální problém. Lidé potřebují velké množství vody a navíc počet obyvatel roste. Z toho vyplývá, že se množství vody, které je v celém světě k dispozici na jednoho obyvatele, snížilo od roku 1970 o jednu třetinu. Stoupající znečištění povrchové a podzemní vody je alarmující. V rozvojových zemích je většina lidí odkázána na zásobování pitnou vodou z nedostatečně chráněných zdrojů. V případě jejich znečištění dochází k přímému ohrožení zdraví obyvatel. V určitých oblastech (například v Africe) se suché oblasti neustále rozšiřují (obrázek č. 57/1).

Okolo 1,2 miliardy lidí nemá přístup k čisté pitné vodě. Asi 25 000 lidí umírá denně na infekce, které jsou způsobeny pitím závadné vody.

Ve více než 80 rozvojových zemích, ve kterých žije asi 40 % světové populace, jsou vážné problémy s nedostatkem pitné vody nebo s pitnou vodou ohrožující život.

Většina nemocí v těchto zemích je způsobena požitím závadné vody. Mnoho velkoměst světa (např. v USA, v Číně) trpí v létě nedostatkem pitné vody.

Vědci předpovídají, že cena vody v budoucnosti poroste. Bez vody však budoucnost neexistuje.

Proto musíme všichni přispět k tomu, abychom tak drahocennou tekutinu chránili před znečištěním a neplýtvali s ní.



57/2 Ochrana zdroje pitné vody pomocí zákazu vjezdu pro vozidla s nákladem ohrožujícím vodu.

Spotřeba vody na obyvatele a rok v různých zemích

USA	asi 2 200 m ³
Austrálie	asi 1 300 m ³
ČR	asi 750 m ³
SRN	asi 650 m ³
Indie	asi 600 m ³
Alžírsko	asi 150 m ³
Ghana	asi 50 m ³
Uganda	asi 30 m ³

Koloběh vody

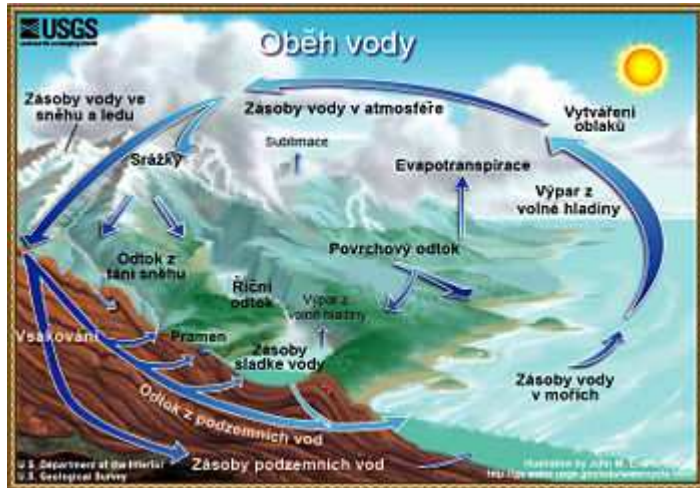


Schéma koloběhu vody

Koloběh vody (hydrologický cyklus) je stálý oběh povrchové a podzemní vody na Zemi, doprovázený změnami skupenství.

Sluneční energie

K oběhu dochází účinkem sluneční energie a zemské gravitace. Voda se vypařuje z oceánů, vodních toků a nádrží, ze zemského povrchu (výpar, evaporace) a z rostlin (transpirace). Po kondenzaci páry dopadá jako srážky na zemský povrch zejména ve formě deště a sněhu. Zde se část vody hromadí a odtéká jako povrchová voda či se vypařuje nebo vsakuje pod zemský povrch a vytváří podzemní vodu (infiltrace). Podzemní voda po určité době znovu vystupuje na povrch ve formě pozvolného podzemního odtoku pramenů (drenáž podzemní vody).

Koloběh vody

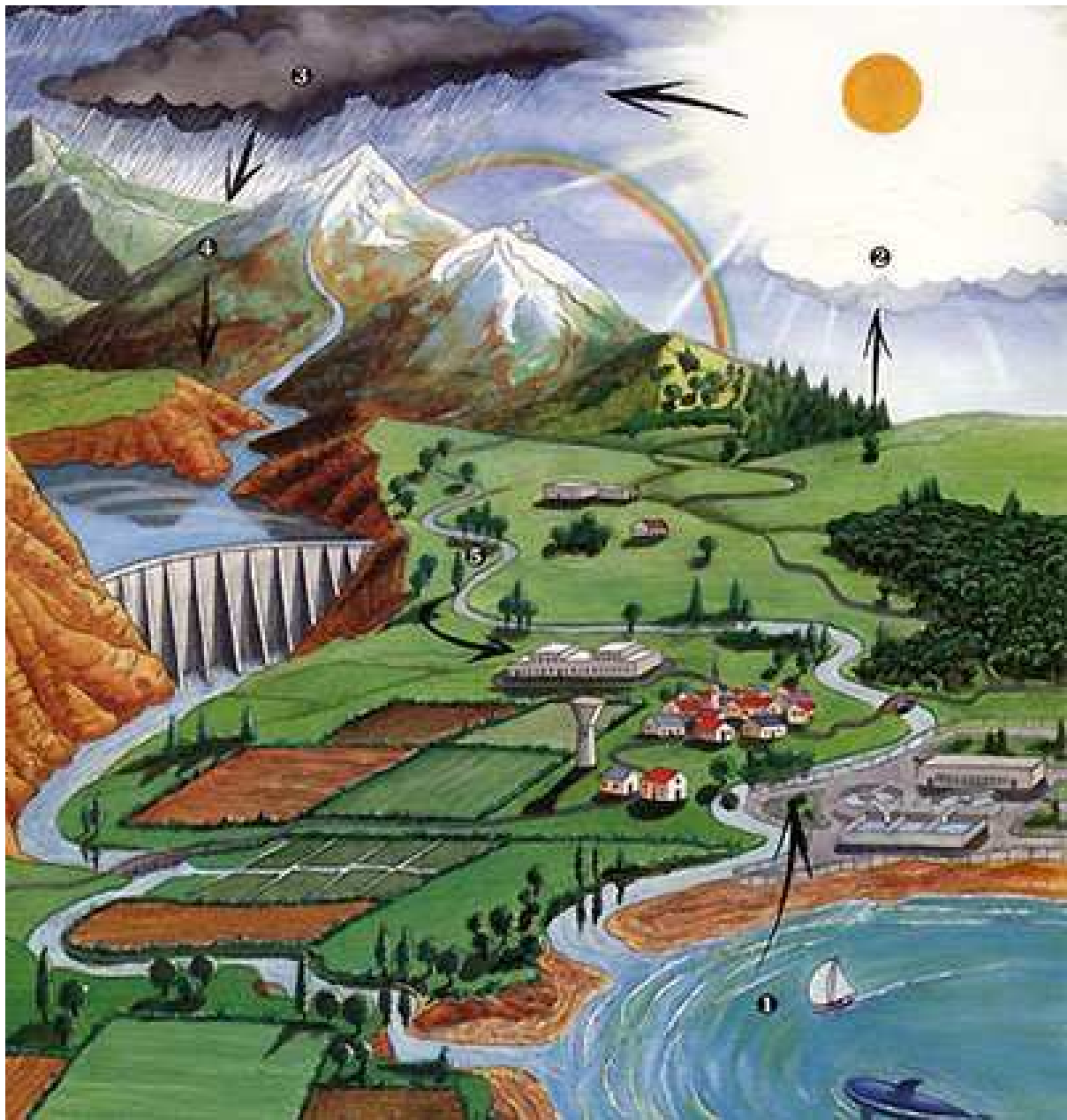
Zdá se, že se v jezerech vyskytuje pouze voda stojatá, ve skutečnosti však cirkuluje a neustále se obměňuje. Dešťová, říční a voda z potoků vtéká do jezer a zase je opouští prostřednictvím řek, potoků a podzemních vod. Běžně je objem přítékající a odtékající vody v rovnováze.

To vysvětluje, proč se zdá, že vodní hladina je stále na stejné úrovni. Plocha oceánů tvoří 70,8 %, pevnina 29,2 %. Nejvíce vody tedy najdeme v oceánech. Jak se tedy dostala i vysoko do hor?

Slunce ohřívá vodu v mořích a způsobuje tak její vypařování. Pára stoupá a v určité výšce vytváří mraky, které se pohybují v atmosféře.

Tato voda zkondenzuje a padá k zemi jako déšť, nejčastěji v horách a vyšších polohách, v jezerech nebo vytváří potoky a řeky, které vtékají zpět do moře. Tímto způsobem se do moří a oceánů dostávají soli obsažené v půdě. Toto nazýváme koloběh vody.

Koloběh vody v přírodě



1. vypařování > 2. kondenzace > 3. srážení > 4. déšť, prosakování > 5. vodní toky > a opět vypařování...

Tento koloběh se stále opakuje, pomáhá obnovovat podzemní zdroje sladké vody. Většina této vody vzniká vypařováním moří a oceánů a vrací se v podobě dešťů, sněhu nebo krup.

Příloha – číslo- 3- úkoly a otázky pro samostatnou práci žáků – Dalton- 5. den:

1) Koloběh vody- věty si opiš na papír a doplň:

- Voda, která stoupá jako pára vzhůru k obloze tvoří , ze kterých opět v podobě nebo padá dolů na zemský povrch.
- Voda po povrchu stéká a část vody se do půdy.
- Voda oceánů tvoří přibližně % a pevnina tvoří přibližně % zemského povrchu.

2) Vypiš fáze koloběhu vody:

- 1. vypařování
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

3) Nakresli jednoduchý nákres koloběhu vody: