



PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS

Project title:

Environment for the Future by Scientific Education

Partner name:

Pavol Jozef Šafárik University in Košice

Uzhhorod National University

Institute of Development of Carpathian Region

EU Contribution:

364 099, 41€



OBSAH

1. Predslov	3
2. Vodstvo regiónu Zemplín a Zakarpatsko	4
2.1 Vodné toky v regióne Zemplín	4
2.2. Potreba ochrany vodných tokov	5
3. Čo predchádza práci v teréne?	8
3.1 Bezpečná práca v teréne	8
3.2 Základné pojmy a terminológia	10
4. Zisťovanie stavu životného prostredia vo vodách a v ich blízkosti.....	13
4.1 Čo viem o lokalite, ktorú budeme skúmať.....	13
Vedecký zápisník.....	13
4.2 Určovanie kvality vody.....	17
Vedecký zápisník.....	17
4.3 Našli sme obojživelníky. Čo vieme o nich zistiť?	24
Vedecký zápisník.....	24
4.4 Našli sme ryby a iné stavovce. O aké druhy ide?	34
Vedecký zápisník.....	34
4.5 Našli sme bezstavovce. O aké druhy ide?.....	48
Vedecký zápisník.....	48
4.6 Aké sinice a riasy rastú v okolí vodných tokov a plôch?.....	57
Vedecký zápisník.....	57
4.7 Našli sme lišajníky. Čo nám hovorí ich prítomnosť o životnom prostredí?.....	73
Vedecký zápisník.....	74
4.8 Určovanie kvality vody – mikrobiologická analýza	85
Časť A - „Odber vzorky pre mikrobiologickú analýzu“.....	85
Časť B - „Analýza odobratej vzorky - stanovenie počtu mikroorganizmov	89

1. Predslov

Vzdelávajme sa v témach súvisiacich so životným prostredím. Kdekoľvek žijeme naše konanie ovplyvňuje jeho stav. Najviac si uvedomíme zákonitosti prírody a to ako ich svojou činnosťou ovplyvňujeme ak ich budeme pozorovať z bezprostrednej blízkosti. Aký je stav životného prostredia v mieste kde bývame a žijeme, by malo byť predmetom nášho záujmu a mali by sme sa aktívne angažovať vo výzve zlepšiť životné podmienky v súčasnosti pre nás, no zároveň aj pre ďalšie generácie v budúcnosti.

Aktuálnou témou vo svete je udržateľný rozvoj. Toto slovné spojenie možno vnímaš cez masovokomunikačné prostriedky, ale vieš čo znamená? Veľmi zjednodušene by sme mohli chápať udržateľný rozvoj ako snahu udržať prírodné zdroje a životné prostredie tak, aby budúce generácie mohli uspokojiť svoje potreby, teda aby „mali kde žiť a z čoho žiť“. V súvislosti s tým, môžeme zamerať našu pozornosť a následne orientovať aktivity na rôzne oblasti života. Je ťažko predstaviteľné vyžadovať, aby človek pri každodennej činnosti hodnotil, či jeho konanie neovplyvňuje negatívne životný priestor ďalších generácií. Na druhej strane, práve po takomto prístupe volá naša planéta.

Projekt EFFUSE – „Environment for the future by scientific education“ znamená v preklade „Vedeckým vzdelávaním k životnému prostrediu budúcnosti“. Zapojením sa do tohto cezhraničného Slovensko – Ukrajinského projektu získaš prehľad o stave životného prostredia v okolí povodia rieky Laborec a Uh a spoznáš charakter práce vedcov v oblasti botaniky, zoológie a mikrobiológie. Vyskúšaš si prácu s reálnymi vzorkami v teréne. Naučíš sa rôzne pracovné postupy ako sledovať a zdokumentovať prítomnosť organizmov vo vodnom toku a v jeho okolí. Zapojíš sa do procesu tvorby virtuálneho laboratória, ktoré bude odrazom toho v akom stave je vodný ekosystém rieky Laborec v blízkosti mesta Strážske a rieky Uh na Ukrajine..



Je pred tebou výzva naučiť sa niečo nové, nadchnúť sa pre dobrú vec a motivovať k tomu aj ostatných v tvojom okolí. Tvoj záujem spolu so schopnosťami riešiť problémy, ktoré nadobudneš, budú prvým krokom k lepšej budúcnosti pre nasledujúcu generáciu.

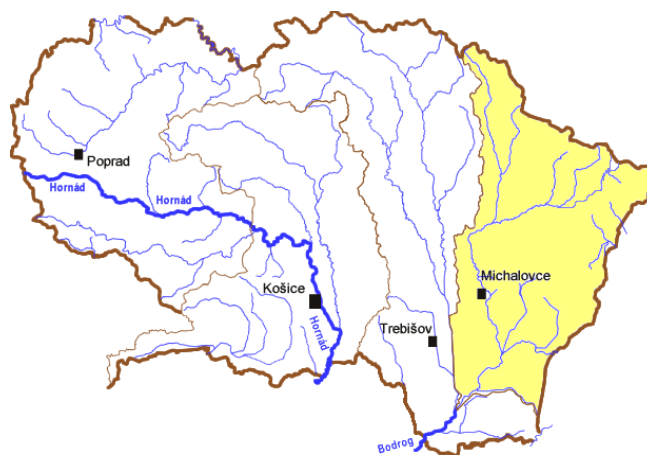
2. Vodstvo regiónu Zemplín a Zakarpatsko

2.1 Vodné toky v regióne Zemplín

V tejto kapitole sa dozvieš základné informácie o vodných tokoch, ktoré môžeš svojou činnosťou v budúcnosti pozitívne ovplyvniť aj ty.

Z hľadiska hydrogeografických charakteristík patrí územie regiónu Zemplín k úmoriu Čierneho mora, zbernej oblasti rieky Tisa so sústavou rieky Bodrog. Predstavuje zložitý riečny systém, ktorý tvoria štyri hlavné rieky - **Latorica, Laborec, Uh a Ondava**, vzájomne sa stretávajúce na malom priestore.

Rieka Laborec sa označuje aj ako symbol regiónu Zemplín. Pramení v Laboreckej vrchovine nad obcou Čertižné v okrese Medzilaborce v nadmorskej výške 710 m. n. m., jej dĺžka je 132,5 km. Laborecká vrchovina je rozsiahle pohorie budované tret'ohornými horninami vonkajšieho flyša, prevažne ílovcami a pieskvcami. Povrch Laboreckej vrchoviny pokrývajú prevažne listnaté lesy, v ktorých dominuje buk. Na odlesnených plochách v dolinách a kotlinách sa nachádzajú lúky, pasienky a oráčiny.



Laborec má významnejšie ľavostranné prítoky. V Laboreckej vrchovine pri Medzilaborciach do Laborca ústia riečky Vydranka a Borov. Postupne príberá ďalšie ľavostranné prítoky: **Výravu** (značne rozšírené koryto bolo umelo prehradené a bola tam vybudovaná malá vodná elektrárňa), **Udavu** (v pramennej oblasti rieky sa nachádza Prírodná rezervácia Udava) a **Cirochu** (na hornom toku je vybudovaná vodná nádrž Starina). Východne od Humenného sa Cirocha vlieva do Laborca a spolu vytvárajú vejárovitú riečnu sieť. Laborec ďalej preteká zastavaným územím mesta Humenné, kde sú vybudované ochranné hrádze. Postupne obteká pohorie Vihorlat a Brekovskou bránou prechádza do Východoslovenskej nížiny, celku Východoslovenská pahorkatina, kde zmierňuje svoj sklon. Rieka Laborec svojou činnosťou nahromadila na poklesávajúcom území **usadeniny štrkov, pieskov a kalových nánosov**, vytvoriac nivu, rozprestierajúcu sa pozdĺž toku až k Michalovciam.

Laborec preteká okrajom mesta Strážske, ktoré je predmetom záujmu nášho projektu. V minulosti bol v katastri mesta, v časti Krivošťaň, chránený areál Lužný les pri Laborci. V roku 2006 bol zo zoznamu chránených území vyradený. Úprava vodného toku bola na tomto území realizovaná v areáli závodu Chemko, na cestnom moste so stavidlom cez rieku Laborec, pri ktorom bola nedávno vybudovaná malá vodná elektrárňa. V súčasnosti prebieha pri Laborci ťažba štrkov a pieskov pre stavebné účely.

Ďalší významnejší vodný tok v katastri mesta Strážske predstavuje potok **Duša**. Tvorí najvýraznejší pravostranný prítok Laborca s dĺžkou 41,1 km. Pramení juhozápadne od Strážskeho, smerom na bývalý majer Pláne. Povodie Duše má pretiahnutý tvar a je paralelné s tokom Laborca. Horná časť potoka bola pred Michalovcami presmerovaná do rieky Laborec a dolná časť slúži na odvedenie vnútorných vôd, čím sa zamedzilo opakovaným záplavám.

Východne od Hudcoviec, na svahoch kopca Čubok pramení **Strážsky potok** (pozri voda.oma.sk/strazsky-potok) Preteká katastrálnym územím mesta cez areál chemického podniku Chemko Strážske a popri železnici obteká mesto. Za obcou Voľa sa rozvetvuje na viacero mŕtvych ramien. Táto periodicky zaplavovaná časť lužného lesa je dynamické a výnimočné prostredie. Voda zo Strážskeho potoka sa vlieva do Laborca severovýchodne od obce Voľa v mieste „Pod orechmi“. Na väčšine svojho toku plní funkciu odvádzania vôd z povrchového odtoku a z mestskej čističky odpadových vôd (ČOV).

Po dlhšom bezprítokovom úseku sa Laborec zlieva s veľkým ľavostranným prítokom Uhom, ktorého väčšia časť povodia sa nachádza na Zakarpatskej Ukrajine (1 613 km², čo je 61%). Má celkovú dĺžku 127 km, z toho iba 21,3 km je na území Slovenska. Pramení na Ukrajine vo Východných Karpatoch. Na územie Slovenska vstupuje južne od obce Záhor. O tejto rieke sa dozvieš viac cez tento QR kód EMZ02.



2.2. Potreba ochrany vodných tokov

Voda je základnou podmienkou života na Zemi. Z celkového množstva vody na Zemi 97,7 % tvorí slaná voda a iba 2,3 % pripadá na sladkú vodu. V kvapalnom skupenstve sa na Zemi voda vyskytuje v najväčšom množstve v podobe morí, jazier, riek a potokov nachádza sa aj v močiarioch a v pôde. Je podstatnou zložkou biosféry a má popri pôde prvoradý význam pre zabezpečenie výživy ľudstva. Je nevyhnutná aj pre rastliny a živočíchy. Slovensko je druhou krajinou na svete s najväčšou zásobou pitnej vody. To však neznamená, že si ju nemusíme chrániť.

Človek svojou hospodárskou činnosťou postupne devastuje krajinu, čo má za následok znečisťovanie povrchovej a podzemnej vody. **Regulácia vodných tokov**, odlesňovanie, vysušovanie močiarov, odstraňovanie medzí a remízok vedie k rýchlemu povrchovému odtoku vody, vzniku povodní, znižovaniu zásob podzemnej vody a vysušovaniu krajiny. Reguláciou vodného toku sa rozumie úprava jeho koryta tak, aby tiekol vytýčeným smerom, nevylietal sa z brehov a nemenil ich. Regulácia tokov znamená ich kanalizáciu t.j. narovnávanie, rozširovanie, alebo naopak zužovanie ich koryt, vyhladzovanie dna a brehov (dláždením), prípadne aj prehlbovanie dna, s cieľom kontroly prietoku a ochrany pred povodňami.

Zvýšená rýchlosť prúdenia vody prináša **zmeny vodnej bioty** a následné zníženie veľkosti populácií vodných bezstavovcov, pokles počtu druhov rýb, **narušenie homeostázy (rovnováhy) systému** a jeho **samočistiacej schopnosti**, ktorá je významná z hľadiska odstraňovania znečisťujúcich látok dostávajúcich sa do vôd z priemyselných, poľnohospodárskych a sídelných zdrojov. Čiastočné alebo úplné odstránenie prekážok na dne a brehoch, ktoré sú osobitne významné pre teritoriálne druhy rýb ako prirodzené úkryty, a pre migrujúce druhy ako neresiská a naopak výstavba stupňov, ktoré

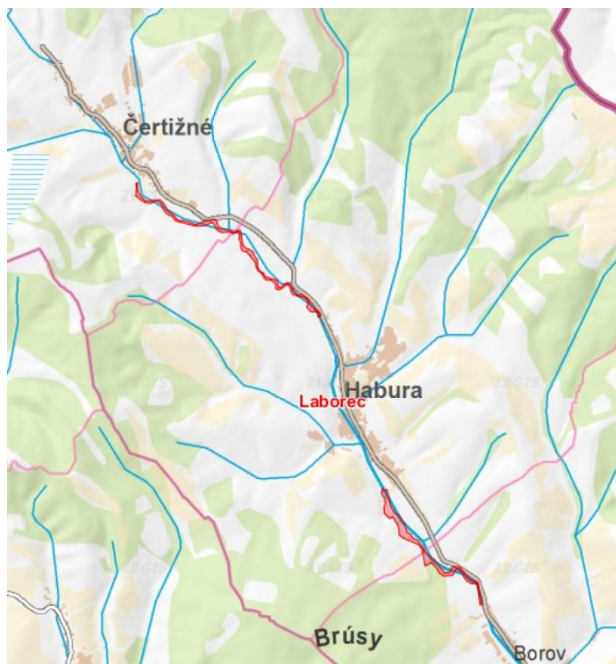
narušujú kontinuitu toku a zabraňujú prirodzenej migrácii vodných organizmov, sú ďalším z negatívnych dôsledkov regulácie vodných tokov (<http://www.sazp.sk>).

Ktoré zmeny môžu prispieť k zachovaniu alebo obnove retenčnej (zádržnej) schopnosti krajiny? Revitalizácia (znovuobnovenie) porastov pozdĺž vodných tokov, obnova mokraďových ekosystémov v krajine, revitalizácia nevhodne odvodnených území, budovanie suchých poldrov a pod. môžu výrazným spôsobom ovplyvniť žiadanú schopnosť krajiny zadržiavať vodu. Výrazne môže pomôcť aj zachovanie pôvodnej krajiny a jej **ochrana vyhlásením za chránenú oblasť**.

Na rieke Laborec bol horný tok rieky Nariadením vlády SR z dňa 14. júla 2021 s účinnosťou od 1.8.2021 vyhlásený za chránený areál

(<https://www.zakonypreludi.sk/zz/2021-292>).

Chránený areál tvorí časť rieky Laborec v jej hornom toku, v úseku od riečného kilometra 124,400, južne od obce Čertižné a pokračuje po oboch stranách toku smerom na juh po riečny kilometer 121,600, kde je hranica chráneného areálu prerušená intravilánom obce Habura a pokračuje od riečného kilometra 119,400 po oboch stranách toku južným smerom po riečny kilometer 117,500, kde hranica chráneného areálu končí severne od obce Borov. Súčasťou chráneného územia je vodný tok a porasty drevinovej brehovej a sprievodnej vegetácie lemujúce jeho koryto.



Obr. 2 Chránený areál horného toku rieky Laborec

<http://www.biomonitring.sk/InternalGeoportal/ProtectedSites/DetailSiteMap/255>

Predmetom ochrany chráneného areálu sú podľa spomínaného nariadenia vlády **biotopy európskeho významu**: jaseňovo-jelšové podhorské lužné lesy, brehové porasty deväťsilov a taktiež biotopy druhov živočíchov európskeho významu: netopier obyčajný (*Myotis myotis*),

- podkovár krpatý/podkovár malý (*Rhinolophus hipposideros*),
- bobor vodný/bobor eurázijský (*Castor fiber*),
- vydra riečna (*Lutra lutra*),
- mlok hrebatý/mlok veľký (*Triturus cristatus*),
- plž vrchovský (*Sabanejewia balcanica*),
- mrena stredomorská (*Barbus meridionalis*),
- bystruška potočná (*Carabus variolosus*),
- ohniváček veľký (*Lycaena dispar*), kobyľka Štysova (*Isophya stysi*).

Na to, aby si chránil/a prírodu vo svojom okolí, vrátane vodných tokov, ktorým sa plánujeme podrobnejšie venovať, potrebuješ poznať vodné organizmy, ktoré odrážajú stav životného prostredia, v ktorom sa nachádzajú. Základom práce ekológov, vedcov ktorý skúmajú zmeny a vzťahy prvkov prostredia, je práca v teréne. V nasledujúcich kapitolách sa dozvieš, ako postupovať pri biomonitringu (dlhodobejšom sledovaní zmien v početnosti a rozmiestnení organizmov v prostredí), ktorým sa zisťuje stav životného prostredia. Veríme, že práca vedcov - ekológov ťa osloví a možno sa

rozhodneš, že sa budeš tomuto odboru v budúcnosti tiež venovať, aby si chránil prírodu regiónu, kde žiješ so svojou rodinou a kamarátmi. Len zdravé prostredie je zárukou zdravia ľudí, ktorí v tomto prostredí žijú.

3. Čo predchádza práci v teréne?

3.1 Bezpečná práca v teréne

Milý/á mladý/á priateľ/ka!

Zapájaš sa do prieskumu prírody vo vašom okolí cestou projektu EFFUSE (Environment For the Future by Scientific Education), čo znamená vedeckým vzdelávaním k životnému prostrediu budúcnosti.

Je to veľmi užitočná a potrebná činnosť, pretože si k svojmu životnému prostrediu najbližšie, je to tvoj domov. Poznáš ho najviac a môžeš o ňom najlepšie informovať ostatných ľudí okolo seba aj vo svete.

Skôr než sa v sprievode dospelých vyberieš na prieskum miest, ktoré vybrali výskumníci Prírodovedeckej fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, preštuduj si pozorne nasledujúce informácie, ktoré sú dôležité z hľadiska bezpečnosti.

Príprava na pobyt vonku

Pôjdeš do terénu, aby si zažil/a, ale i vlastnoručne skúsil/a, ako sa tam realizuje výskum. Vedci a vedkyne, ktorí učia na vysokej škole, ťa naučia, ako sa zisťuje vplyv znečistenia na organizmy v rieke a jej okolí. Na každý pobyt v prírode sa je potrebné vopred pripraviť, aby ťa nezaskočila neočakávaná situácia.

- 1. Pozorne si vypočuj pokyny svojho učiteľa/učiteľky a riad' sa nimi.**
- 2. Povedz doma** o plánovanej záujmovej školskej aktivite. Kto tam s vami ide, kedy a kde presne pôjdete a na ako dlho.
- 3. Informuj sa o mieste, kde pôjdete.** Je veľmi užitočné vopred poznať charakter lokality, ktorú sa chystáte navštíviť. Preštuduj mapu a dostupné informácie na internete. Ako ďaleko to je, ako dlho sa pôjde pešo, či je cieľ pri ceste, alebo sa budete musieť dostať cez porast. Nie je jedno, či je terén bahnitý alebo či sa pôjde do kopca.
- 4. Zvoľ vhodné oblečenie a obuv.** Sleduj predpoveď počasia. Oblečenie na pobyt vonku má udržať telo v teple a suchu. Počasie sa môže veľmi rýchlo zmeniť, preto je dôležité sa ustrojiť na najhorší variant počasia, ktoré možno v čase plánovaného pobytu očakávať: v horúčave priehľadné, vo vlhkom počasí vode-odolné oblečenie. Pre pobyt presahujúci 1-2 hodiny je užitočné mať so sebou aj náhradné oblečenie, to môže slúžiť aj ako ďalšia vrstva pri ochladení. Do prírody patrí pevná a uzatvorená obuv, nezabudnúť na pokrývku hlavy a rezervné ponožky. Počítajte aj s možnosťou, že sa pobyt vonku môže neplánovane predĺžiť, preto nezabudnite na zabezpečenie pitného režimu a občerstvenia.
- 5. Informuj učiteľa ak:**
 - Máš alergickú reakciu na uštipnutie hmyzom alebo na peľ burín, stromov či tráv. Použi repelent a vezmi so sebou jednorazový liek, ak máš predpísaný!
 - Liečiš sa na ochorenie, ktoré vyžaduje pravidelnú dávku liekov. Nezabudni ich doma!

6. **Skontroluj pred odchodom stav batérie telefónu.** Maj v ňom dôležité telefónne čísla a kontakt na rodičov. Na veci je vhodný menší ruksak, do ktorého vojde fľaša pitnej vody alebo čaju, náhradné oblečenie a pomôcky podľa pokynov učiteľa.

Práca v teréne

Počas výskumu v prírode si súčasťou tímu. Každý člen tímu zodpovedá za správnosť zozbieraných údajov, za materiál, aj za bezpečný priebeh celej akcie dodržaním nasledujúcich zásad:

1. **Sústred' sa na úlohu.** Riešitelia projektu EFFUSE vypracovali návody, ako je potrebné postupovať, aby boli pozorovania prospešné pre výskum ekológie rieky. Nepozornosť znižuje hodnotu príspevku k výsledku vedeckého bádania a zvyšuje pravdepodobnosť nepresností.
2. **Postupuj pri odborných úkonoch podľa inštruktáže.** Inštruktáž k úlohám ako je napríklad odchytenie živočícha na pozorovanie, odber vzorky vody, použitie špeciálnej pomôcky, pripravuje a predvádza odborník. Je prirodzené, ak sa ti niečo na prvýkrát nepodarí, aj on to precvičoval, kým si osvojil potrebnú zručnosť. Pýtaj sa, ak je niečo nejasné.
3. **Dodržuj hygienu.** Ak sa na mieste vyskytnú uhynuté živočích, nedotýkaj sa ich. Ak je v pokynoch, že je potrebné použiť osobné hygienické a ochranné prostriedky (sterilizačný spray alebo gél, rukavice, rúška, okuliare, gumenu obuv a pod.) urob tak.
4. **Neopust' pracovisko.** Nikdy sa nevzd'alej z lokality sám/sama.
5. **Informuj učiteľa, ak sa prihodí niečo nečakané.** Povedz učiteľovi, ak sa niečo stalo tebe alebo spolužiakovi, hoci aj drobné poranenie. Má lekárničku vybavenú na ošetrovanie rán a poskytnutie prvej pomoci.

Bezpečné zaobchádzanie so živými organizmami

1. Odchytené bezstavovce, vzorky vody, pôdy, húb, rastlín a mikroorganizmov možno preniesť na ďalšie pozorovanie do školy pri dodržaní odborných pokynov na ich zaistenie počas prepravy, aby živé organizmy neuhynuli a vzorky sa neznehodnotili.
2. So všetkými mikroorganizmami zaobchádzaj ako s potenciálnymi patogénmi: je nutné sterilizovať vybavenie a materiály, dezinfikovať pracovné plochy, používať ochranné prostriedky – rúško, okuliare, rukavice, plášť.
3. Nejedz a nepi tam, kde sa pracuje so živými organizmami. Dôkladne a často si umývajú ruky.
4. Jedovaté druhy živočíchov, húb a rastlín je užitočné poznať. Ak ich náhodou nájdeš, vyvaruj sa kontaktu s nimi a neber ich do školy ani domov.
5. **Brat' do školy divo žijúce stavovce je zakázané!**

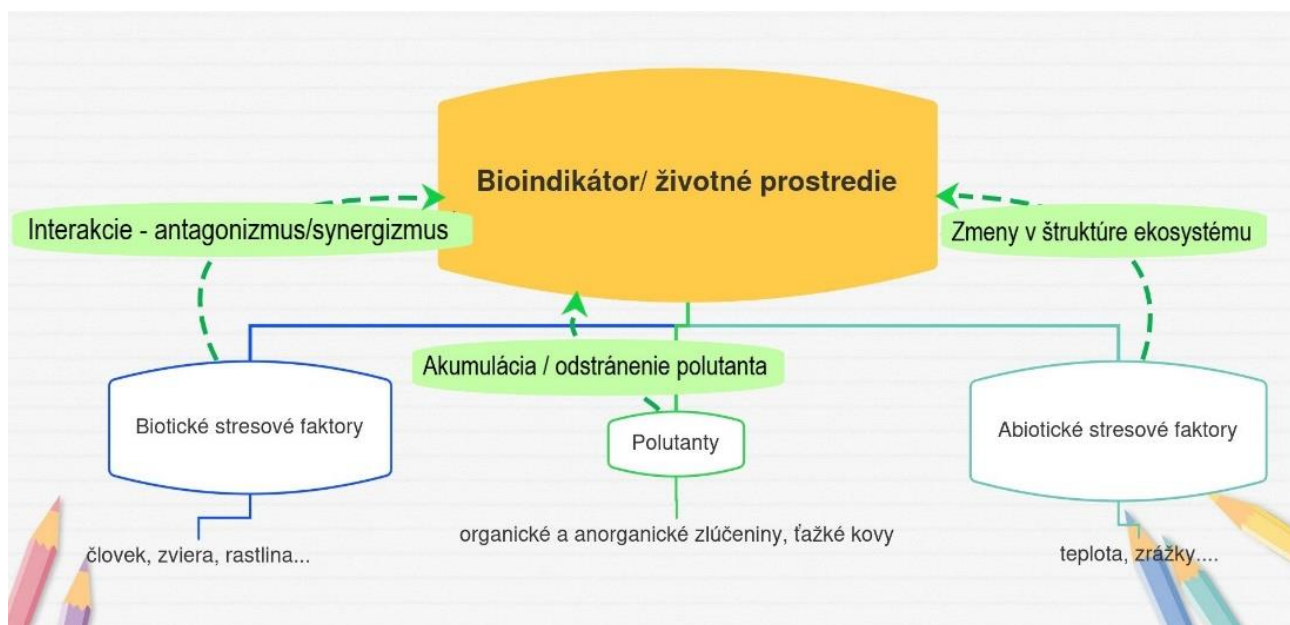
Bezpečná práca so zariadeniami

Meracie a mobilné zariadenia majú batérie, ktoré sa nesmú dostať do styku s vodou. Budeš pracovať pri vode, dávaj pozor, aby do nej nespádli, vždy im nájdi bezpečné a suché miesto. Senzory nikdy neponáraj priamo do vody v prírode, merajú sa len vlastnosti odobratej vzorky vody na bezpečnom mieste.

3.2 Základné pojmy a terminológia

Životné prostredie a biomonitoring

Vlastnosti životného prostredia a teda stav v akom sa prostredie nachádza môžeme zisťovať sledovaním prítomnosti organizmov - bioindikátorov. V tejto kapitole sa dozvieš aké odborné termíny používajú vedci keď skúmajú mieru znečistenia životného prostredia.



Obr. 3 Pojmová mapa na tému bioindikátory
(autor: Dajana Ručová)

Na obrázku vyššie nájdeš zjednodušené znázornenie komplexných ekosystémových vzájomných vzťahov s ohľadom na polutanta (znečisťujúcu látku) ako aj ich dopad na životné prostredie.

„Spravidla sa predpokladá, že polutant ovplyvňuje organizmus (bioindikátor). Organizmus aj polutant, ale úzko spolupracujú s inými zložkami ekosystému. Životná činnosť organizmu je teda ovplyvňovaná veľkým množstvom abiotických a biotických stresových faktorov. Dochádza ku interakcii buď s pozitívnym vplyvom na bioindikátor/ životné prostredie, v prípade, že ide o synergizmus, alebo môže vznikať negatívna interakcia v podobe antagonistického účinku. Dôležitá je schopnosť bioindikátora odstrániť respektíve viesť akumulovať polutanta. Toto vzájomné ovplyvňovanie jednotlivých biontov vedie ku štruktúrnym zmenám v ekosystéme.“

Takto by charakterizoval obrázok skutočný vedec/biológ. Ale pred tým, aby sformuloval toľké cudzie slová, musel ovládať čo jednotlivé slová a pojmy znamenajú. Tak si ich poďme vysvetliť!

Vzťahy medzi pouláciami

Vysvetlenie pojmov potrebných pre pochopenie vzťahov v ekosystémoch vo vzťahu k polutantom uvádzame v tabuľke a pojmovej mape nižšie.

Ekosystém	súbor živých organizmov a prostredia, v ktorom spolu žijú
Polutant	znečisťujúca alebo škodlivá látka, zlúčenina s nepriaznivým účinkom na živé organizmy
Bioindikátor	organizmus, ktorý citlivo reaguje na prítomnosť polutantov a tým poukazuje na ich výskyt v ekosystéme
Abiotické stresové faktory	neživé zložky prostredia s negatívnym účinkom na organizmy
Biotické stresové faktory	živé zložky prostredia s negatívnym účinkom na organizmy
Interakcia	vzájomné pôsobenie, ovplyvňovanie
Synergizmus	spolupôsobenie, súčinnosť
Antagonizmus	protipôsobenie, nespolupráca
Bioakumulácia	proces postupného ukladania chemickej látky v organizme počas určitého obdobia
Biont	živý organizmus (z gr. bios - život)
Tolerancia	získaná odolnosť organizmu alebo spoločenstva voči nepriaznivým abiotickým (klíma, žiarenie, polutanty) alebo biotickým faktorom (parazity, baktérie a pod.), kde možno pozorovať znaky prispôsobenia sa zmenám prostredia (napr. imunitná odpoveď, látková premena)
Rezistencia	na rozdiel od tolerancie ide o zdedenú schopnosť organizmu odolávať stresu
Klíma	dlhodobý charakter podnebia v určitom mieste, ktorý je ovplyvnený atmosférickými javmi a človekom
Biosféra	oblasť Zeme obývaná živými organizmami
Pesimum	krajný stupeň nepriaznivých podmienok pre život organizmov
Limit	hraničná hodnota vlastnosti prostredia, ktorá je nezlučiteľná zo životom (teplota, tlak a pod.)
Ekologická valencia	rozsah vplyvu ekologického faktora v ktorom organizmus môže žiť
Habitat	miesto výskytu určitého organizmu



Obr. 4 Pojmová mapa na tému vzťahy medzi organizmami
(autor: Dajana Ručová)

Pre lepší prehľad si vysvetlíme aj tieto pojmy, ktoré budeme využívať, keď budeme vyjadrovať vzťahy medzi organizmami v ekologických systémoch:

Symbióza	predstavuje vzťah, keď sú organizmy nútené žiť v tesnej asociácii s inými formami života, aby prežili.
Mutualizmus	vzájomne prospešné spolunažívanie dvoch skupín organizmov.
Neutralita	rovnovážny vzťah jedincov, resp. populácií, ktoré sa vzájomne neovplyvňujú
Predácia	jeden organizmus (korisť) je potravou pre iný organizmus (predátor).
Konkurencia	súperenie organizmov o spoločný zdroj živín a energie.
Parazitizmus	jeden organizmus, t. j. parazit využíva vo svoj prospech iný organizmus (hostiteľ) ako zdroj živín.

V každej populácii existujú určité mechanizmy, ktoré udržiavajú rovnovážny stav organizmov s vonkajším prostredím. Schopnosť takéhoto zachovania je odrazom vzájomných vzťahov vo vnútri tejto populácie. Tieto vzťahy môžu byť: Kladné, neutrálne a záporné

4. Zisťovanie stavu životného prostredia vo vodách a v ich blízkosti

Vody v prírode nie sú všetky rovnaké. Líši sa pramenitá voda od vody v potoku, rieke, jazere a mláke. Druhá skladba v nich je rôzna a závisí nielen od druhu, ale aj od čistoty vody. Vodu v prírode často znečisťuje výroba tým, že do nej vypúšťa produkovaný odpad. Je zaujímavé, že znečistená voda môže vyzerat' na pohľad číra a čistá. Môže to byť spôsobené tým, že v nej rozpustené látky sú jedovaté pre organizmy, a preto v nej ani po dôkladnejšom pozorovaní žiadne nenájdete....

4.1 Čo viem o lokalite, ktorú budeme skúmať

Niečo si si už o skúmanej lokalite prečítal v úvode, niečo si počul. Ak si tam ešte nebol, zoznám sa s ňou skôr, než začneš zisťovať aká je to vlastne voda a skúmať život v nej. Pôjdeš so svojim učiteľom na jej prvú obhliadku.

Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Obhliadka lokality	Čo je to za miesto, ktoré budeme skúmať?
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
Základné pojmy definované v kapitole 3.2 Opýtaj sa učiteľa, ak nevieš čo je: <ul style="list-style-type: none"> • dusičnan • amoniak • kyslosť zásaditosť • tvrdosť vody 	Vhodné oblečenie a obuv. Zápisník Smartfón

O čom to vlastne bude ?...

Keď už vieš ako postupovať bezpečne pri práci v teréne, skús sa zamyslieť aj nad tým, čo budeš robiť. V rámci prípravy na projekt alebo aj počas svojich voľných dní skús preskúmať vybrané lokality (GPS súradnice poskytne učiteľ) a chvíľku pozorovať. Lokality navštív pod dozorom dospeljej osoby. Svoje pozorovania a predpoklady si môžeš zaznačiť do tejto tabuľky.

Lokalita:	Dátum pozorovania:	Počasie:
<p>Charakteristika lokality (tu 1- 2 vetami opíš okolie miesta odberu- navštívenú lokalitu):</p> <ul style="list-style-type: none"> napr. slnečné, v tieni, v blízkosti sa nachádza cesta / pole / lúka / les / skládka / obytné domy s kanalizáciou / chemický podnik a pod. 		
<p>Charakteristika vodného toku: (tu 1 – 2 vetami opíš typ vodného toku):</p> <ul style="list-style-type: none"> pri opise sa zameraj na vzhľad vody (farbu), typ vody (stojatá, tečúca), charakter dna vodného toku (blato a naplaveniny, veľké kamene, malé kamene -okruhliaky, piesok) a prítomnosť alebo neprítomnosť zápachu 		









Kvalita vodného toku



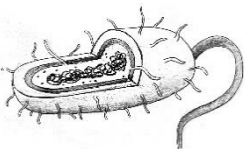



Na základe svojich pozorovaní okolia skús zaškrtnúť (značkou x) svoje predpoklady, ktoré chemické parametre nameriame vo vode vo zvýšenom množstve. Svoje predpoklady si neskôr porovnáš so zisteniami počas bio monitoringu.

Obsah chemických látok vo vode:	Dusičnany (mg/l)	Amoniakálny dusík (mg/l)	Rozpustený kyslík (mg/l)	Kyslosť/ zásaditosť (pH)	Minerálne látky (tvrdosť vody) (mg/l)
predpoklad					
po monitoringu					

Prítomnosť živých organizmov

Na základe svojich pozorovaní okolia skús zaškrtnúť (značkou x), ktoré živé organizmy sa podľa teba budú vyskytovať v danom úseku vodného toku alebo v jeho blízkom okolí. Svoje predpoklady si potom porovnáš so zisteniami počas bio monitoringu. Ak predpokladáš výskyt nejakého druhu, napíš si to do príslušného riadku tabuľky.

organizmy	Vzhľad	Lokalita	predpoklad	po monitoringu
drobné bezstavovce (kriváky...)				
larvy hmyzu (napr. larvy komárov...)				
drobný hmyz (podenky, pošvatky, korčuliarky ...)				
obrúčkavce (tubifex, dážd'ovky...)				
ploskavce (ploskule, ploskulice...)				
mäkkýše (lastúrniky, ulitníky...)				
prvoky (črievička, meňavka...)				
zárodočné štádiá stavovcov (napr. žubrienky žiab...)				

stavovce žijúce vo vode a jej okolí (obojživelníky, ryby...)				
stavovce žijúce pri vode (vodné vtáky.....)				
mikroorganizmy (baktérie, sinice...)				
nižšie rastliny (riasy, machy lišajníky...)				
vyššie vodné rastliny				
vyššie brehové rastliny				

4.2 Určovanie kvality vody

Kvalita vody je pre život organizmov vo vode veľmi dôležitá. Každá voda nie je vhodným prostredím pre život. Nie všetky živé organizmy môžu žiť v rieke či naopak, v stojatej vode. Nie každú vodu môžeme piť. Tvojou prvou úlohou je naučiť sa, čo znamená pojem kvalita vody.

Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Kvalita vody	Odkiaľ pochádza neznáma vzorka vody? Aká je kvalita vody na skúmanej lokalite?
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
Kyslosť - pH, vodivosť, tvrdosť, rozpustený kyslík O ₂	<ul style="list-style-type: none"> – tri uzatváracie nádoby so širším hrdlom – nabitý mobilný telefón s fotoaparátom (nepovinné), – lupa alebo prenosný mikroskop, – tento pracovný list a pero, <p><u>Ďalšie pomôcky zo školy:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Meracie senzory s nabitou jednotkou <p>Alternatíva k senzorum:</p> <ul style="list-style-type: none"> - teplomer a indikátorové papieriky na zisťovanie pH a tvrdosti vody – alebo kufríky EcoLab box

1. Pripravujem sa na hodnotenie kvality vody v prírode

Čo si predstavuješ pod pojmom kvalita vody? Napíš to jednou vetou sem:

Máš pred sebou vzorky vody. Sú označené len číslami, nevieš, ktorá má aký pôvod. Čo si myslíš na základe ktorej vlastnosti by sa dalo určiť, odkiaľ je vzorka vody?

Vyznač v tabuľke krížikom vlastnosti, ktorých význam pre daný druh vody vieš zdôvodniť.

Tab. Vlastnosti vzoriek vody

Pôvod vody:	Priehľadnosť /sfarbenie	Prítomnosť organizmov	Kyslosť pH	O ₂	Vodivosť	Tvrdosť
Vodovodná						
Pramenitá						
Destilovaná						
Dažďová						
Potok						
Rybník						
Mláka						

Vlastnosti vody, ktoré sú v tabuľke, budeš posudzovať a merať, preto potrebuješ vedieť, čo znamenajú. Keď si vyplnil tabuľku, máš prehľad, čo si potrebuješ zistiť. Preštuduj si informácie o vlastnostiach vody a postup práce so vzorkami vody, ktoré sú uvedené v študijnom texte.

Odmeraj vlastnosti pridelenej vzorky vody pomocou senzorov, ktoré sú k dispozícii.

Ak nie je k dispozícii senzor, použi inú metódu, napríklad indikátorový papierik na určenie pH a tvrdosti, teplomer, vodivosť - pokus s baterkou, tvrdosť vody - odparovanie vody. Presný postup nájdeš v študijnom texte – Alternatívny postup. Prítomnosť organizmov preskúmaj aj lupou alebo mikroskopom s malým zväčšením. Baktérie nimi neuvidíš, sú príliš drobné. Stačí, ak uvedieš v tabuľke či tam nejaké organizmy boli prítomné: áno alebo nie. Priehľadnosť zhodnot' voľným okom, najlepšie na pozadí s bielym a potom čiernym papierom.

Zistenia zapíš do tabuľky a zdieľaj ich so spolužiakmi. Predpokladaný pôvod vody všetkých vzoriek doplň na základe vlastného úsudku.

Predikčná karta:

Vzorka č.	Priehľadnosť/sfarbenie	Prítomnosť organizmov	Kyslosť pH	O ₂	Vodivosť	Tvrdosť	Zdroj - predpoklad
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Riešenie:

Odkiaľ voda naozaj je, vie iba ten, kto vzorky pripravil. Určite to na konci prezradí. Budeš môcť zhodnotiť úspešnosť predpokladov.

2. Zisťovanie kvality vody na odbernej lokalite

Odober na lokalite vzorku vody. Odber je najvhodnejšie urobiť z troch rôznych miest na tej istej lokalite. Priprav si označené nádoby, do ktorých vodu odoberieš. Musí byť z označenia jasné, odkiaľ je voda v nádobe.

Tu je niekoľko inštrukcii k vyplneniu tabuľky. Voľným okom vyhodnot' priehľadnosť alebo sfarbenie. Do tabuľky zapíš akú farbu má voda, ak je sfarbená. Prítomnosť organizmov preskúmaj lupou alebo malým prenosným mikroskopom. Ak sú dosť veľké, odfoťografuj ich. Prítomnosť organizmov stačí ak uvedieš do tabuľky áno alebo nie. Odmeraj senzormi všetky parametre vzoriek vody. Údaje zaznamenaj do tabuľky, aj presný čas a dátum odberu. Zapíš, aké bolo počasie.

Vzorku hodnotil (meno a priezvisko):							
Názov lokality:					Dátum a čas odberu vzorky:		
Počasie:							
Vzorka č.	Priehľadnosť /sfarbenie	Prítomnosť organizmov	Kyslosť pH	O ₂	Vodivosť	Dusičnany	Teplota vody
1							
2							
3							

Druhá tabuľka pre prípad, že by si stihol odber aj na inej lokalite.

Vzorku hodnotil (meno a priezvisko):							
Názov lokality:					Dátum a čas odberu vzorky:		
Počasie:							
Vzorka č.	Priehľadnosť /sfarbenie	Prítomnosť organizmov	Kyslosť pH	O ₂	Vodivosť	Dusičnany	Teplota vody
1							
2							
3							

Ak máš smartfón s fotoaparátom, odfoťografuj miesta, odkiaľ budeš odoberať vzorku, prípadne odmeraj GPS súradnice.

3. Vyhodnotenie vzoriek v škole

Vyhodnotenie vzoriek v škole má byť tímová spolupráca. Provnajte svoje údaje v tabuľkách s údajmi ostatných spolužiakov. Ak boli niekde veľké rozdiely pri odberoch z rovnakého miesta, uvažujte, čím mohli byť spôsobené. Či niekto urobil chybu pri meraní alebo sa zmenili podmienky vonku, napríklad počasie. Spojte údaje do jednej výslednej tabuľky. Vypočítajte priemerné hodnoty všetkých nameraných vlastností vody pre každú lokalitu. Tabuľku si podľa potreby môžete upraviť a doplniť aj iné údaje ak sa Vám ich podarí odmerať.

Vzorku hodnotil (meno a priezvisko):					Dátum a čas odberu vzorky:		
Počasie:							
Lokalita	Priehľadnosť /sfarbenie	Prítomnosť organizmov	Kyslosť pH	O ₂	Vodivosť	Dusičnany	Teplota vody
1							
2							
3							

Napište slovný záver o kvalite vody na lokalite, kde ste ju odoberali:

Študijný text

Vlastnosti vody

Priehľadnosť vody znamená, že dobre prepúšťa svetlo. V priehľadnej vode často nie sú prítomné žiadne organizmy. Pre ryby je svetlo dôležité pri vyhľadávaní potravy, migrácii, orientácii v húfoch, vplýva na denný a nočný rytmus, dozrievanie pohlavných buniek, rýchlosť plávania, rýchlosť rastu atď. Oceány v tropickom pásme sú osvetlené do 100 m, smerom k pólom iba do 50 m, v sladkých vodách preniká svetlo od 1 – 30 m. Na jednej strane svetlo organizmy potrebujú, na druhej strane premnoženie napr. rias spôsobuje, že voda nebude dostatočne priehľadná a svetlo neprenikne tak hlboko ako by potrebovali iné organizmy.

Prítomnosť organizmov sa zisťuje podľa ich veľkosti – voľným okom alebo mikroskopom. Mikroorganizmy alebo drobné živočíchy a riasy sa pozorujú v odstredenej vzorke, aby sa sústredili na dne skúmavky. Vodu z nich treba opatrne zliať.

Kyslosť (pH) sa odvíja od koncentrácie vodíkových iónov. Škála pH siaha od hodnoty 0 na strane kyslosti po hodnotu 14 na strane zásaditosti. Pri pH 7 vo vode sa koncentrácie iónov H^+ a OH^- rovnajú. Látky s hodnotou pH nižšou ako 7 sú kyslé, pretože obsahujú vyššiu koncentráciu iónov H^+ . Látky s hodnotou pH vyššou ako 7 sú zásadité (alkalické), pretože obsahujú vyššiu koncentráciu iónov OH^- než iónov H^+ .

Kyslík rozpustený vo vode je významným ukazovateľom kvality vody. Kyslík sa do vody dostáva pri styku vody so vzduchom a fotosyntézou vodných a močiarnych rastlín. V rybníkoch a jazerách sa jeho hodnota v priebehu dňa mení, skoro ráno je ho najmenej a neskoro popoludní najviac. V bežnej pitnej vode sú jeho hodnoty do 10 mg/l vody. Hodnoty pod 6 mg/l v prírodných vodách už nie sú pre organizmy, ktoré v nich žijú a dýchajú kyslík z vody, bezpečné. Optimálne hodnoty sa pohybujú medzi 8-12 mg/l.

Vodivosť je ukazovateľ celkového množstva rozpustených minerálov obsiahnutých vo vode. Dažďová voda má vodivosť nízku, voda odpadová, minerálna alebo voda na dolných tokoch riek zase vyššiu.

Teplota je významná pre spôsob života a správanie organizmov. Čím teplejšia voda tým menej rozpusteného kyslíka obsahuje. Ale čím vyšší je atmosférický tlak, tým viac kyslíka sa vo vode rozpúšťa.

Tvrdosťou vody sa vo všeobecnosti rozumie súčet obsahu vápnika a horčíka vo vode a vyjadruje sa v mmol/l (milimol na liter) alebo v °dH (nemeckých stupňoch tvrdosti – deutsche Härte). Každá voda obsahuje vápnik v prírodnej podobe; jeho obsah závisí od geologickej skladby horniny, ktorou voda preteká.

Stupnica tvrdosti vody

Označenie	Stupeň tvrdosti [mmol/l]	Stupeň tvrdosti [°dH]
veľmi mäkká	< 0,5	< 2,8
mäkká	0,7 - 1,25	3,9 - 7

stredne tvrdá	1,26 - 2,5	7,01 - 14
tvrdá	2,51 - 3,75	14,01 - 21
veľmi tvrdá	> 3,76	> 21,01

[°dH] = stupeň nemecký,

Prepočty tvrdosti vody 1 mmol/l = 5,6°dH, 1°dH = 0,1783 mmol/l

Chemické znečistenie predstavujú látky rozpustené vo vode, ktoré by tam nemali byť vôbec, alebo sú v niektorých druhoch vôd prítomné v malých množstvách. Do vody sa dostávajú splaškami, odpadom, väčšinou ako dôsledok nevhodnej činnosti človeka.

Odporúčané parametre vody v záhradnom jazierku

Parameter	Značka	Ideálna hodnota
Chlór	Cl3	0
Kyslosť	pH	7 – 8
Tvrdosť	KH	6 – 14°dH
Celková tvrdosť	GH	7 – 14 °dH
Dusitany	NO2	menej ako 1 mg/l
Dusičnany	NO3	25 – 100 mg/l

Zdroj: <http://pitnavoda.enviroportal.sk/ukazovatele-kvality-pitnej-vody.html>

Ako používať meracie senzory?

Meracie zariadenie vám pripraví učiteľ alebo vedec, ktorý s vami na lokalitu ide. Senzor pripojte k jednotke meracieho zariadenia a koniec ponorte do vzorky vody. Odčítajte hodnotu a zaznamenajte ju do tabuľky k príslušnému číslu vzorky. Senzor zase odpojte a vymeňte za iný. Použitý senzor stále opláchnite destilovanou vodou a odložte do odkladacieho roztoku. Pozor na senzor kyslosti (pH). Ten nesmie ostať suchý, stále ho po meraní hneď vráťte do ochranného roztoku. Takisto teplomer pred odložením opatrne osušte. Po skončení meraní senzory uložte do obalov aby sa nepoškodili a odovzdajte učiteľovi.

Čo ak senzory nemáme?

Ak nemáte merací systém a senzory, môžete vyhodnocovať parametre vody pomocou testovacích prúžkov. V tomto prípade bude meranie rýchle, stačí prúžok ponoriť do vody obvykle na pár sekúnd podľa návodu a výsledok je viditeľný za približne 1 minútu. Po tomto čase porovnáte výsledné sfarbenie vybraného políčka na testovacom prúžku so sfarbením políčka aj s hodnotou na obale.

K dispozícii je niekoľko rôznych testovacích prúžkov, zameraných na analýzu pitnej vody alebo vody v jazerách a akváriách, môžete si zvoliť podľa svojich možností a preferencie. Testovacie prúžky môžu doplniť parametre, ktoré neviete zmerať kvôli nedostatku senzorov k meracím systémom. Môžete teda kombinovať meranie meracím systémom a senzormi a niektoré vzorky vody analyzovať aj testovacím prúžkom. Tento test vyhodnocuje: pH, celkovú tvrdosť vody, uhličitanovú tvrdosť, dusitany, dusičnany, chlór.

Zdroj: <https://www.zahradnejazierka.sk/zahradne-jazierka/produkt/aquavital-test-vody-6-v-1-az-50ks>

4.3 Našli sme obojživelníky. Čo vieme o nich zistiť?

Väčšina obojživelníkov trávi časť alebo dokonca celý život vo vode. Či už sú ich habitatom (miesto výskytu určitého organizmu) pramene, mokrade, jarné dočasné vodné plochy, alebo väčšie vodné nádrže, obojživelníky sú priamo ovplyvňované prírodnými a antropogénnymi, chemickými a fyzikálnymi faktormi. Rozpustený kyslík, teplota, pH, salinita a vodivosť, organický uhlík, polutanty (znečisťujúce látky) patria k dôležitým faktorom prostredia, ktoré môžu ovplyvniť ich prežívanie a vývin. Chemické a fyzikálne faktory spolu s vegetáciou, zložením substrátu, stavebnými prvkami prostredia, hĺbkou vody, rýchlosťou vodných tokov a prítomnosťou iných stavovcov a bezstavovcov, tvoria základné prvky hodnotenia habitatov, v ktorom obojživelníky žijú. Vďaka nim sa u jednotlivých druhov vyvinuli rôzne stratégie prežitia.

Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Obojživelníky	Aká je druhová skladba obojživelníkov na skúmaných lokalitách?
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
<ul style="list-style-type: none"> - bioindikátor - <i>Pelophylax esculentus complex</i> - hybrid - permeabilná koža a kožné dýchanie - poikilotermné organizmy - metamorfóza - aposomatické sfarbenie - mimikry 	<ul style="list-style-type: none"> - sieť na odchyt obojživelníkov - gumáky, pršiplášť - chirurgické rukavice - plastové boxy - posuvné meradlo - váha - čelovka - lupy - teplomer - kniha na druhovú determináciu - fotoaparát (nepovinné) - zápisník (tento pracovný zošit) - pero

1. Zoznamujeme sa s obojživelníkmi v prostredí

Čo si predstavujete pod pojmom obojživelný?:

Pomocou determinačného kľúča sa oboznámte s druhmi obojživelníkov, ktoré u nás žijú. Pozri (čoskoro foplníme).

Aké obojživelníky môžeme na vybraných lokalitách očakávať?

Nie je skokan ako skokan

Na území Slovenska žije 5 druhov skokanov a jeden hybrid. Niektoré z nich sú znázornené na obrázkoch. Urči, ktoré z nich radíme medzi suchozemské a ktoré medzi vodné skokany.

Naše skokany sa môžeme z hľadiska ekológie rozdeliť na dve samostatné skupiny: suchozemské a vodné.

Ako už z názvu vyplýva, suchozemské skokany obývajú, okrem obdobia rozmnožovania, súš. Majú hnedé sfarbenie tela a od zadného okraja oka cez bubienok až k prednej končatine sa im zvyčajne tiahne široká tmavá spánková škvrna.

Na druhej strane telo vodných skokanov (syn. zelené skokany) je sfarbené do rôznych odtieňov zelenej farby, ale v niektorých prípadoch môže byť aj hnedé. Už z ekologického názvu „vodné“ vyplýva, že tieto skokany sú celoročne viazané na vodné prostredie. Zdržujú sa buď priamo vo vode, alebo v jej bližšom alebo vzdialenejšom okolí. Rôzny spôsob života týchto dvoch ekologicky odlišných skupín sa prejavil aj vo forme rôznych adaptácií viditeľných na tele. Napríklad suchozemské skokany majú väčší rozostup medzi očnými viečkami, pričom pri pohľade zhora dosahujú až k obrysom hlavy. U vodných skokanov sú viac posunuté k temenu hlavy, rozostup očných viečok je malý a naopak nedosahujú pri pohľade zhora k obrysom hlavy. Suchozemské skokany majú menej výrazné plávacie blany na zadných končatinách. Naopak u vodných je plávacia blana lepšie vyvinutá. Suchozemské skokany majú zvyčajne za hlavou tmavú kresbu v tvare písmena „V“, ktorého špička smeruje k hlave. U vodných skokanov často vidíme v strede chrbta bežať svetlý pruh.



suchozemské:

vodné:

Z vodných skokanov máme na Slovensku troch zástupcov, pričom dvom hovoríme, že sú to rodičovské druhy (skokan rapotavý a skokan krátkonohý), tretí zástupca vznikol ich krížením (skokan zelený) a preto hovoríme, že ide o hybrida. Skokany zelené sa v našej prírode rozmnožujú a udržiavajú v populáciách vďaka procesu, ktorý sa nazýva hybridogenéza. Ide pomerne o zložitú problematiku, o ktorej si môžete veľmi veľa prečítať v rôznych odborných publikáciách, pretože vedci kvôli týmto reprodukčným zvláštnostiam venujú vodným skokanom veľkú pozornosť. Z morfológie sú si títo traja zástupcovia veľmi podobní, preto dnes už určenie do druhu len na základe telesných znakov je nedostačujúce a je potrebné ho potvrdiť aj molekulárnymi metódami. Pre zaujímavosť uvádzame protokol s telesnými znakmi, ktoré sledujeme u vodných skokanov v teréne, aby sme ich približne vedeli zaradiť do druhu.

Na základe obrázkov alebo vlastných pozorovaní slovne popíšte rozdiely medzi nimi. Zamyslite sa nad tým, ktoré znaky im uľahčujú život v danom prostredí a svoje predpoklady zapíšte do tabuľky v časti morfológie znaky.

Druh	Typ prostredia	Morfologické znaky

„Som maskovaný, ale viem aj vystrašiť“

Obojživelníky môžu na jednej strane splynúť s prostredím, hovoríme tomu mimikry, na strane druhej vedú v prípade nebezpečenstva odradiť predátora výstražným, tzv. aposomatickým sfarbením alebo výstražným správaním.

Čo myslíte, aké druhy z našich žiab a mlokov využívajú tieto stratégie?

Váš predpoklad:

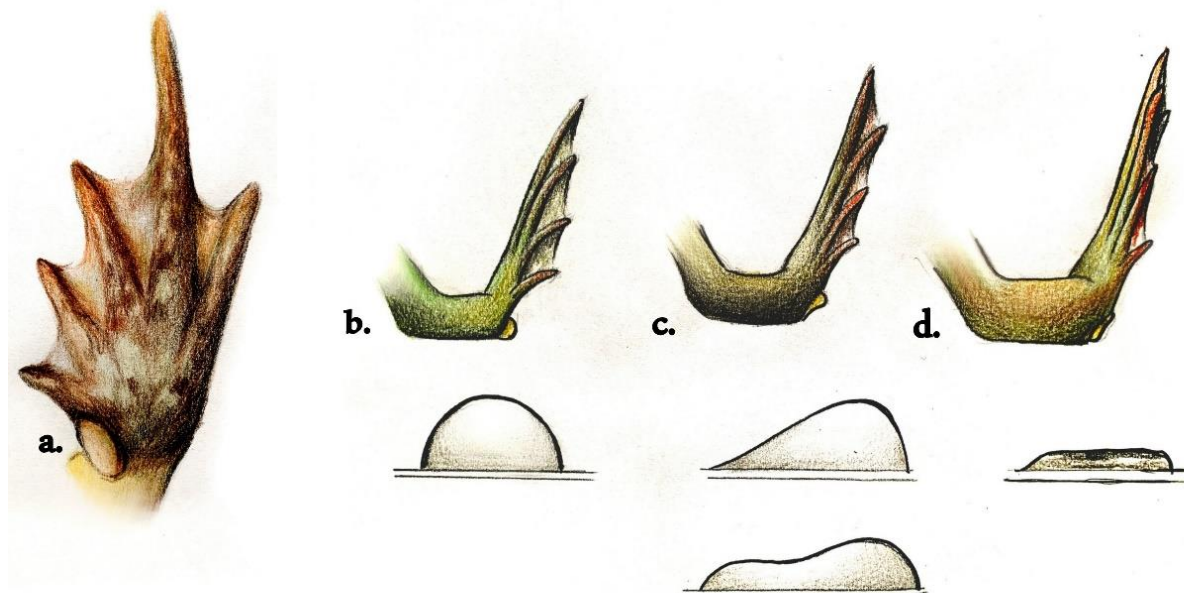
Prehodnoťte svoj predpoklad na základe informácií v definíciách (mimikry a aposomatizmus) a formulujte záver o tom, ktoré žaby využívajú mimikry alebo iné maskovacie stratégie.:

mimikry - jav, pri ktorom živočích splýva s prostredím alebo napodobňuje iného živočícha, aby získal výhodu pred predátorom a nestal sa ľahkou korisťou)

aposomatizmus - výstražné sfarbenie živočícha, ktoré slúži na varovanie predátora),

„Na päte mám hrbolček, no a čo?“

Niektoré obojživelníky majú na zadných končatinách viac alebo menej výrazný päťový hrbolček. Na čo im slúži? Na základe nasledujúcich vlastností žiab priradte päťové hrbolčky k jednotlivým druhom.



Vyberte jednu z možností a priradte k nasledujúcim charakteristikám.

A **B** **C** **D**

Hrabavka škvrnitá – je to malá žabka so skrytým spôsobom života a málo závislá na vodnom prostredí. Na zadných končatinách sa nachádza päťový hrbolček, ktorý hrabavke slúži na zahrabávanie do pôdy. Zimuje na súši, pravdepodobne veľmi hlboko v dierach, ktoré si obvykle sama vyhrabáva.

Skokan rapotavý – je náš najväčší obojživelník, zimuje na súši aj vo vode, je úzko viazaný na vodné prostredie, obýva väčšie vodné plochy a rieky:.

Skokan zelený – je hybrid, ktorý sa za pravý druh nepovažuje. Je svojimi znakmi a vlastnosťami medzi skokanom rapotavým a skokanom krátkonohým. Zimuje na súši aj vo vode. Žije celoročne vo vode alebo v jej blízkosti.

Skokan krátkonohý – je najmenšia zo skupiny zelených skokanov, zimuje obvykle na súši v zalesnených mokradiach, alebo v listnatých lesoch lužného charakteru. Zo všetkých vodných skokanov na vode najmenej závislý, obýva skôr menšie vodné plochy s hustejšou vegetáciou.

2. Zisťovanie prítomnosti obojživelníkov na lokalite

Keďže všetky obojživelníky na území Slovenska sú zákonom chránené na ich odchyt potrebujete povolenie od Ministerstva životného prostredia SR. Veľa o nich však viete zistiť aj bez toho, aby ste sa ich dotkli.

Úlohy nevyžadujúce povolenie

Našli ste obojživelníky?

Zakrúžkujte štádiá v ktorých sa vyskytujú:

A. vajíčka

B. larválne štádiá

C. premenené jedince

Pomocou kľúča s ktorým ste sa oboznámili v úvode sa pokúste určiť druh obojživelníka. Kľúč nájdete na stránke (čoskoro doplníme).

Urobte si terénny zápisník. Údaje zaznamenajte do tabuľky, aj presný čas a dátum nálezu. Zapište, aké bolo počasie.

Nález hodnotil (meno a priezvisko):							
Názov lokality:					Dátum a čas:		
Počasie:							
nález č.	lokalita	druh	habitat	počet	pohlavie	žubrenka/ dospelý jedinec	typ znášky
1							
2							
3							
4							
5							

Počujete kvákanie?

Pomocou vokalizačného kľúča na stránke <https://soundcloud.com/> sa pokús zistiť o aký druh žiab ide. Pomôžte si tabuľkou. Ak je daný druh prítomný zaznamenajte to do posledného stĺpca.

Druh	Zvukový prejav	Prítomnosť
ropucha bradavičnatá	https://soundcloud.com/user-623753531/bufo-bufo	
ropucha zelená	https://soundcloud.com/hendrik_walcher/european-green-toad-bufotes-iridis-at4022-olson-wing	
skokan hnedý	https://soundcloud.com/nordicnature/common-frog-rana-temporaria	
skokan štíhly	https://soundcloud.com/alexandre-roux-994988095/rana-dalmatina	
skokan ostropyský	https://soundcloud.com/user-650307165/aba-moczarowa-rana-arvalis	
Skokan rapotavý	https://soundcloud.com/user-623753531/pelophylax-ridibundus	
skokan krátkonohý/ skokan zelený	https://soundcloud.com/danieleseglie/pelophylax-lessonae-esculentus-at-dora-baltea	
Rosnička zelená	https://soundcloud.com/krzysztof-konieczny-blog/hyla-arborea	

Prejavujú sa volaním samce alebo samice?

Dokážete podľa zvukových prejavov žiab v nahrávke alebo priamo v teréne určiť približný počet jedincov?

Úlohy vyžadujúce povolenie

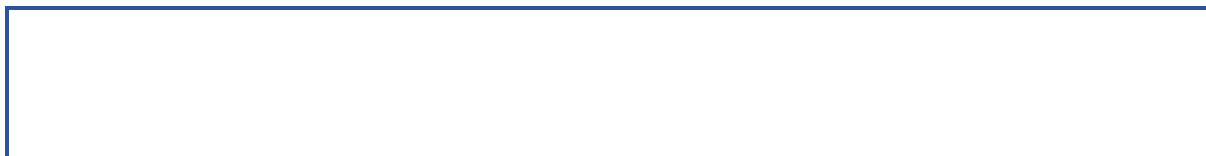
Odchyt a manipulácia s dospelými jedincami

Na odchyt obojživelníkov budete potrebovať podberák, gumáky a chirurgické rukavice. Odchyt a manipuláciu s jedincami bude vykonávať odborník. Vašou úlohou je prácu odborníka pozorne sledovať a pomocou kľúča určiť druhy. Zaznamenajte do tabuľky príslušné kvalitatívne

parametre (napr. farbu, škvrnitosť,...). Rovnako zaznamenajte aj vybrané telesné rozmery, ktoré pomôcú posuvného meradla odčíta odborník.

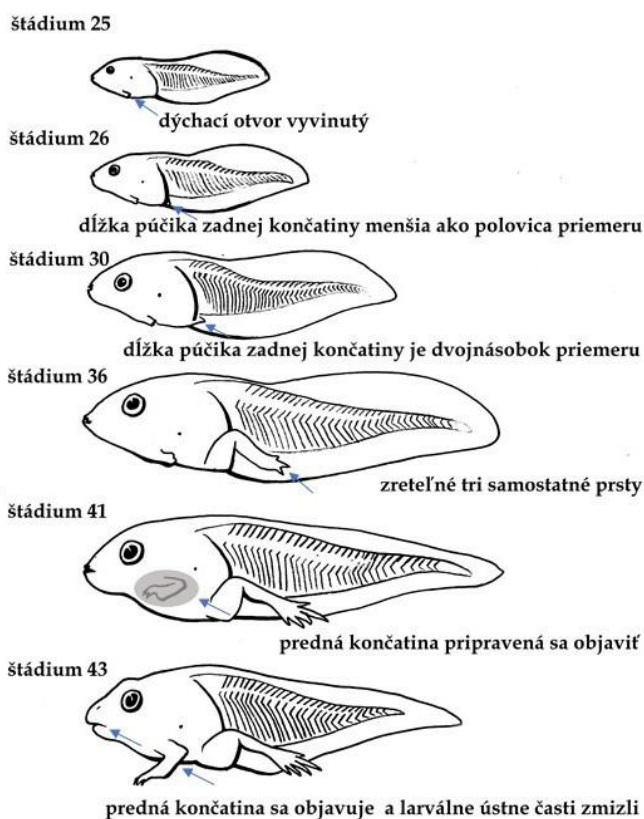
Odchyt a manipulácia so žubrienkami

Žubrienky sú ešte krehkejšie ako už aj tak veľmi krehké žabky, preto manipulácia s nimi by mala byť veľmi opatrná. Na každej lokalite nezabudnite odmerať teplotu vody, v ktorej nájdete žubrienky. Pozorujte odchytané žubrienky pomocou lupy v Petriho miske alebo malej priehľadnej nádobe. Žubrienku nezabudnite odfotografovať. Skúste nájsť dýchací otvor. Na ktorej strane sa nachádza?



Podľa morfológických znakov (prítomnosť dýchacieho otvoru, končatín, chvosta a pod.) skúste zaradiť žubrienku do príslušného vývinového štádia.

Kenneth Gosner v roku 1960 vydal jednoduchú tabuľku triedenia embryí a žubrienok žiab do jednotlivých vývinových štádií. Táto tabuľka obsahuje celkovo 46 štádií od oplodneného embrya až po kompletnú premenu žubrienky na juvenilnú (nedospelú) žabku. Tento systém je široko využívaný v herpetológii.



3. Vyhodnotenie terénnych pozorovaní v škole

Porovnajte výskyt obojživelníkov na navštívených lokalitách.

Aké druhy a v akom počte ste pozorovali na jednotlivých lokalitách? Porozmýšľajte aké faktory mohli vplyvať na ich aktivitu, zistenia zapíšte do tabuľky.

Lokalita	Druh	Počet	Vybrané parametre kvality vody

Určenie druhu analýzou fotografie

1. Analýzou fotografií, ktoré ste si zhotovili porovnajte vývinové štádiá žubrienok a prípadne aj množstvo deformít v rámci lokality a medzi lokalitami. Naštudujte si informácie v študijnom texte.
2. Odmerajte dĺžku žubrienok z vyhotovených fotografií pomocou programu Image J. Pri porovnávaní lokalít sa zameraj aj na možný vzťah medzi veľkosťou žubrienok a teplotou vody, v ktorej sa nachádzali. Inštrukcie k práci nájdete na effuse.science.upjs.sk/krok-za-krokom. Bližšie informácie Vám poskytne učiteľ.
3. Z nameraných telesných rozmerov žiab vypočítaj indexy pre zaradenie do druhu/pre druhovú determináciu.
4. Zo zaznamenatej celkovej skladby živočíchov na lokalite urči, ktoré druhy by mohli byť korisťou alebo predátorom žubrienok a metamorfovaných žiab.

Napište slovný záver o druhovom zložení obojživelníkov na lokalitách:

Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať náčrt prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečne slovo.

Študijný text

Pre obojživelníky je veľmi dôležitá **koža**, podieľa sa na dýchaní a prijíma vodu. Umožnené je to tým, že je permeabilná (priepustná), mimoriadne vaskularizovaná (silne prestúpená hustou sieťou krvných vlásočnic) a neustále vlhká. Dá sa povedať, že má podobu a funkciu sliznice. Pokožkou obojživelníkov sa uskutočňuje 70 až 80% (pri hibernácii až 100%) potreby výmeny plynov. Tento jav sa nazýva **kožné dýchanie**.

Okrem toho plní koža aj mnoho ďalších funkcií, ako sú ochrana pred poranením, regulácia teploty, **mimikry** (jav, pri ktorom živočích splýva s prostredím alebo napodobňuje iného živočícha, aby získal výhodu pred predátorom a nestal sa ľahkou korisťou) a **aposomatizmus** (výstražné sfarbenie živočícha, ktoré slúži na varovanie predátora), podieľa sa na **lokomócií** (pohybe) a je hraničnou štruktúrou medzi vonkajším a vnútorným prostredím jedinca.

Dýchacími orgánmi obojživelníkov sú **žiabre** a **pľúca**. Žiabre majú žubrienky (u žiab) a larvy (u mlokov) a uchovávajú sa po celý život u niektorých chvostnatých obojživelníkov. Na výmene plynov medzi vonkajším a vnútorným prostredím sa u obojživelníkov významne podieľa aj silne vaskularizovaná **výstelka ústnej dutiny** - bukkopharyngeálne dýchanie.

Hlavnými zmyslami obojživelníkov sú **čuch** a **chuť**. Slúžia im na vyhľadávanie partnera, „ochutnávanie“ nezávadnosti prostredia, hľadanie a lokalizáciu potravy. Medzi epidermálnymi bunkami celého tela (teda na pokožke) majú roztrúsené chemoreceptory vo forme voľných nervových zakončení. Na chemické podnety tak môžu obojživelníky reagovať priamo prostredníctvom kože, čo sa uplatňuje pri vyhľadávaní bezpečných úkrytov a miest vo vode. V tomto smere nemajú medzi stavovcami na Zemi konkurenciu.

Obojživelníky majú zo všetkých známych stavovcov najväčší počet typov chemoreceptorov. Vďaka týmto chemoreceptorom rozptýleným na povrchu tela neustále vyhodnocujú svoje prostredie, čiže „ochutnávajú vzduch“ nielen pri jeho vdychovaní do pľúc, ale hlavne pri kožnom dýchaní. Preto aj ich indikačná alebo skôr bioindikačná hodnota vo vzťahu ku krajine a vplyvom pôsobiacim na životné prostredie je úplne bezkonkurenčná. Navyše aj ich vajíčka a larvy sú citlivé na znečistenie. Môžeme povedať, že **stav organizmu obojživelníkov odráža stav miestneho biotopu**.

Jedným zo spôsobov na stanovenie vplyvu kvality prostredia na obojživelníky je **morfometria**. Veľkosť morfológických znakov závisí do značnej miery od kvality prostredia, v ktorom obojživelníky žijú. Ak žijú v znečistenom prostredí, prejaví sa to na ich veľkosti a hmotnosti. Je známe, že v znečistených vodách sú obojživelníky menšie. Môže za to hromadenie toxických látok v ich organizme a poruchy látkovej premeny.

Frekvencia výskytu a rozmanitosť vrodených morfológických anomálií sú ďalšie dôležité parametre, ktoré sa využívajú pri monitorovaní stavu životného prostredia.

4.4 Našli sme ryby a iné stavovce. O aké druhy ide?

Ryby obývajú stojaté, pomaly, ale aj rýchlo tečúce vody. Udržať stabilitu a pohybovať sa v tomto tekutom prostredí im pomáhajú plutvy.

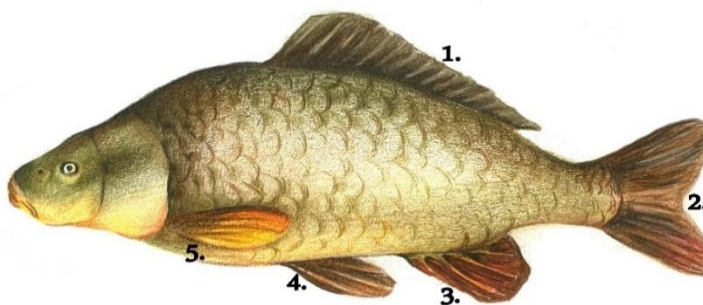
Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Pozorujeme stavovce	Rozdiel v druhovom zložení stavovcov medzi lokalitami
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
<ul style="list-style-type: none"> - bioindikátor - brušná, análna, chrbtová, prsná, chvostová plutva, - terminálne, dorzálne ventrálne ústa - ktenoidné, cykloidné šupiny (viď študijný materiál) 	<ul style="list-style-type: none"> - gumáky, pršiplášť - chirurgické rukavice - pravítko alebo meter, - ďalekohľad (nepovinné), - vedro, - sieťka, - silón, - látkové vrecúško so zat'ahovateľnou šnúrkou - terénne oblečenie - pršiplášť - knihy na určenie druhov stavovcov a ich pobytočných znakov - zvukový záznamník (prítomný aj v mobilnom telefóne), - fotoaparát (nepovinné) - zápisník (tento pracovný zošit) - pero

1. Pripravujem sa na pozorovanie živočíchov v prírode

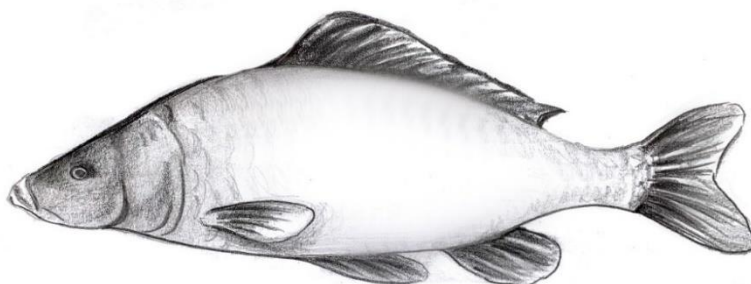
Pozri sa na obrázok. Priradiť čísla na obrázku k názvom plutiev:

Číslo na obrázku	Názov plutvy
	brušná
	chrbtová
	análna
	prsňá
	chvostová



Koľko plutiev je párových a koľko nepárových?

Podarilo sa vám v teréne odchytiť rybu? Ak áno, aký tvar bočnej čiary má a kde začína a končí? Skús zakresliť a zamyslieť sa akú má funkciu.

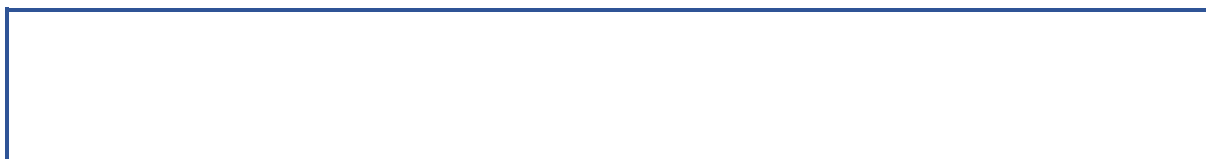


Na obrázku vidíš dve veľmi podobné ryby, ale patria do rôznych druhov (kapor obyčajný a karas stříbrný). Skús sa na obrázky lepšie pozrieť a nájst' medzi nimi malé rozdiely. Našiel si? Výborne, tak si ich zapíš a zvýrazni na obrázku.

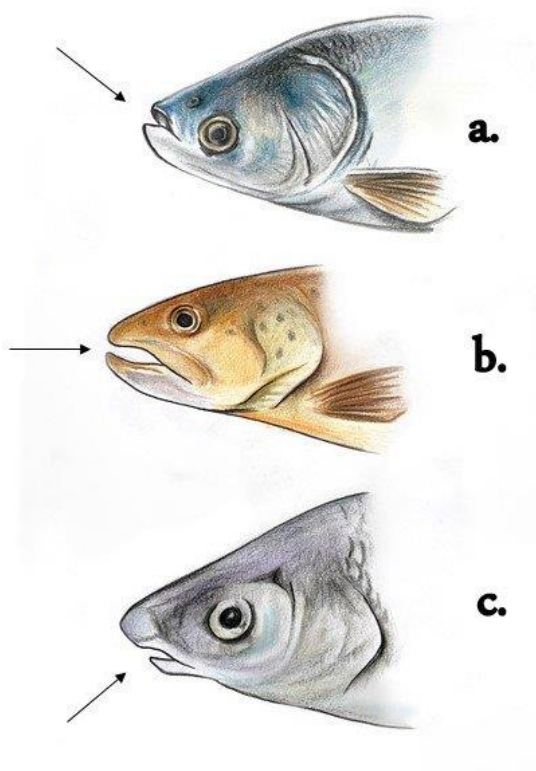


Obr. Typy párových a nepárových plutiev ryby

Ako sme už spomínali vyššie, niektoré ryby obývajú stojaté vody a niektoré aj veľmi rýchlo tečúce. Vedel by si uhádnuť, ktorá z dvojice rýb obýva ktorý typ vodného prostredia? Ako si nato prišiel? Je na ich tele niečo, čo to prezradilo?



To ako majú ryby orientované ústa je jeden z mnohých znakov pri ich určovaní do druhov. Rovnako ich orientácia nám napovie, či si radšej zbierajú potravu z hladiny alebo napríklad z dna vodnej plochy. Na obrázkoch môžeš vidieť tri typy orientácie úst. Koncové (terminálne) ústa prezrádzajú lovca živej koristi, horné (dorzálne) majú ryby zbierajúce potravu pri hladine, spodné (ventrálne) hľadajú obživu na dne. Všimaj si, ako majú orientované ústa ryby, ktoré sa vám podarí odchytiť v teréne. Zistenia si zapíš.



- a. Horné, dorzálne ústa
- b. Koncové, terminálne
- c. Spodné, ventrálne

Obr. Postavenie ústneho otvoru rýb

2. Zisťovanie prítomnosti stavovcov na lokalite

Ryby sa živia rôznou potravou. Niektoré požívajú maličký planktón, niektoré sú striktné bylinožravé, niektoré dravé a prijímajú rastlinnú aj živočíšnu potravu a radíme ich medzi ryby všežravé. Čo myslíš, akým typom potravy sa živia ryby, ktoré sa vám podarilo odchytiť? Ako si nato prišiel? Skús odchytené ryby určiť do druhu a prečítať si v atlase čím sa živia. Ale musí to byť rýchle a potom šup s nimi späť do vody. Nové informácie si zapíš do tabuľky.

Tabuľka X

Druh	Postavenie ústneho otvoru	Prítomnosť zubov	Typ potravy	Potravná kategória (bylinožravec, mäsožravec, všežravec)

Na Slovensku máme veľmi veľa rôznych druhov rýb. Vedel by si vymenovať invázne druhy, ktoré do našej prírody nepatria a prišli k nám z iných krajín sveta? Podarilo sa vám v teréne odchytiť jednu z nich? Informácie si zapíš do tabuľky

Druh	invázny/neinvázny

Jedna ryba má a druhá nemá fúzy. Niektoré druhy ich majú hneď niekoľko párov. Skús sa pozrieť na odchytené ryby v teréne detailnejšie. Ktorý druh z nich má fúzy? Všetko si to zapíš a porozmýšľaj nad tým, na čo rybám slúžia.

Urob si terénny zápisník z pozorovania iných stavovcov. Údaje zaznamenaj do tabuľky, aj presný čas a dátum nálezu. Zapíš, aké bolo počasie.

Nález hodnotil (meno a priezvisko):	
Názov lokality:	Dátum a čas:
Počasie:	

Nález č.	Lokalita	Druh	Habitat	Počet	Deformity	Poznámky
1						
2						
3						
4						

Iné pozorovania (plazy, vtáky, cicavce):

Vytvor si terénny zápisník, v ktorom budeš zaznamenávať ostatné druhy živočíchov, prípadne ich pobytové znaky (stopy, exkrementy, nory, ohryzy, zvukové prejavy...). Ak nebudeš vedieť určiť živočícha podľa vzhľadu, zvukového prejavu alebo pobytového znaku priamo v teréne, urob akustický alebo fotografický záznam a druh určíš v škole. Všetky informácie zapíš do tabuľky.

Nález hodnotil (meno a priezvisko):						
Počasie:				Dátum a čas:		
Nález č.	Lokalita	Druh	Habitat	Súradnice	Typ a číslo záznamu	Poznámky
1						
2						
3						
4						

Príklad zápisu do terénneho zápisníka:

Terénny zápisník						
Druh	dátum	lokalita	súradnice	habitat	Typ a číslo záznamu	poznámky
Líška hrdzavá (<i>Vulpes vulpes</i>)	2.5.2021	Lazičky	48.981246, 21.7199832	na poli v blízkosti okraja vegetácie	Stopa, foto č. 1	Po daždi

3. Vyhodnotenie pozorovaní v škole

Pozorovania rýb z terénu na jednotlivých lokalitách spojte s informáciami, ktoré ste získali pri riešení úloh o kvalite vody a vyplňte výslednú tabuľku.

Lokalita	Druh	Počet	Kvalita vody v súvislosti s vybranými meranými parametrami

Formulujte záver o vplyve stavu kvality vody na výskyt rýb:

Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať náčrt prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečné slovo.

Študijný text

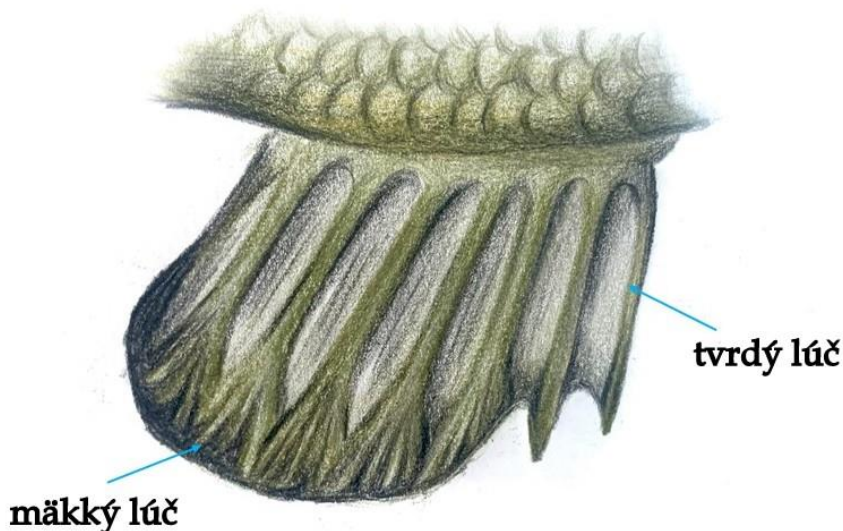
Stavba tela ryby

Telo ryby sa člení na niekoľko základných častí: **hlava**, **trup**, **chvost** a **plutvy**. Tvar tela ryby môže byť rôzny: od **torpédovitého**, silne z boku/zhora **splošteného** až po pretiahnuté **hadovité** telo úhorov. Vretenovité alebo torpédovité telo majú zvyčajne ryby (napr. pstruh, lipieň) žijúce v bystrinách, rýchlo tečúcich vodách, pretože takýto tvar tela kladie najmenší odpor prúdu. Naopak ryby s vysokým chrbtom a s telom z boku splošteným, ako sú pleskáče, červenice, plotice, nájdeme skôr v pomaly tečúcich, alebo stojatých vodách. Táto stavba tela im umožňuje dobre manévrovať pomedzi rôzne prekážky pod vodou. Ryby trvalo žijúce pri dne majú často zhora sploštené telo napr. sumce, alebo až úplne ploché (napr. platesy). Dravé ryby ako napr. štika severná majú telo v **tvare šípa** s plutvami posunutými smerom k chvostovej časti, čo im umožňuje urobiť silný záber a rýchlo vystreliť za korisťou.

Na prednom konci hlavy ryby sa spravidla nachádzajú **ústa**. Bývajú prevažne v polohe vodorovnej k pozdĺžnej osi tela (**koncové, terminálne ústa**), alebo sú orientované dohora (**vrchné, superiórne ústa**), prípadne nadol (**spodné, inferiórne ústa**) (Obr. Postavenie ústeného otvoru rýb na str. 47). Jesetery však majú ústa umiestnené na spodnej strane hlavy. Postavenie úst nám vie napovedať niečo viac o danom druhu z hľadiska spôsobu prijímania potravy. Ryby s ústami orientovanými nahor zbierajú potravu prevažne z hladiny (napr. šabl'a, ovsienka, belička). Spodné ústa majú zvyčajne druhy, ktoré hľadajú potravu na dne (napr. hrúz, mrena, podustva). Koncové ústa sú najbežnejším typom úst, u ktorých dolná aj horná čeľusť sú rovnako dlhé a takéto ústa má napr. pstruh, lieň alebo plotica. Prítomnosť alebo neprítomnosť zubov v ústach, ich usporiadanie a počet nám vie rovnako napovedať niečo viac o spôsobe získavania potravy a jej zložení u daného druhu (viac v kapitole s názvom „Potrava“) (Hecker 2014). V oblasti kútikov úst, brady alebo rypáka sa môžu nachádzať fúziky a to v rôznom počte párov v závislosti od druhu. Na fúzikoch sa nachádzajú zmyslové bunky, ktorými dokážu registrovať napríklad dotykové vnemy (Holčík & Hensel 1971). Fúziky často mávajú druhy, ktoré žijú pri dne, alebo si tu aspoň hľadajú nejakú potravu (napr. kapor, sumec, slíž). Zmyslové receptory nachádzajúce sa na fúzikoch im pri tomto hľadaní výrazne napomáhajú (Hecker 2014). Po bokoch hlavy ryby sa nachádzajú viečkové kosti (skrely), ktoré prekrývajú žiabrovú dutinu, v ktorej sa nachádzajú žiabrové oblúky.

Plutvy majú blanný charakter a sú vystužené drobnými kostičkami tzv. lúčmi. Tieto lúče môžu byť nerozvetvené alebo rozvetvené. Nerozvetvené lúče, nazývané aj **tvrdé**, sa nachádzajú v prednej časti plutvy, čím ju vystužujú. Tvrdé lúče sú niekedy veľmi ostré a hrotité a nazývajú sa inak aj ako **ostne** alebo **trne**. Takéto silné, výrazné ostne môžeme nájsť napríklad u invázneho sumčeka hnedého (*Ameirus nebulosus*) hned' na začiatku chrbtovej a prsných plutiev, pričom sú napojené na jedovú žľazu, preto manipulácia s touto rybou by mala byť opatrná, aby nedošlo k zraneniu. Rozvetvené lúče (inak **mäkké**) sa vyskytujú v plutve za tvrdými lúčmi a sú aj na samotný dotyk mäkké (Dungel & Řehák 2011).

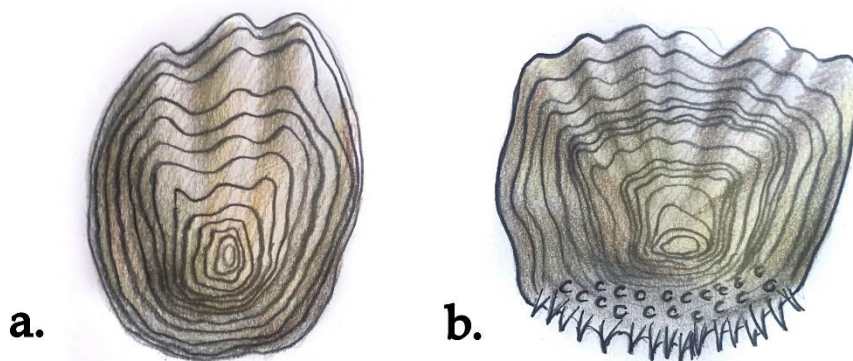
Obr. Plutvové lúče



Na tele ryby môžeme pozorovať plutvy **nepárové** a **párové**. Nepárové plutvy sa vyskytujú samostatne a to v určitých častiach tela, podľa ktorých získali aj svoje špecifické pomenovania. Na chrbte má ryba **chrbtovú** plutvu, na chvoste má **chvostovú** a v blízkosti análneho otvoru **análnu** plutvu. Pre pohyb samotnej ryby má najväčší význam plutva chvostová, ktorá vie urobiť silný záber a niekedy doslova vystreliť rybu smerom dopredu (Dungel & Řehák 2011). U našich rýb je zložená z dvoch lalokov, ktoré môžu byť zvonku rovnako veľké tj. súmerné – **homocerkná** plutva (u väčšiny rýb), alebo jeden lalok môže byť výrazne väčší ako ten druhý – **heterocerkná** plutva (u jeseterov). Párové plutvy sa vyskytujú v páre, čiže na oboch stranách na tele jedinca. Ich špecifické názvy sú taktiež odvodené od ich samotnej polohy na tele ryby. V oblasti prsnej sa vyskytujú **prsne** plutvy a v brušnej oblasti **brušné** (Dungel & Řehák 2011). Plutvy majú okrem pohybovej aj stabilizačnú a manévrovaciu funkciu (Hecker 2014). U lososovitých rýb a sumčeka môžeme ešte badať tzv. **tukovú plutvičku**, ktorá sa nachádza medzi chrbtovou a chvostovou plutvou. Nie je však tvorená kostenými lúčmi, ale väzivom. U niektorých druhov môže dochádzať k zrasteniu napríklad brušných plutiev do nepárového brušného prísavného disku (u býčka), alebo môžu úplne chýbať (u úhora). Je však zaujímavé, že brušné plutvy môžu mať u rôznych radov rôznu polohu. U kaprovitých rýb, ktoré predstavujú najväčšiu časť sladkovodných rýb z hľadiska počtu druhov, sú brušné plutvy umiestnené na spodnej časti tela **približne uprostred medzi plutvami prsnými a análnou plutvou** (Obr. Typy párových a nepárových plutiev ryby na str. 45). Avšak v prípade ostriežotvarých rýb (rad Perciformes) sú tieto plutvy **umiestnené pod plutvami prsnými** a u treskotvarých dokonca **až pred ne**.

Už z názvu radu Ostriežotvaré vyplýva, že jeho zástupcovia budia “ostrý” dojem a veru túto vlastnosť potvrdzuje napríklad prítomnosť **ktenoidných šupín** na ich tele, ktoré sú na dotyk drsnejšie, pretože na vonkajšej, vyčnievajúcej strane majú drobné, ostré zúbky. V porovnaní s kaprotvarými rybami, ktorých **cykloidné šupiny** sú okrúhle a hladké z vyčnievajúcej strany, pôsobia na dotyk drsnejšie

Obr. Šupiny rýb a.) cykloidná, b.) ktenoidná



U ostriežotvarých rýb je tiež chrbtová plutva zložená z dvoch častí, pričom predná časť je tvorená z tvrdých lúčov, ostňov a zadná z mäkkých, rozvetvených lúčov. Výrazné ostré lúče sa môžu nachádzať aj v rôznom počte v análnej plutve. Ak máme teda v rukách napríklad ostrieža zelenkavého (*Perca fluviatilis*), je potrebné dávať pozor jednak na zdravie samotnej ryby, s ktorou manipulujeme a tiež na nás samotných, aby sme sa nepopichali ostňami. Rad ostriežotvarých rýb je veľmi rozmanitý a zahŕňa rôzne druhy rýb, u ktorých chrbtová plutva môže mať rôzny tvar. Napríklad v niektorých prípadoch sú obe vyššie spomínané časti **navzájom spojené**, no u niektorých druhov sú **výrazne oddelené** a tvoria dve samostatné časti. Okrem toho tiež výška týchto dvoch častí chrbtovej plutvy je rôznorodá. U niektorých druhov je predná ostrá časť chrbtovej plutvy nižšia a zadná mäkká vyššia. U niektorých je to naopak a sú aj také druhy, ktoré majú tieto časti približne rovnako dlhé. Rôznorodé je to aj z hľadiska veľkosti úst. Niektoré druhy môžu mať **výrazne veľké ústa** presahujúce predný okraj oka napr. ostriež, či zubáč veľkoústy s prítomnými zubami, iné majú **ústa malé**, ktoré nesiahajú po oko napr. hrebenačky. Tieto ryby však majú jeden alebo aj dva trne na zadnom okraji viečkovej kosti (skrely). Môžeme teda vidieť, že táto skupina rýb v porovnaní s kaprotvarými rybami určite pôsobí ostrejším dojmom (Dungel & Řehák 2011).

Bočná čiara (*linea lateralis*)

Bočná čiara je veľmi dôležitým zmyslovým orgánom rýb. Vývojovo najjednoduchšia bočná čiara má zmyslové telieska uložené voľne v koži a u najdokonalejšieho typu bočnej čiary sú už zmyslové telieska uložené v kanálikoch na boku tela ryby. Kanálíky sa v hlavovej oblasti rozvetvujú, pričom bočná čiara sa zvyčajne tiahne za žiabrovými oblúkmi až do oblasti chvostového stbla. U niektorých druhov, napr. lopatky dúhovej, je bočná čiara veľmi krátka a začína a aj končí v prednej časti tela ryby za hlavou. To, či sa bočná čiara tiahne pozdĺž celého tela ryby, aký tvar má (rovný – prevažná väčšina druhov, zvltný – napr. šabl'a krivočiara), koľko šupiniek je v tejto bočnej čiare, sú tiež dôležitými určovacími znakmi. Pomocou tohto zmyslového orgánu dokážu ryby registrovať vlnenie vody spôsobené pohybom iných rýb, predmetov alebo prekážkami a vďaka tomu sa dokážu ryby dobre orientovať aj v nepriaznivých

svetelných podmienkach, či zachytiť informáciu o prítomnosti iných rýb aj na väčšiu vzdialenosť (Holčík & Hensel 1971, Hecker 2014)

Druhovú určovanie rýb

V našich vodách, či už stojatých alebo tečúcich, pláva veľké množstvo rôznych druhov rýb. Niektoré majú tak špecifický zjav, že už na prvý pohľad vieme aj u malého jedinca, o ktorý druh ide. Avšak sú aj také druhy, ktoré sú si veľmi podobné a ich určenie je teda o niečo komplikovanejšie. Pri určovaní jedincov do druhu nám najviac môžu pomôcť rôzne určovacie kľúče, ale aj atlasy, v ktorých sa často uvádzajú hlavné špecifické znaky pre konkrétny druh a ilustrácie. K významným telesným znakom, ktoré nám môžu napovedať o aký druh ryby ide patria: veľkosť a poloha úst, prítomnosť zubov, ich umiestnenie a počet, veľkosť a poloha oka, tvar trupu, počet šupín v bočnej čiare, typ, tvar a veľkosť šupín na tele, vzájomná poloha jednotlivých typov plutiev a ich tvar, počet lúčov v chrbtovej a análnej plutve, či počet, tvar a dĺžka fúzikov. Preto je dôležité, ak pozorovateľ ešte nevie dobre rozpoznávať jednotlivé druhy rýb, si pred samotným terénnym výjazdom zaobstarať dobrý atlas alebo určovací kľúč, prípadne najlepšie oboje a dobre sa s nimi zoznámiť. Vieme sa v nich často dočítať aj o spôsobe života jednotlivých druhov rýb a či sú pôvodné alebo nepôvodné na našom území alebo či majú dokonca invázny charakter.

Potrava

Veľká väčšina druhov rýb nie je priberčivá čo sa týka potravy a živí sa ako rastlinnou, tak aj živočíšnou potravou (napr. kapor, jalec, lieň). Hovoríme im **všežravce**. Takmer výlučne rastlinnou potravou (**bylinožravce**) sa živí u nás nepôvodný ázijský druh amur biely, ale aj plotica a podustva. Takýchto výhradne rastlinožravých druhov je ale u nás málo. Podustva severná zoškrabáva riasy z podkladu. K tomuto spôsobu príjmu potravy má aj prispôsobené ústa, ktoré už ako z jej druhového názvu vyplýva, má výrazne spodné (podustva = „podústa“) a sú v tvare ostrej hrany. V mladosti, v štádiu plôdika, sa mnoho druhov živí drobným **rastlinným** alebo **živočíšnym planktónom**. Po nejakom čase prechádzajú postupne na iný typ potravy. Dospelé ryby sa len výnimočne živia planktónom. Takýmto výnimočným **planktonožravým** druhom u nás je nepôvodný ázijsky tolstolobik biely, ktorý i napriek svojim veľkým rozmerom (môže dosahovať až vyše 1 metra) sa paradoxne živí takouto miniatúrnou potravou. Na účinné filtrovanie tejto drobnej potravy má prispôsobené žiabrové paličky, ktoré vedú planktón efektívne zachytiť. Na druhej strane **dravou rybou**, ktorá si potrebuje potravu aktívne uloviť, je napríklad šťuka, zubáč (majú výrazné zuby), sumec, či boleň, ktoré sa od určitého veku živia výlučne inými druhmi rýb. Je však dôležité zdôrazniť, že neexistuje takmer nijaká ryba, ktorá by nelovila napríklad larvy hmyzu, malé kôrovce, červy, či mäkkýše (Hecker 2014). Na záver je potrebné ešte spomenúť, že samotné zloženie potravy aj **toho istého druhu môže výrazne kolísat' v závislosti od rôznych faktorov** (napr. od veku ryby, ročného obdobia, charakteru prostredia a pod.).

Kapor alebo karas?

Kapor a karas sú ryby, ktoré radíme do čeľadi kaprovité (Cyprinidae) a radu kaprotvaré (Cypriniformes). Na prvý pohľad by si ne-rybár mohol pomyslieť, že ide o ten istý druh ryby, pritom je to úplne naopak. Nielen že ide o úplne iný druh, ale aj z hľadiska systematického aj o úplne iný rod.

Do čeľadi kaprovité radíme druhy, ktoré majú bezzubé čeľuste. Jediné zuby predstavujú tzv. pažerákové zuby, ktoré sa nachádzajú na poslednom páre žiabrového oblúku, čiže na živej rybe ich prakticky nie je možné navonok vidieť. Telo týchto rýb je až na výnimky pokryté cykloidnými šupinami (viď. vyššie). Ústa sú buď bez fúzikov, alebo sú prítomné max. 2 páry fúzikov. Brušné plutvy, ako sme už vyššie spomínali sa nachádzajú približne uprostred medzi prsnými plutvami a análnou plutvou.

Kapor predstavuje u nás najznámejšiu a hospodársky najvýznamnejšiu kaprovitú rybu. Divoká forma kapra tzv. **sazan** je dnes veľkou vzácnosťou. Existuje však niekoľko šľachtených foriem vytvorených rybárskym chovom, ktoré sa od seba výrazne líšia napríklad ošupením. Rybníčné formy kapra sú bežne vysádzané do našich vôd. Na rozdiel od sazana, ktorý má telo nízke, valcovité, rybníčný kapor má podobne ako karas telo vysoké, chrbát a brucho vyklenuté, zo strán stlačené. Rybníčný kapor môže mať tiež celé telo pokryté veľkými cykloidnými šupinami rovnako ako je to u karasa. Aké sú teda medzi týmito druhmi odlišnosti? Asi najvýraznejší rozdiel je, že na rozdiel od karasa, ktorý nemá žiadne fúzy, má kapor 2 páry fúzikov. Ďalšie rozdiely môžeme badať napríklad v tvare chrbtovej plutvy. Oba tieto druhy sú známe tým, že majú **dlhú bázu chrbtovej plutvy**, avšak kapor má zvyčajne prvé lúče o niečo dlhšie, preto môžeme v prednej časti tejto plutvy pozorovať výraznejší „**výkroj**“. U karasa takýto výraznejší „**výkroj**“ zvyčajne nepozorujeme. Mierne rozdiely medzi týmito dvoma druhmi môžeme sledovať aj v **tvare chvostovej plutvy** (obr. kapor vs. karas).

Príklady fotodokumentácie pobytových znakov pozorovaných na lokalitách pri Laborci:



4.5 Našli sme bezstavovce. O aké druhy ide?

Vo vode a blízko nej žijú okrem rýb a žiab, ktoré sú stavovcami (lebo majú kosti a chrbticu) aj mnohé iné živočíchy, ktoré počítame medzi bezstavovce. Tieto nemajú kosti ani chrbticu, ale ich telo je spevnené povrchovým pancierom z kutikuly, alebo je ich telo mäkké a niekedy môže vytvárať schránku (napr. pri mäkkýšoch, larvách potočníkov). Bezstavovcov, v porovnaní so stavovcami, žije vo vode často oveľa viac druhov. Zvyčajne sú aj menšie ako stavovce, preto si ich často ani nevšimneme. Výskyt týchto živočíchov je určený rôznymi faktormi prostredia, napr. teplotou vody, obsahom rozpustených plynov (najmä kyslíka), minerálov a iných chemických látok (aj znečisťujúcich), silou vodného prúdu, výškou vodnej hladiny, charakterom dna vody (napr. piesčité, kamenité), prítomnosťou rastlín a iných živočíchov, a pod. Podľa toho aké prostredie jednotlivé druhy uprednostňujú sa u nich vyvinuli rôzne prispôsobenia na život vo vode. Hovoríme, že sa na prostredie adaptovali. Tieto prispôsobenia môžu byť tvarové, ktoré sa dajú dobre využiť pri rozlišovaní živočíchov, ale môžu byť aj na prvý pohľad neviditeľné, napr. dýchanie kyslíka z vody, odolnosť voči nízkemu obsahu kyslíka, alebo vysokému obsahu rôznych chemických látok vo vode (napr. solí, znečisťujúcich látok, ...). Ak poznáme, aké majú živočíchy požiadavky na svoje životné prostredie, vieme podľa charakteru navštíveného prostredia očakávať (alebo predpovedať), čo by tam malo žiť. A naopak, ak v nejakom type prostredia očakávané druhy nežijú, môžeme povedať pravdepodobné príčiny, čo sa asi v prostredí stalo. Podobne ako obojživelníky sa aj mnohé bezstavovce vo vode len vyvíjajú a v dospelosti žijú mimo vody (napr. vážky, potočníky, podenky). Alebo vedľa vody načas opustia a sťahovať sa po suchu alebo preletieť povetím (napr. vodné chrobáky). Iné žijú vo vode natrvalo.

Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Bezstavovce	<p>Aké je zastúpenie skupín bezstavovcov na skúmaných lokalitách?</p> <p>Ako sa prispôbili bezstavovce na život vo vode?</p>
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
<ul style="list-style-type: none"> - symetria, - asymetria, - bioindikátor - bentos - planktón - predátor - filtrátor - krycie sfarbenie (viď študijný materiál) 	<ul style="list-style-type: none"> - gumené čižmy, pršiplášť - kuchynské sitko (čajové alebo aj väčšie), sieťka na planktón alebo sieťka na akváriové rybky s dlhšou rukoväťou, plastová alebo sklenená priehľadná nádobka na pozorovanie, lopatka - literatúra na určovanie bezstavovcov - zápisník, ceruza - fotoaparát, teplomer, vysúvací meter, prístroj na meranie chemických a fyzikálnych vlastností vody (pH meter s konduktometrom)

1. Aké skupiny/druhy bezstavovcov sú prítomné v okolí vodných plôch

Zamyslite sa nad tým aké rôzne bezstavovce ste pozorovali na prechádzke v blízkosti riek alebo jazier. Vypíšte si ich sem:

Vypíšte spôsoby, ktoré ste pri zisťovaní bezstavovcov použili:

Ako rozlišovať bezstavovce žijúce vo vode?

Bezstavovcov je oveľa viac druhov ako rýb a obojživelníkov. Vyzná sa v nich s istotou len špecialista, hydrobiológ. Mnohé sa navzájom podobajú, lebo sa rovnakým spôsobom prispôbili na prostredie, hoci nemusia byť príbuzné. Musíme si teda pozorne všímať znaky, ktoré ich odlišujú. Tie bývajú spísané a zvýraznené v príručkách na určovanie, tzv. určovacích kľúčoch. V nich nájdeme slovné charakteristiky druhov, ale stále základom zostáva porovnanie s obrázkom. Doplnujúcimi údajmi sú napr. aj veľkosť, alebo typ prostredia a obdobie roka, kedy živočíchy pozorujeme.

Návod pre prácu s učovacím kľúčom (doplníme čoskoro).

2. Pozorovanie bezstavovcov v teréne

Pred samotným pozorovaním bezstavovcov si zapíšte základne údaje o lokalite.

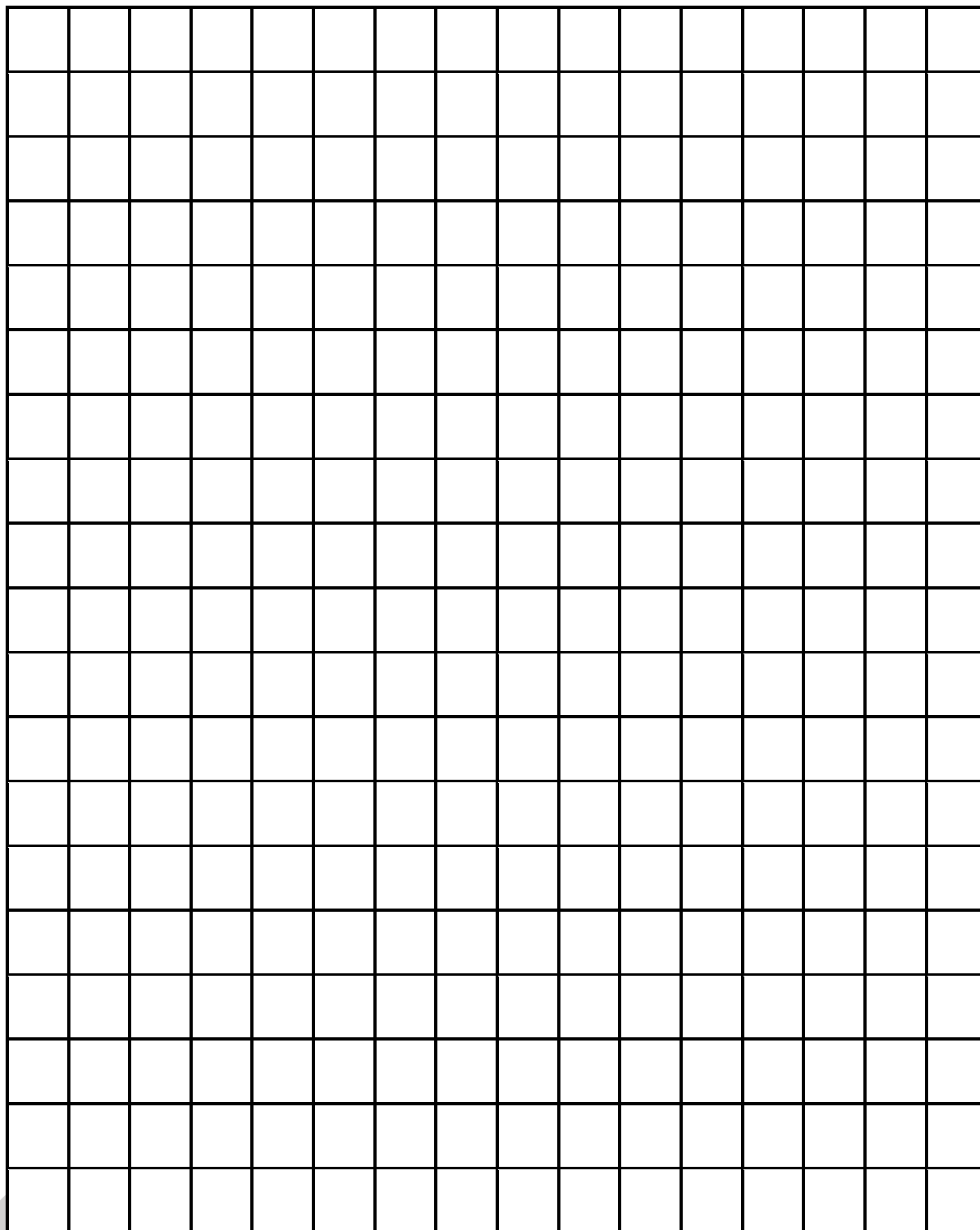
Pozorovateľ (meno a priezvisko):				
Názov lokality:			Dátum a čas pozorovania:	
Počasie:				
Vlastnosť vody/ teplota	Vlastnosť vody/ pH	Vlastnosť vody/ vodivosť	Výška vodnej hladiny v cm	Rýchlosť prúdenia vody)
prítomnosť živočíchov zakrúžkuj		<p style="text-align: center;">ÁNO NIE</p>		

Napište, aké bezstavovce sú prítomné na odbernej lokalite? Zamyslite sa nad symetriou tela nájdených živočíchov.

Lokalita	pozorovaný živočích/skupina živočíchov	Symetria tela

Pozn. Pri zisťovaní symetrie tela pracujte s vopred pripravenou mriežkou so známou mierkou. Pri zisťovaní druhov pracuj s určovacím kľúčom.

Mriežka s rozmerom 1x1 cm



3. Vyhodnotenie pozorovaní v škole

Do tabuľky zaznamenajte prispôsobenia nájdených bezstavovcov na skúmané prostredie. Zamerajte sa na dýchacie orgány, prítomnosť končatín a ich stavbu.

Pozorovaný živočích/skupina	Prispôsobenie na život vo vode na lokalite

Uvažujte nad spôsobom príjmania potravy na základe anatómie tela nájdených živočíchov. Svoj predpoklad zapíšte do tabuľky, Na základe zistených údajov o živočíchoch nájdite doplňujúce informácie o spôsobe príjmania potravy a overte svoj predpoklad. Čím sa živia tieto živočíchy?

Pozorovaný živočích/skupina živočíchov	Predpokladaný spôsob výživy	Spôsob výživy

Ktorá adaptácia umožňuje bezstavovcom charakteristické prijímanie potravy (premenené končatiny, premenené ústne orgány, zmysly, športový tvar tela....

Tu je miesto pre vašu fotografiu, na ktorej je pozorovateľná adaptácia bezstavovca:

Zistené rozdiely v zastúpení bezstavovcov medzi stojatými a prúdiacimi vodami

Živočíchy/skupiny v stojatej vode	Živočíchy/skupiny v prúdiacej vode

Spôsob pohybu a ukotvenia o podklad vo vodnom toku

Na základe rozmanitosti prítomných bezstavovcov odhadnite stupeň čistoty vody. Prepojte vaše zistenia s výsledkami analýzy vody meracími prístrojmi a výsledkami mikrobiologickej analýzy a formulujte záver o stave vodného toku prepojením skúmania vody z rôznych hľadísk.

Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať náčrt prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečné slovo.

Študijný text

Metódy odchyту vodných bezstavovcov

Mikroskopické organizmy: Jednobunkové mikroorganizmy nežijú veľmi vo voľnej vode. Potrebujú potravu a nevedia sa rýchlo premiestňovať na väčšie vzdialenosti. Preto žijú na povrchovej blanky vody, na povrchu ponorených predmetov, na rastlinách. Všade tam sa uchytia a množia baktérie a jednobunkové riasy, sinice, či rozsievky, ktorými sa môžu jednobunkovce živiť. Preto je vhodné mikroskopické organizmy zbierať z povrchov, ktoré sme menovali. Okrem jednobunkovcov môžeme takto zachytiť aj mnohobunkové organizmy, napr. vírniky, pomalky. Na zber musíme použiť nádobku, do ktorej naberieme vodu z hladiny, alebo zoškrabeme povlaky z kameňov, rastlín a ponorených driev a pod.

Vo voľnej vode sa vyskytuje mnoho mikroskopických mnohobunkových organizmov. Sú to najmä kôrovce a vírniky. Z vodného stĺpca získame organizmy tzv. planktonickou sieťkou (sieťka so spevneným okrajom), ktorou vodu prefiltrujeme. Ide vlastne o sieťku z veľmi jemnej tkaniny, ktorá je upevnená na obruči s rôzne dlhým držadlom. Na konci lievikovitej sieťky je upevnená malá priehľadná nádobka, do ktorej sa zachytávajú organizmy chytené s vodou do sieťky. Prebytočná voda odtečie medzi okami tkaniny preč. V priehľadnej nádobke vieme pohľadom proti svetlu kontrolovať, prítomnosť organizmov. Keďže je obruč sieťky okrúhla alebo štvorhranná a keď vieme odhadnúť aký dlhý záťah sme sieťkou vo vode urobili, môžeme si vypočítať, aký objem vody sme prefiltrovali sieťkou. Potom si pri prezretí celej získanej prefiltrovanej vzorky môžeme vypočítať, koľko jedincov rôznych organizmov sa nachádzalo v istom objeme vody. Takúto početnosť je vhodné prepočítať na počet jedincov na 1 liter, aby sme mohli vzorky vody navzájom porovnávať.

Na pozorovanie veľmi malých organizmov potrebujeme mikroskop. Zo vzorky vody v laboratóriu odoberáme pipetou malé objemy. Kvapneme kvapku na podložné sklíčko, prikryjeme ju krycím sklíčkom a môžeme pozorovať pod mikroskopom. Mikroorganizmy sa v mikroskopických vzdialenostiach, ktoré pozorujeme v mikroskope, pohybujú pomerne rýchlo a zle sa preto pozorujú. Preto sa odporúča spomaliť pohyb niekoľkými vláknami z vaty, zahustiť roztok roztokom želatíny, alebo oxypropylcelulózu.

Ako zistiť akého živočícha som našiel?

Informácie o skupinách vodných bezstavovcov získate od učiteľa. Pri určovaní nájdeného organizmu použi obrázkový určovací kľúč dostupný online alebo cez QR kód EMZ05

4.6 Aké sinice a riasy rastú v okolí vodných tokov a plôch?

Vody, napr. moria, jazerá, rieky, potoky, či dokonca dažďové kaluže sú miestom, kde to môže naozaj „žiť“. Okrem vírusov, baktérií a mikroskopických húb sú zvyčajne permanentnými obyvateľmi vodného prostredia (vedci by povedali „akvatických habitatov“) rastliny a živočíchy. Tieto sa môžu nachádzať na dne (vtedy hovoríme o bentose, s príponou fyto- pre rastlinnú zložku a zoo- pre živočíšnu), alebo vo vodnom stĺpci, kde je dostatočné slnečné žiarenie pre proces fotosyntézy (teda tzv. fytoplanktón a zooplanktón). Ako vieme, pri fotosyntéze sa tvoria organické látky (cukry) a kyslík. Preto je tzv. rastlinná zložka vodného prostredia veľmi dôležitá, keďže zabezpečuje potravu pre rozmanité živočíchy zapojené do tzv. potravného reťazca.

Bez ohľadu na to, do ktorej skupiny jednotlivé riasy patria, poznáme ich najmä ako jednobunkové organizmy, alebo vláknité organizmy, niekedy vytvárajúce zhľuky, tzv. kolónie. Vo vzorkách z prírody môžeme dokonca v jednej kvapke vody nájsť zástupcov rias z viacerých skupín. Jednotlivé skupiny rias sú primárne charakterizované štruktúrou stielky (stielka je vegetatívne telo rias, teda štruktúra, ktorú vidíme voľným okom, alebo mikroskopom). Veľkosť rias sa pohybuje od drobného planktónu, ktorý sfarbuje vodu na zeleno, hoci jednotlivé bunky voľným okom nevidíme, až po obrovské riasy, ktoré v moriach môžu dosahovať dĺžku až desiatok metrov.

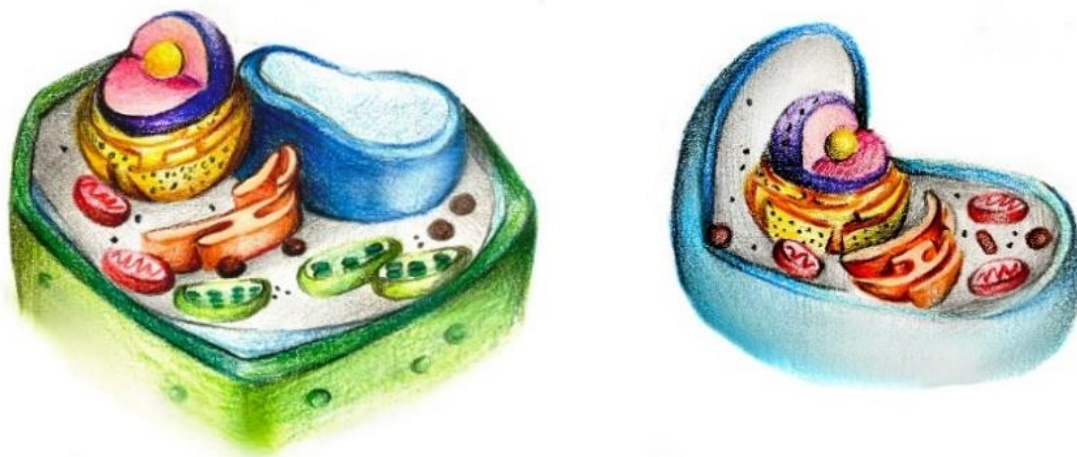
Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Biomonitoring znečistenia vôd s využitím siníc a rias	<p>Aká je rozmanitosť rias a siníc v študovanom vodnom prostredí?</p> <p>Pozorovali sme v svojom okolí výskyt tzv. „vodného kvetu“?</p> <p>Aké je množstvo chlorofylu vo vzorkách planktónu v závislosti od hĺbky odberu vzorky smerom ku dnu?</p>
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
<ul style="list-style-type: none"> - stavba rastlinnej bunky, - stavba bakteriálnej bunky - bunková organizácia a vláknitá organizácia rias, - chlorofyl - sinica - „vodný kvet“ - planktón a bentos (viď študijný text) 	<ul style="list-style-type: none"> - uzatvárateľné zaváraninové poháre (napr. z detskej výživy), - kovové sitko z kuchyne, - pinzeta, - kvapkadlo, - permanentná fixka na označenie vzoriek, - mobil s fotoaparátom (aspoň jeden v skupine), - lupa - oblečenie do terénu (ideálne aj gumené čižmy, ideálne tzv. „rybárske prsačky“) - mikroskop, pomôcky na mikroskopovanie

1. Pripravujem sa na pozorovanie prítomnosti siníc a rias vo vode

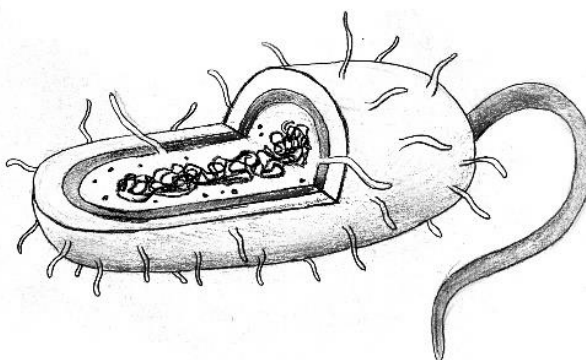
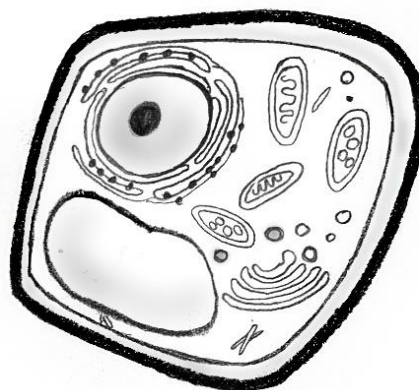
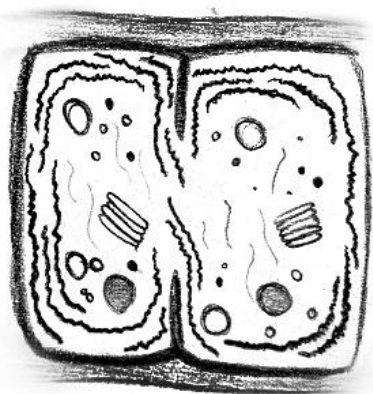
Súčasťou planktónu je okrem fytobenotsu (drobné rastlinné organizmy) aj zoobentos (drobné živočíšne organizmy). Ako odlíšime drobné organizmy so schopnosťou fotosyntézy (autotrofné) od živočíšnych (heterotrofné)? Pre obe je typické, že ich základnou stavebnou jednotkou je bunka.

rastlinná verus živočíšna



Napiš rozdiely medzi rastlinnou a živočíšnou bunkou

Zamysli sa nad stavbou organizmov na obrázkoch. Vyber ten, o ktorom si myslíš, že predstavuje sinice a popíš vlastnými slovami stavbu tohto organizmu.



Zdôvodni svoj výber:

Pozorovanie vzorky vody voľným okom:

Máš pred sebou vzorku vody. Zapiš svoj predpoklad o prítomnosti siníc a rias a odhadni čistotu vody na základe pozorovania voľným okom. Odlíšuj prítomnosť makroskopických organizmov (rias) a tiež mikroskopických organizmov (rias a siníc).

Svoje pozorovania a predpoklady zapiš do tabuľky:

Vzorka č.	Priehľadnosť/sfarbenie	Predpoklad prítomnosti rias áno/nie	Predpoklad prítomnosti siníc áno/nie	*Odhad miesta odberu vzorky
1				

Pozn. *pri odhade miesta odberu zohľadni viacero faktorov, uvažuj či ide o stojatú vodu, tečúcu vodu, odber vody z vodného stĺpca, odber vody z blízkosti dna a pod.

Tréning na pozorovanie vzorky pod mikroskopom:

Pozoruj organizmy vo vzorke vody pod mikroskopom. Pred samotným mikroskopovaním vzorky vody prefiltruj s použitím filtračného papiera alebo gázy. Materiál na filtroch odober pipetou, alebo pinzetou a vlož do kvapky vody na podložné sklíčko. Prikry krycím sklíčkom a pozoruj pod mikroskopom. Nie je potrebné, aby si v tejto fáze určil či ide o riasu alebo sinicu. Stačí ak zaznamenáš prítomnosť mikroskopických a makroskopických organizmov.

Vzorka č.	Nákres mikroskopického organizmu	Nákres makroskopického organizmu
1		

Pozn. Mikroskopické pozorovania môžete opakovať 3x a tak zaznamnať väčšie spektrum organizmov.

Oboznámte sa s určovacími kľúčmi na určovanie niektorých nápadných skupín sladkovodných rias a siníc, ktoré sú dostupné na effuse.science.upjs.sk/urcovacie-kluce.

A

Riasa, ktorú pozoruješ je:

1. **Makroskopická** (vidíš ju vo vode voľným okom)
2. **Mikroskopická** (vidno ju iba mikroskopom)

Makroskopické riasy

Makroriasy

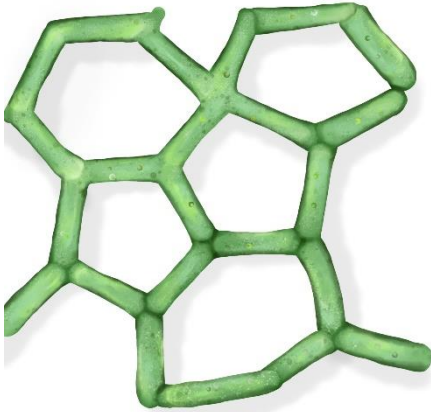
1. Majú vetvenú stielku

Chara

Nietella



Hydrocition



Batrachospermum



2. Stielka sa nerozvetvuje

Spirogyra



Mikroskopické riasy Mikroriasy

1. Nemajú schránku

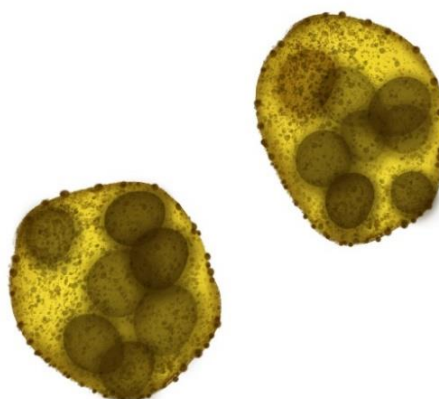
Jednobunkové

Euglena



Tvorí kolónie

Volvox

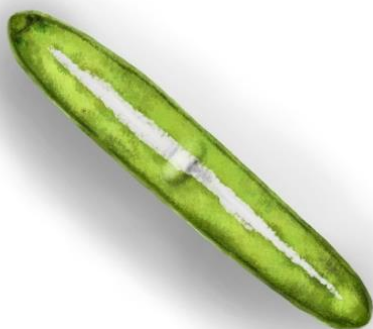


2. Majú schránku

Rozsievky

Schránka je podlhovastá

Pinularia



Fragillaria

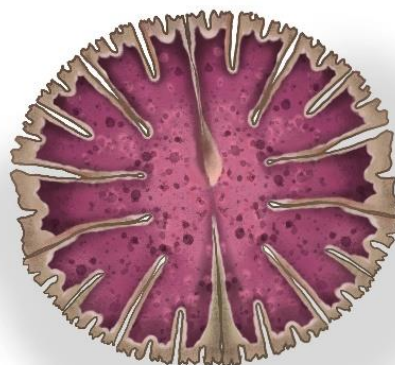


Schránka je okrúhla

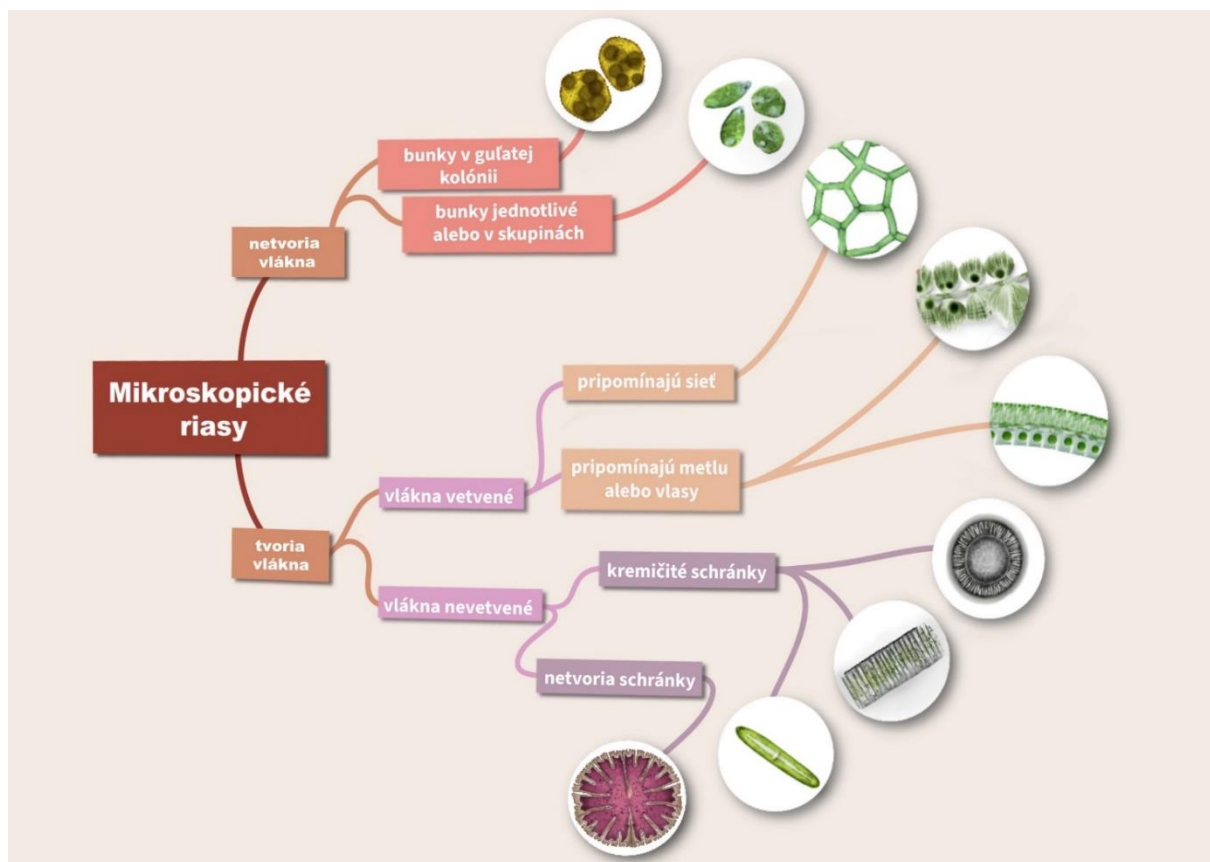
Cyclotella



Micrasterias



Pre prehľad uvádzame aj jednoduché schématické zobrazenie určovacieho kľúča.



Na základe prítomnosti rias a siníc, ktoré ste pozorovali pod mikroskopom prehodnot' tabuľku, ktorú ste vyplnil v úvode (pri pozorovaní voľným okom) a ak je to potrebné zmeňte svoje záznamy.

Vzorka č.	Priehľadnosť/sfarbenie	Predpoklad prítomnosti rias áno/nie	Predpoklad prítomnosti siníc áno/nie	*Odhad miesta odberu vzorky
1				

Určite ste už počuli o zákaze kúpania v niektorých stojatých vodách v horúcich letných mesiacoch, ktoré sa neodporúča pri premnožení siníc. Zamyľte sa nad nasledujúcimi otázkami.

Čo je príčinou premnoženia?

Čo je príčinou zákazu kúpania?

2. Zisťovanie prítomnosti siníc a rias vo vode v teréne

Aké je množstvo chlorofylu vo vzorkách planktónu v závislosti od hĺbky odberu vzorky smerom ku dnu?

V teréne odoberte rovnaké množstvo vzorky (s mikroorganizmami, prípadne zeleným povlakom) z vody do zavaraninových pohárov. Poháre by mali byť jednej veľkosti a najlepšie aj rovnakého tvaru, aby ste odhadom dokázal odobrať rovnaké množstvo vzoriek vody. Pre odber si zvolte či odobriete vzorku vody z vodného stĺpca, vzorku z vody v blízkosti dna (ak to ráz lokality umožňuje) alebo vzorku z povrchu kameňov, alebo dreva, ktoré sú ponorené vo vode. Voľba závisí vždy od charakteru lokality.

Odobraté vzorky vody prefiltrujte s použitím filtračného papiera prípadne gázy. Filtračné papiere (gázy) po filtrácii vzoriek vodných mikroorganizmov vyhodnoťte voľným okom. Pozorujte množstvo chlorofylu vo vzorkách vody – teda charakteristické zelené sfarbenie. Množstvo zachytenej biomasy predstavuje množstvo mikroorganizmov vo vzorke. Intenzita zeleného sfarbenia reprezentuje množstvo rias vo vzorke. Aj keď možno objavíte vo svojej vzorke živočíchy, sústreďte sa teraz výlučne na prítomnosť zástupcov z ríše rastlín. Ak máte smartfón odfoťte biomasu na filtračnom papieri. Vyhodnoťte množstvo biomasy na filtroch (gáza, filtračný papier, sitko a pod.) a zoradte ich podľa vzostupného poradia. Opíšte miesto odberu vzorky. Na vyhodnotenie odobratých vzoriek použite tabuľku.

Vzorku hodnotil (meno a priezvisko):				
Názov lokalít:			Dátum a čas odberu vzorky:	
Počasie:				
Vzorka č./lokalita	Priehľadnosť / sfarbenie pred filtráciou	Množstvo biomasy na filtri *	Popis odberného miesta	Vzostupné poradie vzoriek (1-10) podľa rastúceho množstva biomasy **

Pozn. *1 - 3 (1 – najmenej, 3– najviac), ** (vzorka z lokality s najnižším množstvom biomasy) 10 - (vzorka z lokality s najvyšším množstvom biomasy)

TIP: V prípade, že sa rozhodnete odobrať rôzne vzorky v zavaraninových pohároch si ich označte nasledovne:

Vzorka č.1 (**S** – stĺpec) - vzorka z vodného stĺpca,

Vzorka č.2 (**D** – dno) - vzorka z vody v blízkosti dna (ak to ráz lokality umožňuje)

Vzorka č.3 (P – povrch) - vzorka z povrchu kameňov, alebo dreva, ktoré sú ponorené vo vode.

TIP: Označte si filtračné papiere (gázy) aby nedošlo k zámene vzoriek (písmenami **S,D,P**). Ak sa rozhodnete odorať aj vzorku s vodnej hladiny označte si ju písmenom **H**.

Napíšte názov lokality, kde ste zaznamenali najväčšie množstvo biomasy na filtri.

Formulujte predpoklad čím to mohlo byť spôsobené?

Prečítajte si štúdijný text pod pracovným listom a overte svoje predpoklad.

Pozn.: Na odbernej lokalite odoberte ešte jednu sériu vzoriek vody. Tieto vzorky nefiltrujte. Budte ich vyhodnocovať pod mikroskopom po návrate do školy.

3. Určovanie rias a siníc pomocou určovacieho kľúča

Pozorujte pod mikroskopom mikroorganizmy vo vzorkách vody, ktoré ste si priniesli z terénu. Pomocou kľúča určte či ide o sinice alebo riasy. Pokúste sa zistiť rod do ktorého patria sinice alebo riasy prítomné vo vzorke vody. Pozorovania zapíšte do tabuľky.

Vzorku hodnotil/a (meno a priezvisko):					
Názov lokality:			Dátum a čas odberu vzorky:		
Počasie:					
Vzorka č.	Nákres pozorovaného preparátu	Prítomnosť rias áno (druh) /nie	Prítomnosť siníc áno (druh) /nie	Odhad čistoty vody	Miesta odberu vzorky

Zakreslené preparáty vyhodnoťte na prítomnosť mikroorganizmov, zelené bunky predstavujú autotrofné riasy a sinice. Použite určovacie kľúče.

Zdieľajte získané informácie s ostatnými v pracovnej skupine. Vypíšte spoločne prítomnosť siníc a rias pre jednotlivé lokality.

Výsledná tabuľka

Lokalita (názov)	Prítomné sinice (rody)	Prítomné riasy (rody)	Čistota vody

Pri odhadovaní čistoty vody si pomôžte nižšie uvedenou zjednodušenou tabuľkou vyjadrujúcou indikačnú schopnosť skupín rias a siníc

Čistá	Málo rias a siníc Rozsievky a chary v malom počte
Znečistená	Viac druhov rias a siníc Rozsievky a chary vo veľkom počte
Silno znečistená	Veľa rias, prítomné euglény

Na základe rozmanitosti prítomných rias a siníc odhadnite stupeň čistoty vody a porovnajte s vašim predpokladom z pozorovaní voľným okom. Prepojte vaše zistenia s výsledkami analýzy vody meracími prístrojmi a výsledkami mikrobiologickej analýzy a formulujte záver o stave vodného toku prepojením skúmania vody z rôznych hľadísk.

Záver

Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať nákres prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečne slovo.

Študijný text

Na chvíľu sa zastavte a pozrite sa na seba. Koľko organizmov vidíte? Najprv vás asi napadne, že vidíte iba jeden: seba. Ak by ste sa ale prezrel/a poriadne zblízka, na povrchu kože alebo v zažívacom trakte, uvideli by ste tam žiť obrovské množstvo ďalších organizmov. Je to tak, naše telo je domovom pre ďalších asi sto miliónov buniek! To znamená, že naše telo je vlastne ekosystémom. Tiež to znamená, že naše telo je v skutočnosti súborom oboch hlavných typov buniek – prokaryotických i eukaryotických.

Všetky bunky patria do jednej z týchto dvoch širokých kategórií. Ako prokaryota (predpona pre znamená pred, prvotné, a slovo kary znamená jadro) sú klasifikované iba jednobunkové organizmy z rodu Bacteria a Archaea. Zvieratá, rastliny, huby sú potom všetci radení do eukaryot (predpona eu znamená dobre, správne) a tieto organizmy sú tvorené eukaryotickými bunkami.

Teda ak by sme rozdelili bunkové organizmy do dvoch skupín, tak rozlišujeme prvojadrové (**prokaryota**) a jadrové (**eukaryota**). Základný rozdiel je v tom, že prokaryota (prvojadrové organizmy) nemajú niektoré z organel: pravé jadro oddelené od cytoplazmy membránou, Golgiho aparát, mitochondrie, pravé vakuoly, DNA s ribozómami sú sústredené v centrálnej časti bunky - karyoplazme (nukleoplazme), ktorú obkolesuje vonkajšia chromatoplazma.

Stavba prokaryotickej bunky

Aby sme mohli hovoriť o bunke, musí obsahovať niekoľko kľúčových častí. A je jedno, či máme na mysli bunku prokaryotickú alebo eukaryotickú. Všetky bunky musia mať tieto 4 kľúčové súčasti:

1. Plazmatická membrána- je vonkajší obal, ktorý oddeľuje vnútornú časť bunky od vonkajšieho prostredia.
2. Cytoplazma pozostáva z rôsolovitého cytosolu a bunkových štruktúr, ktoré sú rozmiestnené v cytosole. U eukaryot je za cytoplazmu považovaná oblasť medzi jadrom a plazmatickou membránou.
3. DNA je genetický materiál bunky.
4. Ribozómy sú molekulárne továrne syntetizujúce bielkoviny.

Prokaryota sú jednoduché jednobunkové organizmy, ktoré nemajú jadro ani organely ohraničené membránou. Hlavnou vecou, ktorú si musíme pre túto chvíľu zapamätať je, že prokaryotické bunky nie sú vo vnútri rozdelené membránovými štruktúrami, ale je v nich jeden veľký otvorený priestor.

Väčšina prokaryotickej DNA, sa nachádza v centrálnej časti bunky, ktorej sa hovorí nukleoid a zvyčajne je tvorená jednou veľkou slučkou molekuly DNA zvanou cirkulárny chromozóm. Nukleoid a ďalšie charakteristické štruktúry prokaryot sú znázornené na obrázku nižšie vo výreze tyčinkovitej baktérie.

Aké by to asi bolo žiť v dome s jednou miestnosťou? Veci by sa razom stali jednoduchšie. Jedli by sme, spali, pracovali a odpočívali v tej istej miestnosti. Bola by to asi otrava, ale zato upratovanie by bolo raz dva.

Prokaryotické bunky, jednoduché bunky organizmov ako napríklad baktérie, sú niekedy porovnávané s jednoizbovými domami: nemajú vnútorné membrány, takže sú ako miestnosť bez múrov, ktorá by ju mohla lemovat'.

Stavba eukaryotickej bunky

Pokiaľ rozšírime túto analógiu na eukaryotické bunky, zložitejšie bunky, ktoré tvoria rastliny, huby a zvieratá, zistíme, že na pomyselnom realitnom trhu sú rozhodne krok dopredu.

Rovnako ako veľký rodinný dom je rozdelený do mnohých izieb s rôznymi účelmi (spálne, kúpeľne, kuchyne, obývacía izba atď.) eukaryotické bunky obsahujú množstvo rôznych oddielov so špecializovanými funkciami, ktoré sú od seba oddelené vrstvami membrán. Táto organizácia umožňuje každému oddeleniu udržať si svoje vlastné podmienky, vďaka ktorým môže vykonávať svoju prácu.

Aké sú kľúčové súčasti eukaryotických buniek? Na rozdiel od prokaryotických buniek majú eukaryotické bunky:

1. Membránové jadro, čiže centrálnu dutinu obklopenú membránou, ktorá obsahuje genetický materiál bunky.
2. Membránové organely so špecializovanými funkciami. (Organela znamená v preklade „malý orgán“. Rovnako ako orgány v našom tele majú organely jedinečné funkcie v rámci väčšieho systému bunky.)
3. Na rozdiel od jedného kruhového chromozómu pri prokaryotoch majú eukaryoty jeden alebo viac lineárnych chromozómov.

Medzi membránové organely so špecializovanými funkciami, patria lyzozómy, ktoré fungujú ako recyklačné strediská a musia udržiavať kyslé pH, aby sa odstránil odpad z buniek. Podobne sú na tom štruktúry nazývané peroxizómy, ktoré vykonávajú chemické reakcie zvané oxidačné reakcie a produkujú peroxid vodíka. Pokiaľ by neboli tieto látky bezpečne skladované vo vlastnej „izbe“, hrozí tým poškodenie bunky.

Sinice morfológiou svojich buniek vykazujú viac podobností s gramnegatívnymi baktériami, no aj vďaka svojej schopnosti fotosyntetizovať boli priradené do rastlinnej ríše. Keďže majú sinice z hľadiska stavby bunky mnohé znaky podobné s baktériami označujeme ich aj pojmom – cyanobaktérie. Názov pochádza z lat. cyano – modrý, pretože tieto organizmy obsahujú modrozelené farbivo fykocianín. Slovenský názov „sinice“ je odvodený od slova siný – modrý.

Mikroskopické organizmy zahŕňajú širokú škálu organizmov, ktoré zahŕňajú všetky skupiny: rastliny, živočíchy, baktérie, archeóny a huby. Všetky spája jedna vlastnosť a to, že ich nie je možné pozorovať voľným okom ako samostatné organizmy. Vidno ich len pri ich premnožení vo forme napr. zeleného povlaku (vodný kvet - premnoženie siníc), zakalenia vody (zmena priehľadnosti, ktorá nie je spôsobená vplyvom abiotických faktorov). V tejto časti sa venujeme mikroskopickým organizmom schopným fotosyntézy teda sladkovodným autotrofným organizmom ku ktorým spolu so sinicami radíme aj riasy. Zjednodušene môžeme deliť riasy na červené riasy, rôznobičikaté riasy (najmä rozsievky), červenoočká a zelené riasy.

4.7 Našli sme lišajníky. Čo nám hovorí ich prítomnosť o životnom prostredí?

Životné prostredie predstavuje dôležitý aspekt pri tvorbe vhodných podmienok pre existenciu organizmov na Zemi a ako aj ich vývoja. Dynamická spoločnosť robí stále nové pokroky v oblasti vedy a výskumu a výrazné nároky človeka na život zanechávajú markantné stopy na životnom prostredí. Rôzne typy priemyslu, technického vývoja nedbajú na dopady, ktoré na prírode zanechávajú. Najviac tým trpí ovzdušie, voda a pôda. Všetky tri zložky predstavujú životné prostredie pre rastliny a živočíchy, pre ktoré sú aj domovom. Človek tieto zložky ovplyvňoval od pradávna pozitívne no častokrát aj negatívne. Dnes už vieme povedať, že kvalita životného prostredia je zrkadlom dnešnej spoločnosti.

Hlavné zdroje znečistenia životného prostredia sú najmä emisie, pochádzajúce z antropogénnej činnosti, banskej činnosti a ich dôsledkom cez ovzdušie (vo forme zrážok, prachu...) sa dostávajú do pôdy z ktorej sú následne vymývané do povrchových či podzemných vôd. Na prítomnosť ťažkých kovov sú citlivé takmer všetky organizmy. Existujú aj také, ktoré sú schopné prežiť v týchto „extrémnych podmienkach znečistenia“ celý život tým, že sa na tieto podmienky adaptujú. Medzi takéto organizmy patria napríklad lišajníky (symbiotické organizmy obsahujúce hubu, sinicu, riasu). Nakoľko nemajú koreňový systém, zdrojom živín je pre ne najmä atmosféra. Keďže sa v atmosfére nenachádza toľko živín ako v pôde, lišajníky sa adaptovali aj na stanovištia, ktoré sú extrémne pre iné organizmy. Na základe týchto skutočností, lišajníky predstavujú vhodné organizmy z hľadiska biomonitoringu. Pomalý rast a dlhovekosť lišajníkov sú z hľadiska biomonitoringu kľúčové. Dajú sa pomocou nich monitorovať oblasti dlhodobo a to z viacerých pohľadov. Či už prítomnosť lišajníkov, ktoré sú citlivé na znečistenie, meranie ich rastu, alebo komplexnejšia prvková analýza stielky a kumulácia polutantov z prostredia.

Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Lišajníky	Aké druhy lišajníkov sa nachádzajú na lokalite? Aká je frekvencia výskytu lišajníkov v danej oblasti? Čo nám prezrádzajú nájdené druhy lišajníkov o danej oblasti?
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
Biomonitoring, lišajník, stielka, ťažké kovy, kvalita ovzdušia, zdroje znečistenia,	<ul style="list-style-type: none"> - GPS navigáciu - fotoaparát - zápisník+ písacie potreby - jednoduchý kľúč na určovanie lišajníkov - pršiplášť - papierové sáčky na odber materiálu - pinzeta alebo iný tenký nástroj na odobratie lišajníka zo substrátu (kôra stromu) - fľaša s vodou - lupa

1. Zoznamujem sa s lišajníkmi - príprava pred prácou v teréne

Čo si predstavuješ pod pojmom lišajník?

Rozoznáš lišajník od machu? Označ obrázok o ktorom si myslíš, že predstavuje lišajník.



Je to mach alebo lišajník?

Na základe akých znakov vieme odlíšiť, či ide o lišajník alebo mach? Máte pred sebou dve vzorky. Jedna predstavuje lišajník a druhá mach. Pozorujte ich pod lupou, viete na základe ich vzhľadu a morfológie rozhodnúť, o ktorý ide?

Pomocou kľúča na identifikáciu makrolišajníkov, ktoré sú ukazovateľmi kvality ovzdušia sa oboznám so stavbou stielky (tela) machu a lišajníkov. Svoje pozorovania a zistenia zapíš do tabuľky.

Vzorka	Farba	Stavba	Veľkosť	lišajník/mach
1				
2				
3				

Čo myslíš koľko druhov lišajníkov môžeme v znečistenom prostredí očakávať?

Pred tým ako pôjdeš do terénu naštuduj si jednoduchý kľúč na určovanie lišajníkov.

2. Zisťovanie prítomnosti lišajníkov v teréne

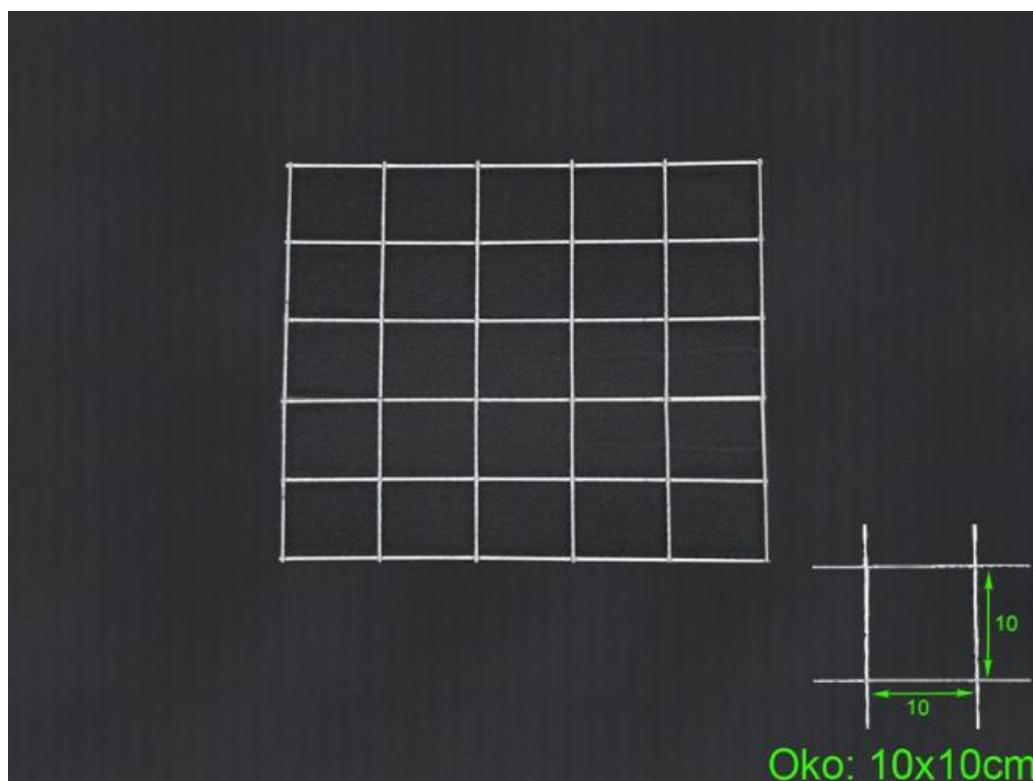
Zisťovanie početnosti lišajníkov

Na určenie znečistenia životného prostredia na základe početnosti lišajníkov použijeme priestorové siete, v ktorých stanovíme početnosť lišajníkov v pozorovaných lokalitách.

Návrh na vytvorenie siete:

1. Vezmite si starú plachtu, šatku, ktorá má minimálne rozmery 70x70cm.
2. Zakreslite si do vnútra plochy tejto siete štvorce 10x10cm na plochu 50x50cm
3. Tieto štvorce vystrihnite, aby vám tam ostal prázdny priestor

Pomôcka: Výsledok ako by mala sieť vyzerat' je na obrázku.



Pracujte v troj až štvorčlennej skupine. Na navštívenej lokalitách použi vytvorenú sieť na troch ľubovoľných miestach a spočítajte koľko lišajníkov sa tam vyskytuje.

Tu je tabuľka na spracovanie údajov, ktoré získaš zo sieťky:

Názov lokality		Názov lokality		Názov lokality	
Sieťka na mieste č.	Početnosť	Sieťka na mieste č.	Početnosť	Sieťka na mieste č.	Početnosť
1.		1.		1.	
2.		2.		2.	
3.		3.		3.	

V prípade, ak sa na navštívenej lokalite nachádzajú lišajníky najmä na kôre stromov, zistíte ich početnosť alternatívnym spôsobom. Na vybraných troch stromoch zistíte početnosť na vymedzenej ploche. Najvhodnejšou voľbou je vymedzenie plochy približne 1 meter nad zemou do výšky 2 m nad zemou po celom obvode stromu (viď schématický náčrt).



Tabuľka na spracovanie údajov, ktoré získate z pozorovania stromov.

Strom	Početnosť lišajníkov	Lokalita
1.		
2.		
3.		
4.		

Odber a fotodokumentácia lišajníkov

Vašou úlohou je pokúsiť sa nájsť 5 odlišných lišajníkov (najmenej 3), odfotografovať ich a zapísať si o nich údaje do tabuľky. Sústreď sa na farbu, veľkosť a povrch (substrát) na ktorom rastie.

Odfot' lišajník, ktorý si našiel pomocou aplikácie umožňujúcej zaznamenanie GPS súradníc, napr. GPS MAP Camera



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.jkfantasy.gpsmapcamera&hl=sk&gl=US>

Označenie lišajníka	Lokalita	Substrát	Farba	Veľkosť v mm	GPS
č.1					
č.2					
č.3					

3. Vyhodnotenie pozorovaní v škole

Ak ste náhodou priniesli organizmy, o ktorých ešte nevíete s učiteľom rozhodnúť či ide o lišajník alebo mach pozrite sa na informácie uvedené v určovacom kľúči a určite druh lišajníka. Všetky informácie zaznamenajte do tabuľky. Vychádzajte z údajov získaných v teréne, ktoré ste si zapísali do predchádzajúcich tabuliek. Tabuľka je pripravená pre údaje z troch lokalít.

Výsledná tabuľka

Vzorka lišajníka	Názov lokality	GPS údaj	Druh
1			
2			
3			
4			
5			
1			
2			
3			
4			
5			
1			
2			
3			
4			
5			

Určenie prepokladaného stupňa znečistenia v závislosti od počtu lišajníkov v danej lokalite

Stupeň znečistenia budeme zisťovať frekvenčnou metódou. Frekvenčná metóda je metóda, ktorá nám hovorí o frekvencii (početnosti) druhov lišajníkov v testovanej oblasti použitím vzorca:

$$I\check{C}P = \sum F$$

IČP index čistoty prostredia

Σ Suma - súčet

F je frekvencia každého druhu lišajníka, ktorá sa vypočíta ako počet lišajníkov prítomných v štvorcovej mriežke (štvorec s rozmermi 10x 10 cm) v celkovej oblasti s rozmermi 50x50cm.

Frekvenčná metóda umožňuje predpovedať úrovně znečistenia s istotou nad 97 %

Pomocou tabuľky určí aký je stupeň znečistenia v danej lokalite.

Stupeň	Rozmedzie znečistenia	Znečistenie životného prostredia
Stupeň A	$0 \leq I\check{C}P \leq 5$	Vysoký stupeň znečistenia
Stupeň B	$5 < I\check{C}P \leq 10$	Stredný stupeň znečistenia
Stupeň C	$I\check{C}P > 15$	Nízky stupeň znečistenia

Miesto pre tvoj výpočet:

Do nasledujúcej tabuľky zapíš početnosť lišajníkov na jednotlivých lokalitách a stupeň znečistenia, ktorý si vypočítal/a.

Výsledná tabuľka

Lokalita	Početnosť lišajníkov (IČP)	Stupeň znečistenia
1		
2		
3		

Formuluj záver o stupni znečistenia na základe početnosti lišajníkov v jednotlivých lokalitách. Rozhodni, ktorá lokalita je podľa teba najmenej znečistená a ktorá najviac.

Záver

Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať náčrt prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečne slovo.

Študijný text

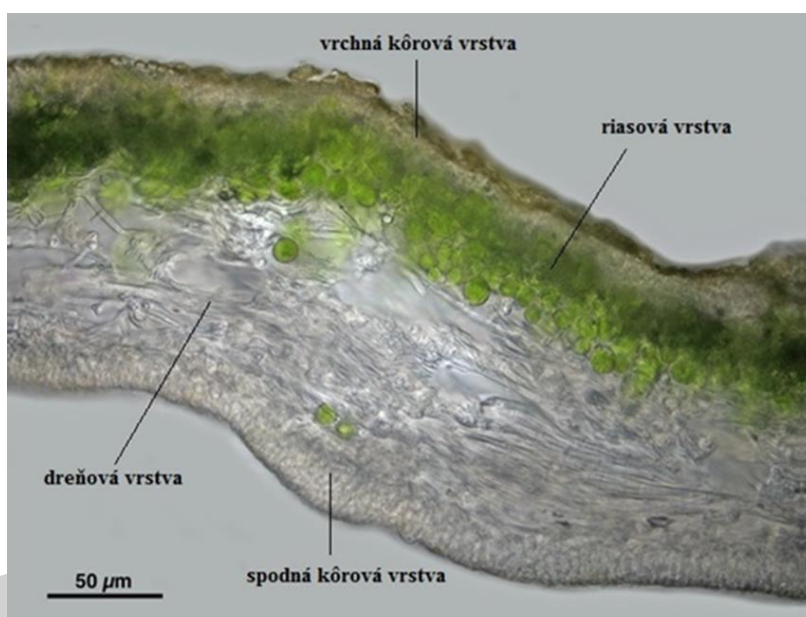
Spoznávame sa s pojmom lišajník. Lišajník je organizmus, ktorý predstavuje symbiotickú asociáciu medzi hubou (**mykobiont**) a fotosyntetizujúcim partnerom (**fotobiont**). Spolužitie fotobionta s mykobiontom prináša lišajníku mnoho výhod, ktorých ani jeden z organizmov sám o sebe nemôže dosiahnuť. Mykobiont zaisťuje pre stielku lišajníka predovšetkým príjem vody a minerálnych látok. Tvorí morfológiu **stielky** (telo lišajníka) a vytvára štruktúry, ktoré sa podieľajú na pohlavnom, ako aj nepohlavnom rozmnožovaní. Keďže nie je schopný tvorby organických látok potrebných pre svoj rast, preto ich musí získavať z ekologicky obligátnej symbiôzy.

Anatomická stavba stielky lišajníka

Rozlišujeme: kôrovú vrstvu nachádzajúcu sa na povrchu, niekedy aj na spodnej strane stielky. Pozostáva z buniek mykobionta (hubového partnera), predstavujúceho pseudoparenchymatické pletivo. Riasová vrstva pozostáva okrem buniek fotobionta aj z buniek mykobionta, ktoré v podobe intracelulárnych haustórií sa snažia narušiť bunkové steny fotosyntetizujúceho partnera v stielke lišajníka. Dreňovú, alebo medulárnu vrstvu tvoria dlhé a vzájomne poprepletané hýfy mykobionta.

Morfológia

Vo všeobecnosti lišajníky môžeme rozdeliť na dve skupiny, a to **makrolišajníky**, ktoré sú pozorovateľné voľným okom a **mikrolišajníky**, ktoré pozorujeme pod lupou. Pri makrolišajníkoch sa stretávame najčastejšie s lupeňovitým a kríčkovitým typom stielky. Mikrolišajníky majú prevažne kôrovitú stielku.



Obr. Anatomická stavba stielky lišajníka

Lišajníky a biomonitoring

Lišajníky rastú pomaly, sú vo veľkej miere závislé od prostredia a na rozdiel od cievnatých rastlín, nemajú kutikuly. To znamená, že rôzne **kontaminanty sú absorbované celým povrchom organizmu stielky lišajníka**. Počas posledných rokov mnohé štúdie zdôrazňovali možnosť využitia lišajníkov ako bioindikátorov vzhľadom na ich citlivosť na rôzne environmentálne faktory, ktoré môžu vyvolať zmeny niektorých ich zložiek a/alebo špecifických parametrov.

4.8 Určovanie kvality vody – mikrobiologická analýza

Odber vzorky vody na mikrobiologickú analýzu

Pri odbere vzoriek vody za účelom analýzy obsahu mikroorganizmov v nej prítomných musíme brať do úvahy to, čo chceme dosiahnuť, a prekážky, ktoré by nám v tom mohli brániť. Veľmi dôležitým a rozhodujúcim krokom, ktorý predchádza samotnej mikrobiologickej analýze je spôsob odberu vzorky a jej transport do laboratória. Najdôležitejšie je vylúčiť alebo aspoň minimalizovať možnosť kontaminácie odoberanej vzorky mikroorganizmami, ktoré v samotnej vzorke prítomné neboli. Najčastejšími zdrojmi takejto kontaminácie sú nesterilné odberné nástroje, nádoby na uskladnenie vzoriek, prípadne nesprávna manipulácia a kontakt vzorky s pokožkou, ktorá je osídlená prirodzenou mikroflórou (mikrobiotou). Pokiaľ plánujeme stanovovať obsah mikroorganizmov vo vzorkách aj kvantitatívne, je potrebné zabezpečiť pri transporte chladienie (termoska s ľadom a pod., aby nedošlo k pomnoženiu mikroorganizmov a tým ku skresleniu výsledkov) a vzorky spracovať čo najskôr od ich odobratia.

Okrem zamedzenia kontaminácie vzorky je samozrejme dôležité vyhnúť sa tiež kontaktu pokožky a slizníc s vodou, ktorej kvalitu nepoznáme, predovšetkým ak predpokladáme, že zdroj tejto vody môže byť nejakým spôsobom znečistený (chemickými látkami, splaškami a pod.).

Časť A - „Odber vzorky pre mikrobiologickú analýzu“

Téma	Výskumné otázky
Odber vzorky vody na mikrobiologickú analýzu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ako môže dôjsť ku mikrobiálnej kontaminácii odoberanej vzorky? 2. Ako sa môžeme čo najlepšie kontaminácii vyhnúť?
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
<ul style="list-style-type: none"> - mikroorganizmus - baktéria - prvok - kontaminácia - dezinfekcia - sterilizácia 	<ul style="list-style-type: none"> - nástroje na odoberanie vzoriek vody – jednorazové sterilné pipety alebo vysterilizované sklenené pipety, balónik, prípadne jednorazové sterilné Pasteurove pipety - zatvárateľné sterilné nádoby na odber vody (jednorazové plastové skúmavky alebo vysterilizované malé sklenené zaváracie poháre) - primerane veľká nádoba na transport vzoriek umožňujúca ich chladienie (široká termoska s ľadom, chladiaca taška, prenosná chladnička s chladiacimi vložkami a pod.) - fixa a lepiace štítky na označenie vzoriek, chranné rukavice - dezinfekčný sprej alebo gél a papierové utierky. - hrniec, čajové vrecúško, cukor – na žiacky pokus v triede.

1. PRÍPRAVA NA PRÁCU V TERÉNE

Zamyslite sa nad nasledujúcimi otázkami

- *Kde všade sú prítomné mikroorganizmy?*
- *Ako môžeme mikroorganizmy odstrániť?*
- *Prečo sa stane, že niekedy neotvorený kompót „splesnivie“?*
- *Ako by sa tomu dalo zabrániť?*
- *Prečo čerstvé mlieko po pár dňoch skysne a trvanlivé mlieko sa nepokazí ani po niekoľkých mesiacoch?*

Zrealizujte prípravný experiment.

Posúďte vhodnosť rôznych nástrojov a nádobiek na odber vzoriek vody z hľadiska potenciálneho rizika mikrobiálnej kontaminácie odoberaných vzoriek prostredníctvom žiackeho pokusu.

- Pripravte mierne osladený čaj (prevarte ho aj po osladení) pomocou rôznych nástrojov na odber vzorky (napr. sterilné Pasteurove pipety, sterilné striekačky, nesterilné pipety alebo hadičky s balónikom, naberačky – jednu nijako zvlášť neošetrenú a druhú ošetrenú varom vo vode)
- Máte k dispozícii rôzne nádoby na uskladnenie vzorky – ideálne v multiplikátoch podľa počtu nástrojov na odber (sterilné skúmavky, nesterilné nádoby s vrchnákom, zaváraninové poháre – neošetrené a ošetrené sterilizáciou suchým teplom, napr. pri 150°C počas 20 minút v rúre).
- Odoberali a preniesli uvarený čaj do rôznych nádobiek, uzavreli ich a uskladnili na teplé miesto (žiaci na každú nádobku označia, akým nástrojom do nej čaj preniesli).
- Po 1 týždni vyhodnoťte, či došlo v jednotlivých nádobkách k vzniku zákalu, čo je dôsledok pomnoženia mikroorganizmov.

Čo môžeme urobiť, aby sa do našich odoberaných vzoriek nedostali iné mikroorganizmy?

Zamyslite sa nad nasledujúcimi otázkami

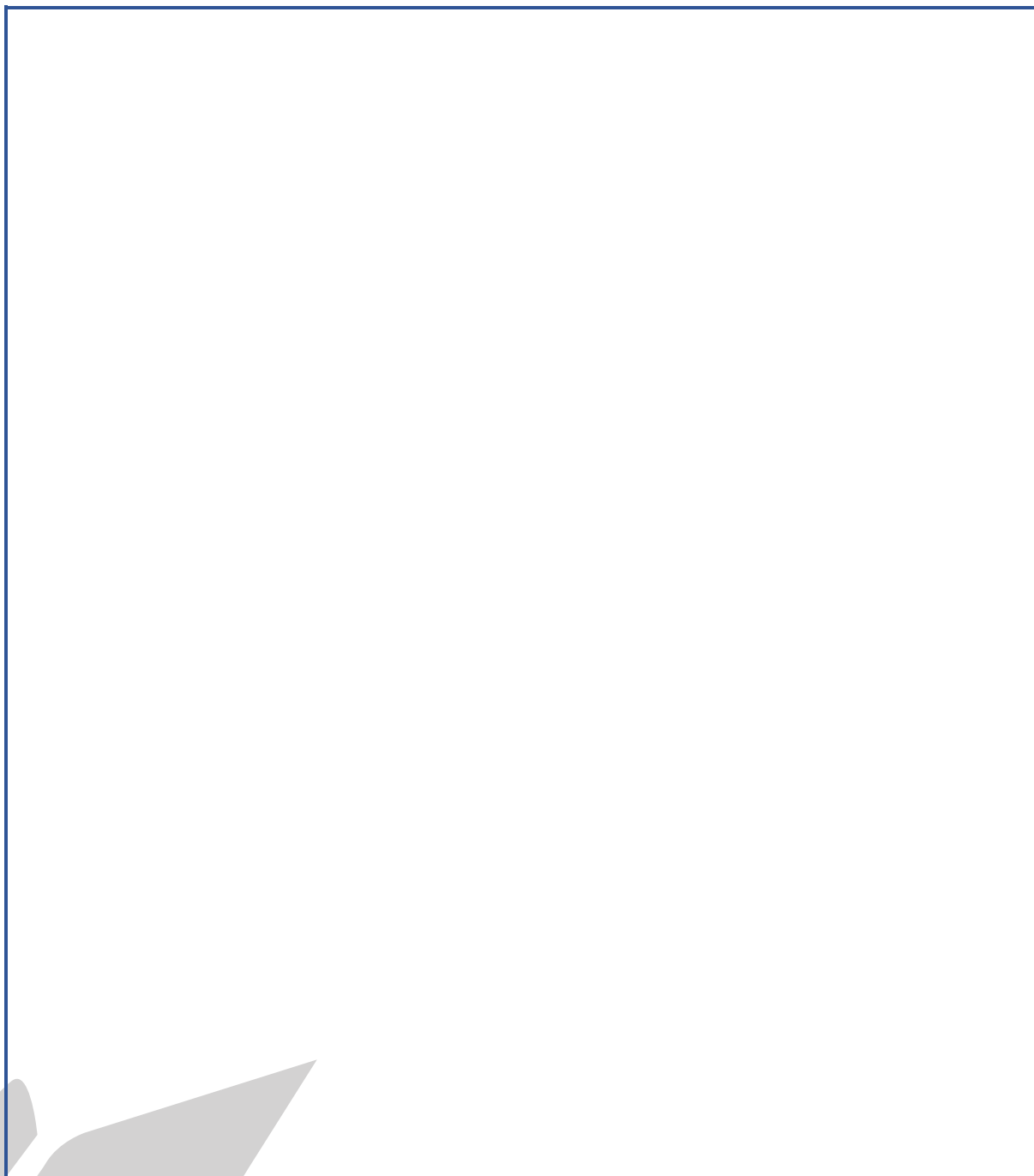
- *Došlo v niektorých nádobkách k vzniku zákalu?*
- *Čo spôsobilo vzniknuté rozdiely?*
- *Bolo by vhodné zakalený čaj piť? Zdôvodni.*

Vyhodňte prípravný experiment. Ktoré z nástrojov a nádobiek na odber a uskladnenie vzoriek budú vhodné na prácu v teréne?

Dezinfekcia a sterilizácia - prostriedok na zabránenie mikrobiálnej kontaminácie

Náš experiment je podobný s experimentom známeho a dôležitého experimentu francúzskeho chemika a mikrobiológa **Louisa Pasteura** z 2. polovice 19. storočia, ktorým vyvrátil dovtedy uznávanú teóriu samoplodenia (podľa ktorej živé organizmy mohli vzniknúť samovoľne z neživých látok). Viac sa dočítaš v štúdiom texte.

Tu je miesto pre fotografiu, ktorú môžete zhotoviť z vášho prípravného experimentu



2. ODBER VZORIEK VODY NA MIKROBIOLOGICKÚ ANALÝZU

Aplikácia teoretických poznatkov a experimentálnych zručností v teréne

Pripravte a označte si nádoby, do ktorých vodu odobriete. Pred odberom si nasad'te ochranné rukavice. Pomocou odberných nástrojov preneste vzorky vody do označených nádobiek, dbajte pri tom, aby ste sa odberným nástrojom ničoho okrem vody nedotkli. Nádoby uzavrite a odložte do prepravnej nádoby.

Číslo vzorky:	Vzorku odobral (meno a priezvisko):	
	Názov lokality:	Dátum a čas odberu vzorky:

3. ANALÝZA ODOBRATEJ VZORKY – STANOVENIE POČTU MIKROORGANIZMOV V LABORATÓRNYCH PODMIENKACH

Na stanovenie kvality vody sa môžeme pozerat' z viacerých hľadísk. Nie je možné vnímať identicky stanovenie kvality vody v podmienkach školy a vo výskumných prípadne certifikovaných laboratóriách, kde proces podlieha ISO norme a je realizovateľný za prísne definovaných podmienok.

V nasledujúcej samostatnej metodike „Analýza odobratej vzorky – stanovenie počtu mikróorganizmov v odobratej vzorke vody“ si stanovte kvalitu vody zjednodušenou formou.

Časť B - „Analýza odobratej vzorky - stanovenie počtu mikroorganizmov“

V nasledujúcej časti si skúsiš kvantitatívnu metódu (MPN, metódu stanovenia najpravdepodobnejšieho počtu mikroorganizmov), ktorá sa používa aj v praxi pri vyhodnocovaní mikrobiologických ukazovateľov kvality pitnej vody.

Téma	Výskumné otázky
Stanovenie počtu mikroorganizmov vo vode	<p>1. Koľko živých mikroorganizmov sa nachádza v 1 ml vzorky vody?</p> <p>Ako môže teplota miestnosti pri pokuse ovplyvniť výsledky?</p>
Vstupné vedomosti žiaka	Materiálne pomôcky
<ul style="list-style-type: none"> - životné prejavy organizmov - faktory prostredia, ktoré ovplyvňujú život organizmov 	<ul style="list-style-type: none"> - nástroje na odoberanie vzoriek vody – jednorazové sterilné pipety alebo vysterilizované sklenené pipety, balónik, prípadne jednorazové sterilné Pasteurove pipety, striekačky - sterilné uzatvoriteľné skúmavky (jednorazové plastové alebo sklenené vysterilizované v tlakovom hrnci alebo suchým teplom v rúre pri 150 °C počas 20 minút, - kocka hovädzieho bujónu, 2 čajové lyžičky cukru, 250 ml vody, - hrniec s pokrievkou, - varič, - fixa a lepiace štítky na označenie vzoriek, - ochranné rukavice

1. PRÍPRAVA NA PRÁCU V TERÉNE

Zamyslite sa nad nasledujúcimi otázkami

Aj mikroorganizmy majú životné prejavy ako iné organizmy. Ktoré sú to?

Spomeňte si na váš pokus s čajom. Prečo sa v niektorých nádobkách čaj zakalil?

Predstavte si, že máte dve uzatvoriteľné nádoby s čistým čajom. Do jednej preniesete trošku zo zakaleného čaju z predošlého pokusu a do druhej nádoby trošku z nezakaleného čaju. Čo sa stane po pár dňoch ?

Overte, či prenesenie zakaleného/nezakaleného čaju do čerstvého čistého čaju spôsobí jeho zakalenie.

K dispozícii máte sterilné nádoby s čerstvým, prevareným osladeným čajom. Preneste pomocou sterilného nástroja (pipeta, Pasteurova pipeta, prípadne nerezová lyžička vyvarená vo vode) do jednotlivých nádobiek malé množstvo nezakaleného a zakaleného čaju z predošlého experimentu, uzavreli ich a uskladnili na teplé miesto (žiaci na každú nádobku označia, aký čaj do nej preniesli). Jednu nádobku s čerstvým čajom použite ako kontrolu (nepripravajte do nej nič). **Po 1 týždni** vyhodnoťte, či došlo v jednotlivých nádobkách k vzniku zákalu, čo je dôsledok pomnoženia mikroorganizmov.

Formulujte odpoveď na výskumnú otázku *Ako sa do zakaleného čaju dostali mikroorganizmy?*

Diskutujte spoločne o výsledku experimentu. Svoje závery zdôvodnite argumentáciou.

V ktorých nádobkách sa čaj zakalil?

Mohol by sa zakaliť aj čerstvý prevarený čaj v uzavretej nádobke? Zdôvodni.

Je dôležité uvedomiť si **súvislosti medzi vznikom zákalu a prítomnosti životaschopných mikroorganizmov v čaji (podobne v médiu).**

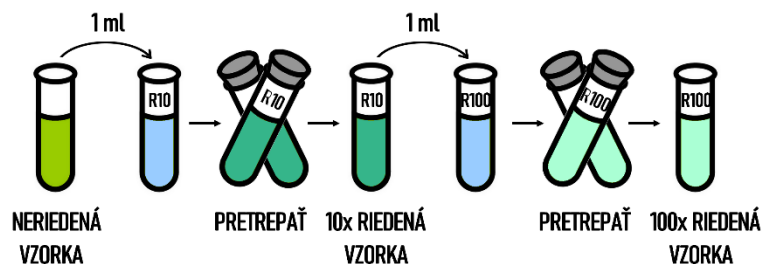
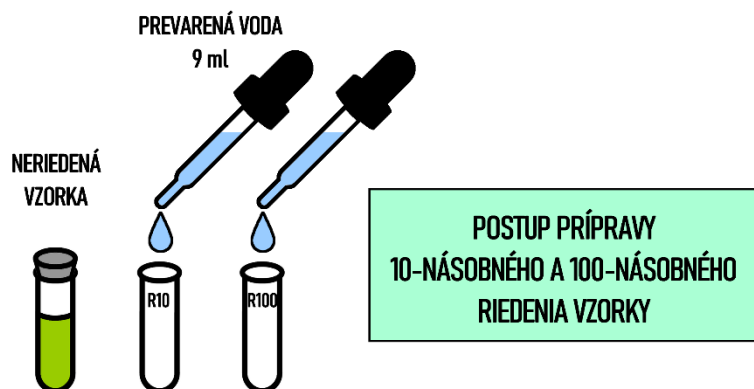
2. STANOVENIE POČTU MIKROORGANIZMOV VO VODE METÓDOU MPN

Aplikácia nadobudnutých poznatkov v školskom pokuse

Na stanovenie počtu mikroorganizmov v odobratých vzorkách vody pomocou zjednodušenej metódy MPN si pripravte tekuté kultivačné médium uvarením kocky hovädzieho bujónu a 2 čajových lyžičiek cukru v 250 ml vody (varte 20 minút v zakrytom hrnci). Zároveň v inej uzatvárateľnej nádobe (alebo rýchlovarnej kanvici) prevarte pitnú vodu. Médium aj vodu nechajte prikryté vychladnúť na izbovú teplotu.

Pomocou sterilného nástroja preneste vzorku o objeme 1 ml (napr. sterilné Pasteurove pipety, sterilné striekačky) do sterilných uzatvoriteľných skúmaviek. Pracujte v skupinách. Pre každú skúmanú vzorku si vezmite dve skúmavky na prípravu riedení a deväť skúmaviek na stanovenie počtu mikroorganizmov.

Príprava riedení: „Keďže vopred nevieme, koľko mikroorganizmov v našich vzorkách vody žije (môže ich byť veľmi veľa, ale aj veľmi málo), pripravíme si z každej vzorky dve riedenia, 10-násobné a 100-násobné. Pred prácou si nasadíte ochranné rukavice. Vezmite si dve skúmavky, označte si ich značkou skupiny a stupňom riedenia (R10 pre 10-násobné a R100 pre 100-násobné riedenie). Pomocou sterilných nástrojov preneste do skúmaviek 9 ml prevarenej vody. Pomocou ďalšieho sterilného nástroja preneste 1 ml vašej vzorky do skúmavky označenej R10, uzavrite ju a poriadne pretrepte. Potom pomocou ďalšieho sterilného nástroja preneste 1 ml zo skúmavky R10 do skúmavky R100, uzavrite ju a poriadne pretrepte.



Príprava testu:
skúmaviek

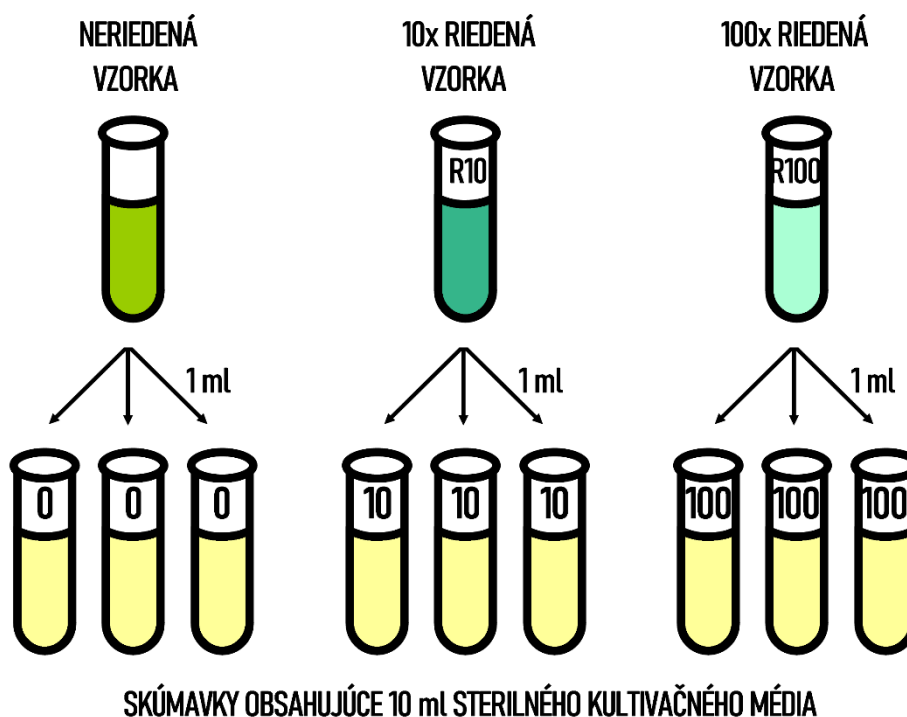
„Deväť
určených

na stanovenie počtu mikroorganizmov si označte značkou skupiny. Tri z nich si ďalej označte číslom 0 (pre nezriedenú vzorku), ďalšie tri číslom 10 (pre 10-násobne zriedenú vzorku R10) a posledné tri skúmavky číslom 100 (pre 100-násobne zriedenú vzorku R100). Pomocou sterilného nástroja preneste do všetkých 9 skúmaviek 10 ml uvareného kultivačného média. Pomocou samostatných sterilných nástrojov preneste:

- 1 ml neriedenej vzorky (vzorky vody z nádoby, do ktorej bola odobratá v teréne) do troch skúmaviek s médiom označených číslom 0,
- 1 ml 10-násobne zriedenej vzorky (R10) do troch skúmaviek s médiom označených číslom 10,
- 1 ml 100-násobne zriedenej vzorky (R100) do troch skúmaviek s médiom označených číslom 100.

Skúmavky uzavrite, pretrepte a nechajte stáť pri laboratórnej teplote najmenej 2 dni (resp. do vzniku pozorovateľného zákalu v niektorej zo skúmaviek).“

PRÍPRAVA TESTU

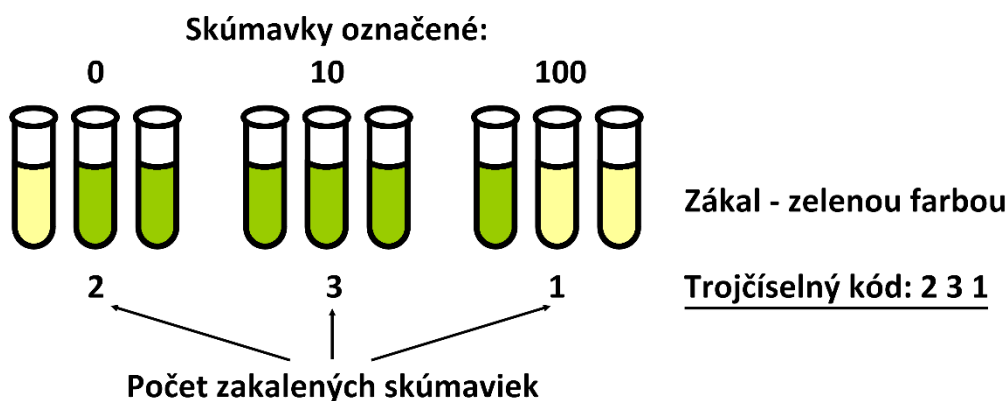


3. VYHODNOTENIE POČTU MIKROORGANIZMOV VO VODE METÓDOU MPN

Keď zbadáte zreteľný zákal v niektorej zo skúmaviek, možno test vyhodnotiť. Spočítajte skúmavky v každej trojici, v ktorých pozorujete zákal. Podľa počtu zakalených skúmaviek vytvoríte **trojčíselný kód**, ktorý použijete pre stanovenie počtu mikroorganizmov vo vzorke porovnaním s tabuľkou.“

Príklad:

VYHODNOTENIE TESTU



Trojčíselný kód	Pravdepodobný počet mikroorganizmov v 1ml vzorky	Trojčíselný kód	Pravdepodobný počet mikroorganizmov v 1ml vzorky
0 0 0	< 0,30	2 2 1	2,80
0 0 1	0,30	2 2 2	3,50
0 1 0	0,30	2 3 0	2,90
0 1 1	0,61	2 3 1	3,60
0 2 0	0,62	3 0 0	2,30
0 3 0	0,94	3 0 1	3,80
1 0 0	0,36	3 0 2	6,40
1 0 1	0,72	3 1 0	4,30
1 0 2	1,10	3 1 1	7,50
1 1 0	0,74	3 1 2	12,00
1 1 1	1,10	3 1 3	16,00
1 2 0	1,10	3 2 0	9,30
1 2 1	1,50	3 2 1	15,00
1 3 0	1,60	3 2 2	21,00
2 0 0	0,92	3 2 3	29,00
2 0 1	1,40	3 3 0	24,00
2 0 2	2,00	3 3 1	46,00
2 1 2	2,70	3 3 2	110,00
2 2 0	2,10	3 3 3	> 110

Po porovnaní výsledku z príkladu na obrázku (trojčíselný kód 231) s tabuľkou môžeme zhodnotiť, že v 1 ml testovanej vzorky bolo pravdepodobne 3,60 mikroorganizmu (v tomto prípade môžeme povedať 3 až 4 mikroorganizmy).

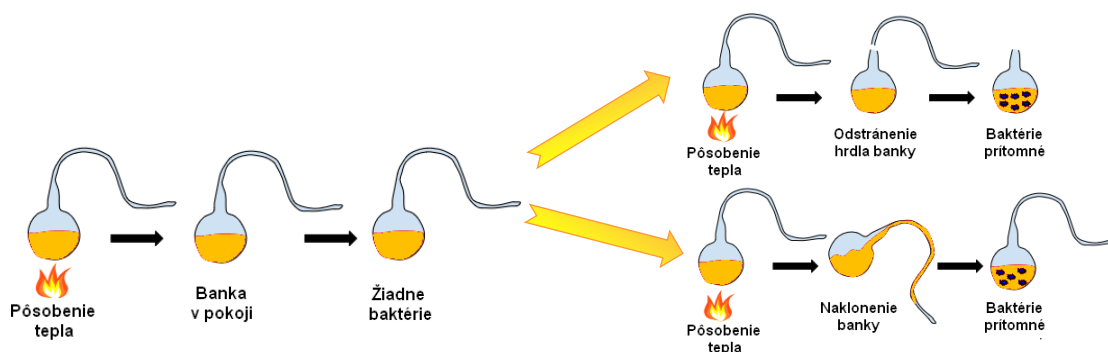
Ak vaša vzorka vody obsahuje **príliš veľké množstvo mikroorganizmov**, môže sa stať, že budete **zákal** pozorovať **vo všetkých skúmavkách** (trojčíselný kód by bol v takom prípade 333 a porovnaním s tabuľkou by ste zistili len to, že v 1 ml vzorky bolo viac ako 110 mikroorganizmov). Ak by ste počet mikroorganizmov v takejto vzorke predsa chceli **stanoviť presnejšie**, bude **potrebné vzorku ešte viac zriediť** (1000-násobné, prípadne 10000-násobné riedenie; označenie skúmaviek analogicky R1000, R10000...). V tomto prípade na MPN test (a na zistenie trojčíselného kódu) zvolíte tri posledné stupne riedenia (napr. R100, R1000, R10000), z ktorých 1 ml preniesiete do trojíc skúmaviek označených 100, 1000, 10000. Pri odčítaní výsledku z tabuľky však bude potrebné zohľadniť, že výsledné množstvo mikroorganizmov zodpovedá 1 ml prvého riedenia použitého do testu (ak sa v teste použili riedenia R100, R1000 a R10000, výsledok z tabuľky bude zodpovedať množstvu mikroorganizmov v 1 ml 100-násobne riedenej vašej vzorky).

Študijný text

Louis Pasteur už vedel, že existujú mikroorganizmy a že práve tie majú “na svedomí” skazenie jedla a nápojov. Okrem toho neveril, že môžu vzniknúť len tak z ničoho nič, ale len množením už existujúcich mikroorganizmov (mal svoju vlastnú teóriu choroboplodných zárodkov). Urobil jednoduchý pokus, pri ktorom použil tzv. fľaše s labutími krkmi (zahnutými otvorenými rúrkami). Tieto fľaše naplnil mäsovým vývarom a prevaril ho (tým ho sterilizoval – zbavil všetkých mikroorganizmov). Keďže zahnutý tvar dlhých rúrok na fľašiach bránil tomu, aby do vývaru cez rúrkou padali mikroorganizmy z okolitého vzduchu (tie sa zachytili práve v zahnutej časti rúrky), vývar sa ani po dlhšom čase neskazil, hoci cez rúrkou do fliaš prúdil vzduch. Pasteur zároveň na niektorých fľašiach rúrkou odlomil, čím umožnil padanie mikroorganizmov zo vzduchu do vývaru. V týchto fľašiach sa rýchlo vývar zakalil. Prostredníctvom tohto svojho experimentu Pasteur svoju teóriu choroboplodných zárodkov potvrdil.

Analogicky s experimentom Louisa Pasteura sme v našom prípravnom experimente dokázali, že použitie nesterilných nástrojov a nádob môže spôsobiť kontamináciu odobratej vzorky.

Ak sa nám podarí vzorku správne odobrať, ďalším krokom bude jej **mikrobiologická analýza**. V **praxi** sa odber vzoriek vody a jej mikrobiologická analýza vykonáva pravidelne v rámci **monitorovania kvality pitnej vody** (tento monitoring musí podľa zákona zabezpečiť každý dodávateľ pitnej vody). Okrem toho sa v rámci výskumných alebo monitorovacích štúdií odoberajú a analyzujú tiež **vzorky vody zo životného prostredia**. Dôsledná mikrobiologická analýza vyhodnocuje obsah mikroorganizmov vo vode kvalitatívne (aké mikroorganizmy sú prítomné) aj kvantitatívne (koľko ich je).



Zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/Swan_neck_flask

Stanovenie počtu mikroorganizmov vo vode je bežnou praxou v akreditovaných laboratóriách vyhodnocujúcich kvalitu pitnej vody. Využívajú na to viaceré metódy (napr. membránovú filtráciu, kultivačné metódy, ale aj automatizované systémy založené na tzv. „metóde stanovenia najpravdepodobnejšieho počtu mikroorganizmov“ - MPN, z angl. Most Probable Number). Aj keď našim zámerom nie je sledovať kvalitu pitnej vody, ale spracovať

a vyhodnotiť environmentálne vzorky z vodných tokov, metóda MPN v jej pôvodnej skúmavkovej verzii je pomerne jednoduchá a realizovateľná aj v školskom laboratóriu.

Princíp metódy MPN je založený na odhade koncentrácie živých mikroorganizmov v skúmaných vzorkách (napr. pôda, voda, poľnohospodárske výrobky) a jej výhodou je, že dokáže odlíšiť živé mikroorganizmy od rôznych neživých častí, ktoré by mohli skresľovať výsledky napríklad pri mikroskopickom pozorovaní. Zvlášť použiteľná je hlavne u vzoriek, v ktorých očakávame menej ako 10 mikroorganizmov v 1 ml tekutej alebo menej ako 100 v 1 g pevnej vzorky.

Pri realizácii metódy MPN sa používajú skúmavky obsahujúce sterilné tekuté kultivačné médium. Vzorky sa v určených objemoch napipetujú do jednotlivých skúmaviek a nechajú sa inkubovať pri vhodnej teplote (v školských podmienkach ich necháme stáť pri izbovej teplote). Ak sa v časti vzorky, ktorú sme napipetovali do kultivačného média, nachádzajú živé mikroorganizmy, po niekoľkých dňoch sa v danej skúmavke médium zakalí v dôsledku ich pomnoženia. Najpravdepodobnejší počet mikroorganizmov (MPN) sa následne zistí z tabuliek, kde sú uvedené štatisticky vypočítané najpravdepodobnejšie hodnoty odpovedajúce počtu zakalených skúmaviek po inkubácii.

Je dôležité poznamenať, že ide o zjednodušenú verziu MPN metódy pre podmienky školského laboratória. Vo vodách totiž žijú mikroorganizmy, ktorým vyhovuje rôzna teplota alebo rôzna koncentrácia živín. Pri kultivácii v jednom type média a pri izbovej teplote nemusíme zachytiť všetky prítomné mikroorganizmy. Okrem toho je prevažná väčšina mikroorganizmov v prírode nekultivovateľná v laboratórnych podmienkach. Experiment môže byť ale vhodným nástrojom pre porovnanie počtu mikroorganizmov vo viacerých vzorkách z rôznych prostredí, alebo odobratých v rôznom čase z toho istého prostredia.