



PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS

Environment for the future
by science education

EFFUSE príručka pre žiakov
Základy biomonitoringu vodných tokov

Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Slovakia
Uzhhorod National University, Ukraine
Institute of Development of Carpatian Region, Ukraine

EU Contribution:
364 099,41 €



UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH

Prírodovedecká fakulta



EFFUSE – príručka pre žiakov
Základy biomonitoringu vodných tokov

Kolektív autorov

Košice 2025

Publikácia vznikla s finančnou podporou programu ENI CBC HUSKROUA, prostredníctvom grantovej zmluvy HUSKROUA/1901/6.1/0075 s finančným príspevkom EÚ 364099,41€.

EFFUSE – príručka pre žiakov

Základy biomonitoringu vodných tokov

Učebný text

Autori:

RNDr. Ivana Slepáková, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Lenka Maliničová, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Mariana Kolesárová, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Natália Pipová, PhD.

Katedra fyziológie živočíchov, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Monika Balogová, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

doc. RNDr. Andrej Mock, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Peter Ľuptáčík, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

prof. RNDr. Martin Bačkor, DrSc.

Katedra biológie rastlín, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

doc. RNDr. Michal Goga, PhD.

Katedra biológie rastlín, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Dajana Kecsey PhD.

Katedra biológie rastlín, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Andrea Lešková, PhD.

Oddelenie didaktiky biológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Anna Mišianiková, PhD.

Oddelenie didaktiky biológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

doc. RNDr. Vladyslav Mirutenko, PhD

Katedra entomológie a ochrany biodiverzity, Fakulta biológie, Uzhhorod National University

doc. RNDr. Yaroslava Hasynets, PhD.

Katedra botaniky, Fakulta biológie, Uzhhorod National University

prof. RNDr. Maryna Kryvtsova, PhD.

Katedra genetiky, fyziológie rastlín a mikrobiológie, Fakulta biológie, Uzhhorod National University

doc. RNDr. Roman Kish, PhD.

Katedra botaniky, Fakulta biológie, Uzhhorod National University

Mgr. Helena Bačová

Gymnázium Ludovíta štúra, Michalovce

RNDr. Andrea Ivanová

Gymnázium Pavla Horova, Michalovce

Mgr. Svetlana Murínová

Základná škola Mierová 1, Strážske

Ilustrátor:

Mgr. Alexandra Škovránová

Editor:

RNDr. Beáta Valkay, PhD.

Tento text je publikovaný pod licenciou Creative Commons 4.0 license - CC BY-NC-SA ("Attribution-NonCommercial-ShareAlike").



Za odbornú a jazykovú stránku tejto publikácie zodpovedajú autori. Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Umiestnenie: www.unibook.upjs.sk

Dostupné od: 21.10.2025

DOI: <https://doi.org/10.33542/EFF-0446-0>

ISBN 978-80-574-0446-0 (e-publikácia)

OBSAH

1. Predslov	5
2. Vodstvo regiónu Zemplín a Zakarpatsko	6
2.1 Vodné toky v regióne Zemplín.....	6
2.2. Potreba ochrany vodných tokov	8
3. Čo predchádza práci v teréne?	10
3.1 Bezpečná práca v teréne.....	10
4. Základné pojmy a terminológia	13
4.1 Životné prostredie a biomonitring	13
5. Zisťovanie stavu životného prostredia vo vodách a v ich blízkosti	17
5.1 Čo viem o lokalite, ktorú budeme skúmať?.....	17
Vedecký zápisník.....	17
5.2 Určovanie kvality vody	22
Vedecký zápisník.....	22
5.3 Našli sme obojživelníky. Čo o nich vieme zistiť?	30
Vedecký zápisník.....	30
5.4 Našli sme ryby a iné stavovce. O aké druhy ide?.....	44
Vedecký zápisník.....	44
5.5 Našli sme bezstavovce. O aké druhy ide?.....	59
Vedecký zápisník.....	60
5.6 Aké sinice a riasy rastú vo vodných tokoch, plochách a v ich okolí?	69
Vedecký zápisník.....	70
5.7 Našli sme lišajníky. Čo nám hovorí ich prítomnosť o životnom prostredí? ..	87
Vedecký zápisník.....	88
5.8 Určovanie kvality vody – mikrobiologická analýza	99
Časť A - „Odber vzorky pre mikrobiologickú analýzu“	100
Časť B - „Analýza odobratej vzorky - stanovenie počtu mikroorganizmov v odobratej vzorke vody“	104

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.



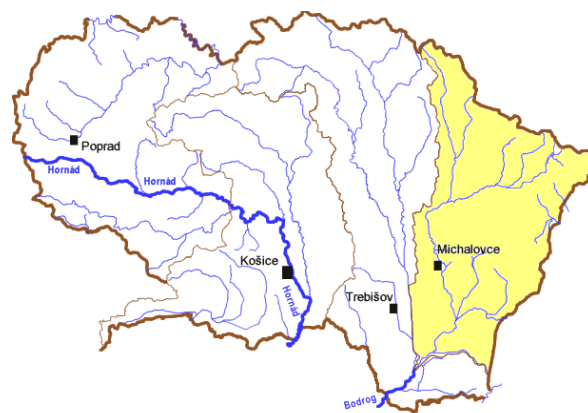
2. Vodstvo regiónu Zemplín a Zakarpatsko

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, do 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 tretohornými horninami vonkajšieho flyša, prevažne ílovcami a pieskovcami. 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 priberá ďalšie ľavostranné prítoky: **Výravu** (značne rozšírené koryto bolo umelo prehradené a bola tam vybudovaná malá vodná elektráreň), **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 Krivošťany, 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. 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.



2.2. Potreba ochrany vodných tokov

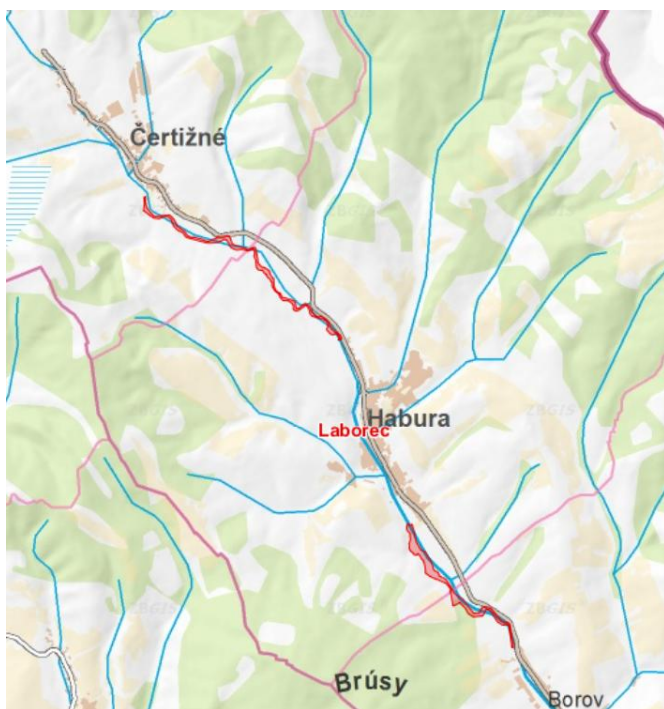
Voda je základnou podmienkou života na Zemi. Z celkového množstva vody na Zemi tvorí 97,7 % slaná voda a iba 2,3 % pripadá na sladkú vodu. V kvapalnom skupenstve sa na Zemi voda vyskytuje v najväčšom množstve v podobe morí, jazier, riek a potokov, nachádza sa aj v močiaroch a v pôde. Je podstatnou zložkou 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, nevylieval 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 mokradových 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**.



Chránený areál horného toku rieky Laborec
<http://www.biomonitoring.sk/InternalGeoportal/ProtectedSites/DetailSiteMap/255>

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.

Chránený areál tvorí časť rieky Laborec v jej hornom toku, v úseku od riečneho 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. Následne pokračuje od riečneho 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.

Predmetom ochrany chráneného areálu sú podľa spomínaného nariadenia vlády **biotopy európskeho významu**: jaseňovo-jelšové podhorské lužné lesy, brehové porasty devätsilov, 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 hrebatný/mlok veľký (*Triturus cristatus*), pľž vrchovský (*Sabanejewia balcanica*), mrena stredomorská (*Barbus meridionalis*), bystruška potočná (*Carabus variolosus*), ohniváček veľký (*Lycaena dispar*), kobylka Štysova (*Isophya stysi*).

Na to, aby si chránil/a prírodu vo svojom okolí, vrátane vodných tokov, potrebuješ poznať vodné organizmy, ktoré odrážajú stav životného prostredia, v ktorom sa nachádzajú. Základom práce ekológov, vedcov, ktorí skúmajú zmeny a vzťahy prvkov prostredia, je práca v teréne. V nasledujúcich kapitolách sa dozvieš, ako postupovať pri biomonitoringu, 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 je potrebné sa vopred pripraviť, aby ťa nezaskočila neočakávaná situácia.

- 1. Pozorne si vypočuj pokyny svojho učiteľa/učiteľky** a riaď 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, kam 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 priedušné, vo vlhkom počasí vodeodolné oblečenie. Pre pobyt presahujúci 1 – 2 hodiny je užitočné mať so sebou aj náhradné oblečenie, ktoré môže slúžiť aj ako ďalšia vrstva pri ochladení. Do prírody patrí pevná a uzatvorená obuv, nezabudni na pokrývku hlavy a rezervné ponožky. Počítaj aj s možnosťou, že sa pobyt

vonku môže neplánovane predĺžiť, preto nezabudni 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 si 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 rucksak, do ktorého sa zmestí 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. Sústreď 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 živočíchy, nedotýkaj sa ich. Ak je v pokynoch, že je potrebné použiť osobné hygienické a ochranné prostriedky (sterilizačný spray alebo gél, rukavice, rúška, okuliare, gumenú obuv a pod.), urob tak.
- 4. Neopust' miesto spoločnej práce.** Nikdy sa nevzdáľuj 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 ošetrenie 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 umývaj 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.

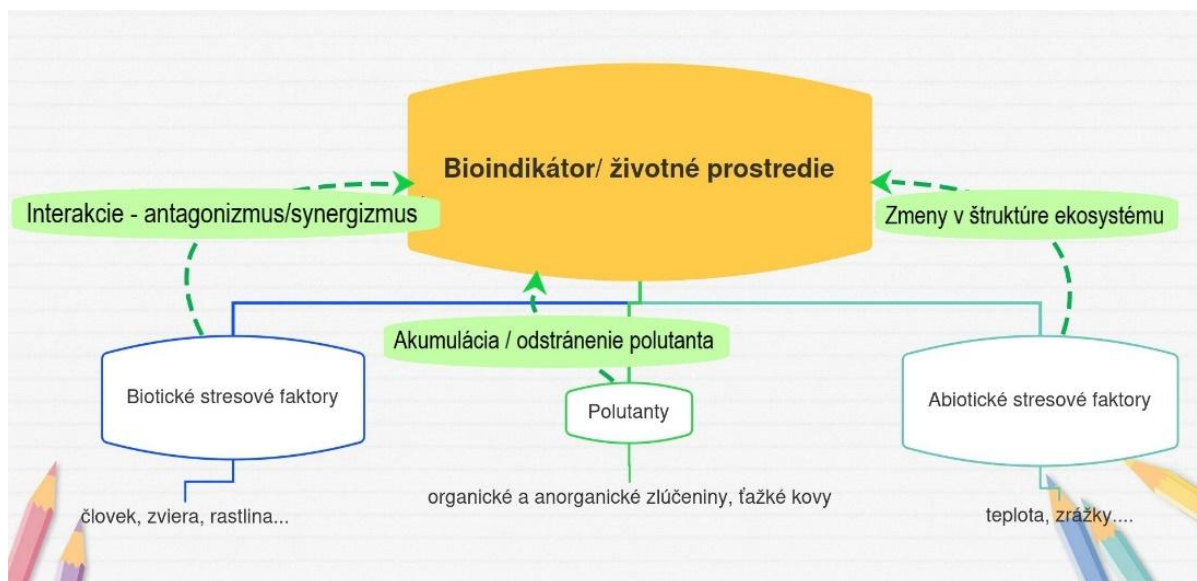
Bezpečná práca so zariadeniami

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.

4. Základné pojmy a terminológia

4.1 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.



Pojmová mapa na tému bioindikátory
(autor: Dajana Kecsey)

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 však 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 vedieť akumulovať polutanta. Toto vzájomné ovplyvňovanie jednotlivých biontov vedie ku štrukturálnym zmenám v ekosystéme.“

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

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



Pojmová mapa na tému vzťahy medzi organizmami
(autor: Dajana Kecsey)

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 (korist) 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 udržujú 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.

5. 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. Druhovú skladbu 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 na pohľad vyzerat' 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.

5.1 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 svojím 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: • 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 dospeléj osoby. Svoje pozorovania a predpoklady si môžeš zaznačiť do tejto tabuľky.

Lokalita:	Dátum pozorovania	Počasie:
Charakteristika lokality (tu 1- 2 vetami opíš okolie miesta odberu, teda navštívenú lokalitu): - napr. slnečné, v tieni, v blízkosti sa nachádza cesta / pole / lúka / les / skládka / obytné domy s kanalizáciou / chemický podnik a pod.		
Charakteristika vodného toku: (tu 1 – 2 vetami opíš typ vodného toku): - 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		

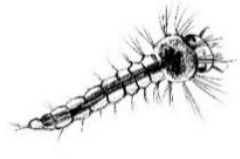
Kvalita vodného toku

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 biomonitoringu.

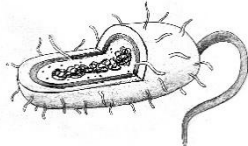
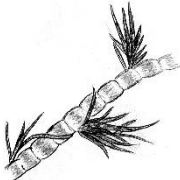
Obsah chemických látok vo vode:	Dusičnany (mg/l)	Amoniakálny dusík (mg/l)	Rozpustený kyslík (mg/l)	Kyslosť/ zásaditosť (pH)	Minerálne látky (tvrdosť vody) (mg/l)
predpoklad					
po monitoringu					

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 biomonitoringu. 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, dážďovky...)				
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				

5.2 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	– tri uzatváracie nádoby so širším hrdlom – nabitý mobilný telefón s fotoaparátom (nepovinné), – lupa alebo prenosný mikroskop, – tento pracovný list a pero, <u>Ďalšie pomôcky zo školy:</u> – Meracie senzory s nabitou jednotkou Alternatíva k senzorom: – 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 vyplníš 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 inštrukcií 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. Porovnajte 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							

Napíšte 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 do 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 odstreďenej 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 a 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 potom odpojte a vymeňte za iný. Použitý senzor vždy opláchnite destilovanou vodou a odložte do odkladacieho roztoku. Pozor na senzor kyslosti (pH). Ten nesmie ostať suchý, vždy ho po meraní ihneď 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 preferencií. 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>

5.3 Našli sme obojživelníky. Čo o nich vieme zistiť?

Väčšina obojživelníkov trávi časť alebo dokonca celý život vo vode. Či už sú ich habitatom (miesto výskytu určitého organizmu) pramene, mokrade, jarne 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 ktorých 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
- bioindikátor - komplex vodných skokanov - hybrid - permeabilná koža a kožné dýchanie - poikilotermné organizmy - metamorfóza - aposomatické sfarbenie - mimikry	- 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 OBOŽŽIVELNÍKMI V PROSTREDÍ

Čo si predstavujete pod pojmom obožživelný?

Pomocou determinačného (určovacieho) kľúča a literatúry sa oboznámte s druhmi obožživelníkov, ktoré u nás žijú. Determinačný kľúč je dostupný na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre vysokoškolských študentov.

Aké obožživelníky 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. Určte, ktoré z nich radíme medzi suchozemské a ktoré medzi vodné skokany.



SUCHOZEMSKÉ	VODNÉ
-------------	-------

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 morfológické znaky.

Druh	Typ prostredia	Morfológické znaky

„Som maskovaný, ale viem aj vystrašiť“

Obojživelníky môžu na jednej strane splynúť s prostredím, hovoríme tomu mimikry, na strane druhej vedia v prípade nebezpečenstva odradiť predátora výstražným, tzv. aposematickým sfarbením.

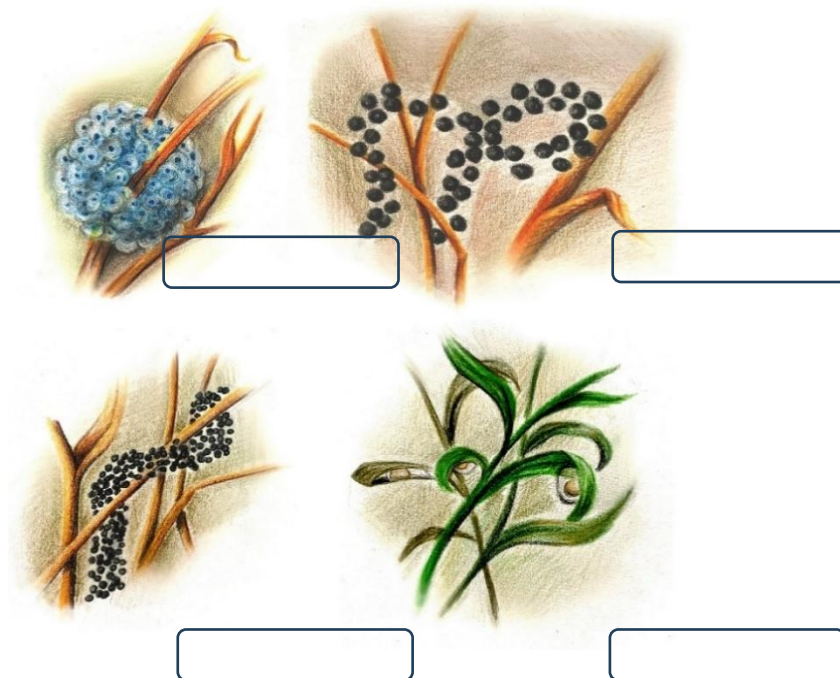
Čo myslíte, aké druhy z našich žiab a mlokov využívajú tieto stratégie?

Na základe informácií v definíciách (mimikry a aposematické sfarbenie) formulujte záver o tom, ktoré žaby využívajú mimikry, a ktoré aposematické sfarbenie:

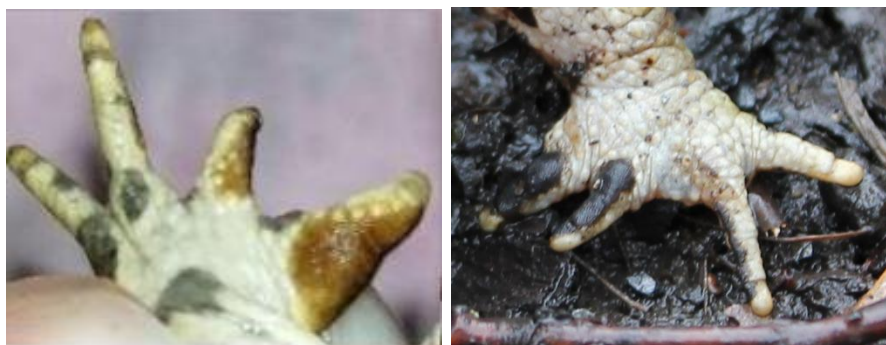
Mimikry - jav, pri ktorom živočích splýva s prostredím alebo napodobňuje iného živočícha, aby získal výhodu pred predátorom a nestal sa ľahkou korisťou.

Aposematické sfarbenie - výstražné sfarbenie živočícha, ktoré slúži na varovanie predátora.

Skúste zatriediť vajíčka obojživelníkov podľa ich vizuálneho zhodnotenia k rodom (ropuchy, skokany, hrabavka, mloky), u ktorých sa vyskytujú. Majú vajíčka vápenatú škrupinku na povrchu?



Ako sa nazýva pigmentovaná štruktúra na prstoch prednej končatiny u žiab? U ktorého pohlavia sa vyskytuje a na čo slúži?



.....

2. ZISŤOVANIE PRÍTOMNOSTI OBOJŽIVELNÍKOV NA LOKALITE

Keďže všetky obojživelníky na území Slovenska sú zákonom chránené, na ich odchyt potrebujeme povolenie od Ministerstva životného prostredia SR. Veľa o nich však vieme zistiť aj bez toho, aby sme 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. Determinačný kľúč je dostupný na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre vysokoškolských študentov.

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

Nález hodnotil (meno a priezvisko):							
Názov lokality:					Dátum a čas:		
Počasie:							
č.	lokalita	druh	habitat	počet	pohlavie	L/MET	typ znášky
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Poznámka: L – žubrienka/larva, MET – premenený jedinec po metamorfóze.

Lokalita	Dátum	Druh	Farba tela	Škvry na brušku	Žltá farba na stehnách/bokoch	Farba dúhovky	Dĺžka tela	Tvar zreničky	Číslo fotky

Rovnako zaznamenajte aj vybrané telesné rozmery, ktoré pomocou posuvného meradla odčíta odborník. Po zapísaní všetkých dôležitých informácií si každého jedinca dôkladne odfotťe.

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 a mal by ju robiť len odborník. 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 z brušnej (ventrálnej), bočnej (laterálnej) a chrbtovej (dorzálnej) strany. Skúste nájsť dýchací otvor. Na ktorej strane sa nachádza? Doplňte do tabuľky.

Lokalita	Dátum	Habitat	Umiestnenie dýchacieho otvoru

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 vplývať na ich aktivitu, zistenia zapíšte do tabuľky.

Lokalita	Druh	Počet	Vybrané parametre kvality vody

Zo zaznamenej celkovej skladby živočíchov na lokalite určte, ktoré druhy by mohli byť korisťou alebo predátorom žubrienok, lariev a metamorfovaných (premenených) žiab.

Napíšte slovný záver o druhovom zložení obojživelníkov na lokalitách:

ŠTUDIJNÝ TEXT

Pre obojživelníky je veľmi dôležitá **koža**, podieľa sa na dýchaní a príjme vody. Umožnené je to tým, že je permeabilná (priepustná), mimoriadne vaskularizovaná (silne prestúpená hustou sieťou krvných vlásočníc) 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 **aposematické sfarbenie** (výstražné sfarbenie živočícha, ktoré slúži na varovanie predátora), podieľa sa na **lokomócii** (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** – bukkofaryngeálne dýchanie.

Hlavnými zmyslami obojživelníkov sú **čuch** a **chut'**. 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.

V teréne sa môžeme stretnúť s rôznymi štádiami obojživelníkov – s **vajíčkami**, z ktorých sa liahnu **žubrienky/larvy**. Tie sa po istom období postupne premenia na **juvenilné (nedospelé) jedince**, ktoré sú už podobné dospelcom a dokážu prechádzať do okolitého suchozemského prostredia, kde si nachádzajú potravu a úkryty. Po niekoľkých rokoch sa z nich stávajú pohlavne zrelé a teda **adultné (dospelé) jedince**, ktoré sú už schopné sa rozmnožovať. V období rozmnožovania sa u samcov žabotvarých obojživelníkov zvyčajne vyskytujú na prstoch predných končatín výrazné tmavo pigmentované epidermálne útvary, tzv. páriace mozole, ktoré im slúžia na prichytenie sa o samicu (obr. 1).



Obr. 1. Samec (hore) a samica (dole) druhu ropucha bradavičnatá v svadobnom objatí.

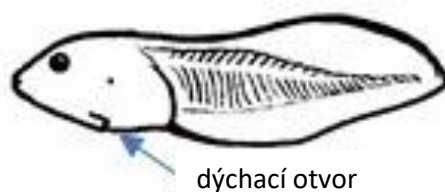
To, či obojživelníky kladú vajíčka **jednotlivo**, alebo vo forme väčších alebo menších zhlukov, či hrubších alebo tenších **retiazok** (obr. 2), do akého **typu vodného prostredia** kladú (napr. väčšia/menšia vodná plocha, trvalá/dočasná a pod.) a aké je samotné **umiestnenie vajíčok** v tomto prostredí (napr. či sú alebo nie sú prichytené o vegetáciu), nám vie veľa napovedať o samotnom druhu, ktorý ich nakladol. Preto aj tieto vývinové štádiá spoločne so **žubrienkami/larvami**, ktoré sú morfológicky odlišné u jednotlivých druhov, vedia byť veľmi nápomocné **pri monitorovaní druhovej skladby** obojživelníkov na lokalite. Jedným zo znakov,

ktorý nám napomáha pri určovaní žubrienky do druhu, je poloha dýchacieho otvoru (obr. 3). U našich druhov obojživelníkov sa dýchací otvor nachádza zvyčajne na ľavej strane, no môže byť aj na ventrálnej (brušnej) strane, ako je to napríklad u kuniek.

Je ešte potrebné pripomenúť, že s vajčkami salamandry škvrnitej sa v našej prírode nestretneme, lebo tie sa vyvíjajú priamo v jej vajcovodoch a teda do vodného prostredia salamandra kladie už priamo larvy.



Obr. 2. Ilustračná ukážka znášok vajčiek vyskytujúcich sa u rôznych rodov našich obojživelníkov.

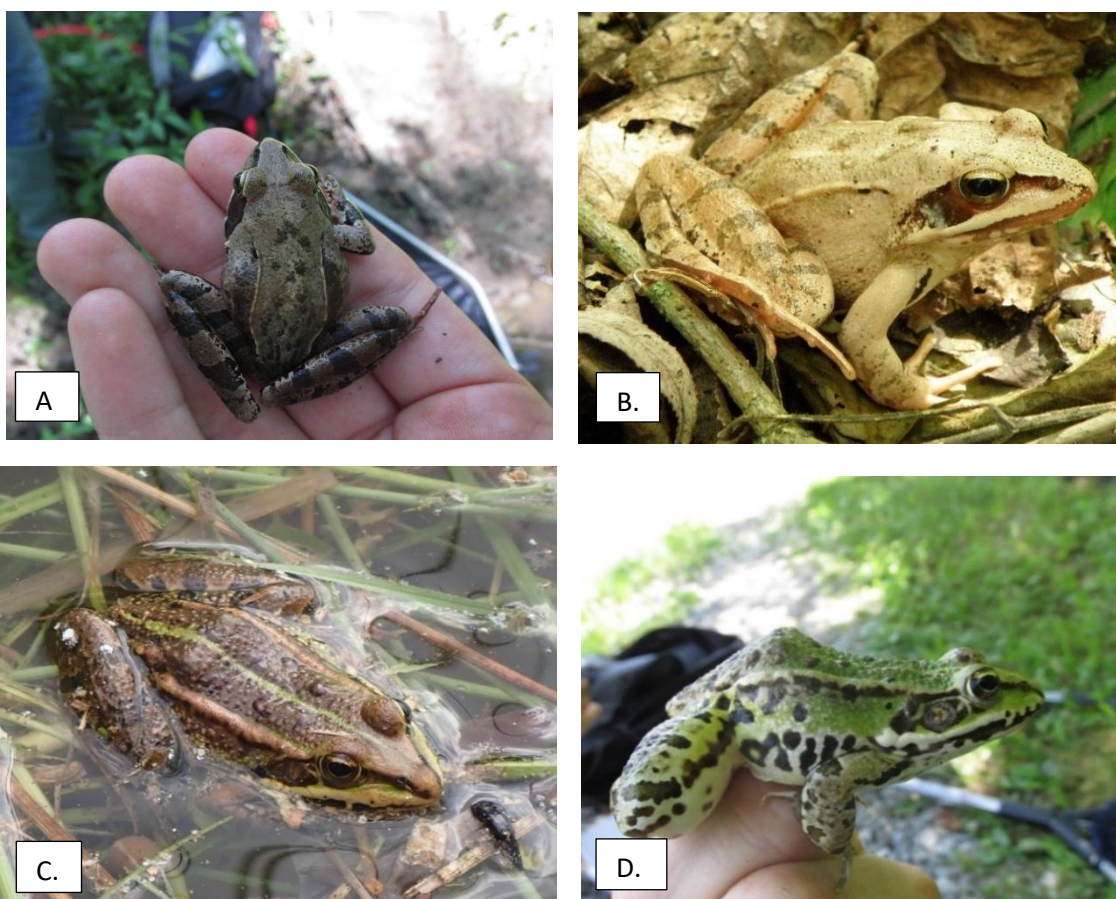


Obr. 3. Dýchací otvor umiestnený na ľavej strane žubrienky.

O našich druhoch obojživelníkov sa môžete bežne dočítať v knihách, ktoré sa venujú tejto skupine stavovcov. V tomto študijnom texte si niečo viac povieme o skokanoch. Z hľadiska ekológie ich môžeme rozdeliť na dve samostatné skupiny: **suchozemské** a **vodné**.

Ako už z názvu vyplýva, **suchozemské skokany** obývajú, okrem obdobia rozmnožovania, súš. Majú **hnede 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 rozstup medzi očnými viečkami**, pričom pri pohľade zhora dosahujú až k obrysom hlavy. U vodných skokanov sú viac posunuté k temenu hlavy, **rozstup 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** (obr. 4).



Obr. 4. Príklad zástupcov suchozemských (A,B) a vodných skokanov (C,D).

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**.

Krížence, skokany zelené, sa v našej prírode udržujú vďaka zvláštnemu spôsobu rozmnožovania, 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 morfologického hľadiska 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 v laboratóriu **molekulárnymi metódami**.

Pre zaujímavosť uvádzame telesné znaky, ktoré sledujeme u vodných skokanov v teréne, aby sme ich približne vedeli zaradiť do druhu: celková dĺžka tela, dĺžka stehna, dĺžka holene, dĺžka päťového hrbolčeka a dĺžka prvého prsta na zadnej končatine, prítomnosť/neprítomnosť žltého pigmentu na stehnách a bokoch tela, farba rezonátorov u samcov, prítomnosť/neprítomnosť a miera škvrnitosti na brušku.

5.4 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.

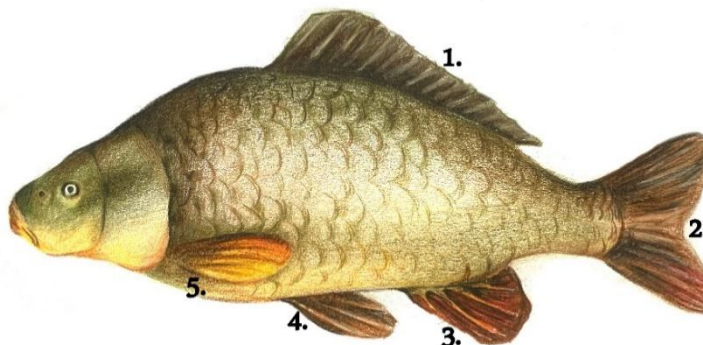
Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Pozorujeme stavovce	Rozdiel v druhovom zložení stavovcov medzi lokalitami
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
- bioindikátor - brušná, análna, chrbtová, prsná, chvostová plutva, - koncové, horné, spodné ústa - ktenoidné, cykloidné šupiny (viď študijný materiál)	- gumáky - chirurgické rukavice - pravítok alebo meter, - ďalekohľad (nepovinné), - vedro, - sieťka, - silón, - látkové vrecúško so zaťahovateľnou 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

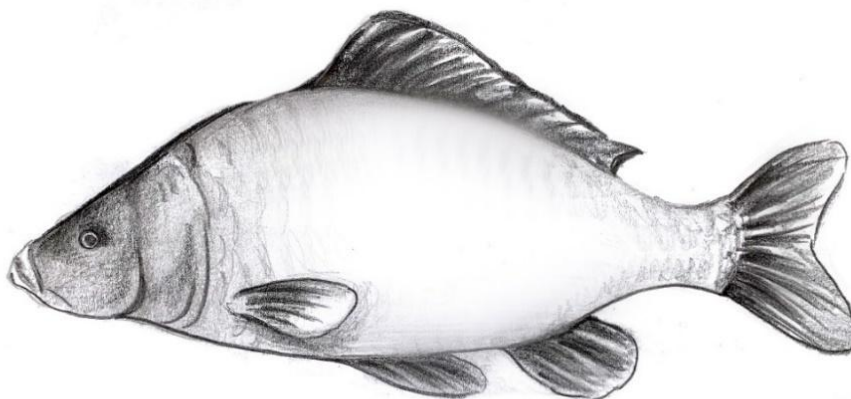
Priradte čísla na obrázku k názvom plutiev v tabuľke:

Číslo na obrázku	Názov plutvy
	brušná
	chrbtová
	análna
	prsna
	chvostová

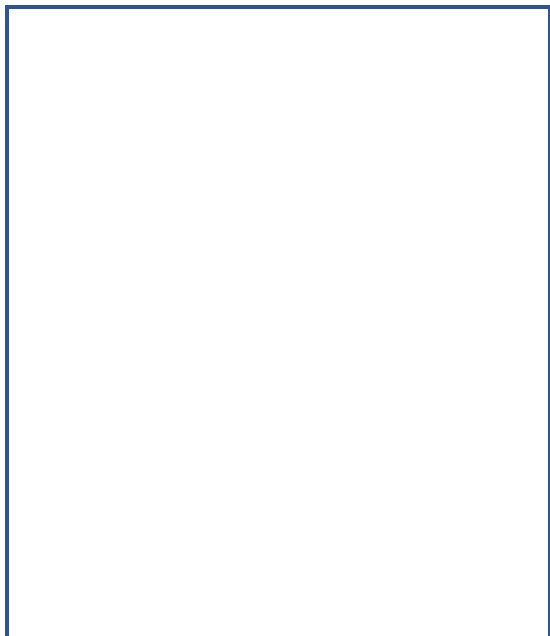


Koľko plutiev je párových a koľko nepárových?

Aký tvar bočnej čiary má kapor rybničný? Kde začína a končí? Skúste zakresliť a zamyslieť sa akú má funkciu.



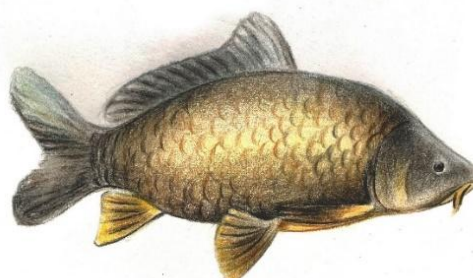
Na obrázku vidíte dve veľmi podobné ryby, ale patria do rôznych druhov (kapor rybničný a karas striebristý). Skúste sa na obrázky lepšie pozrieť a nájsť medzi nimi malé rozdiely. Našli ste? Výborne, tak si ich zapíšte a zvýraznite na obrázku.



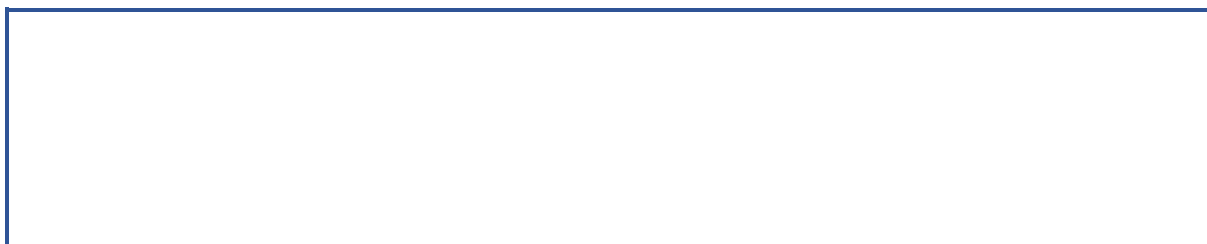
a.



b.



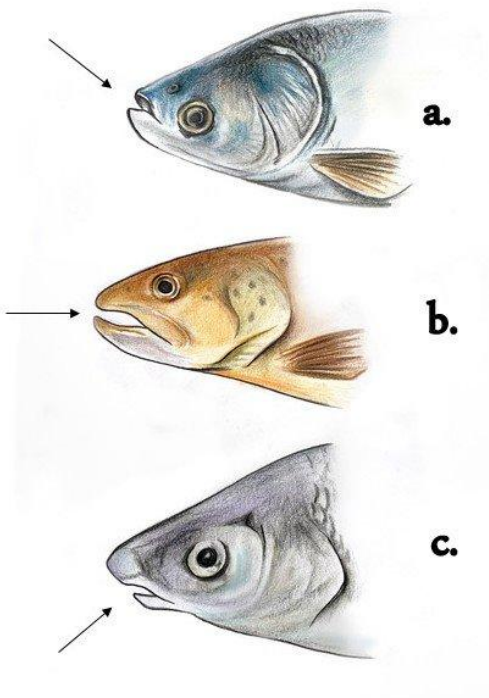
Niektoré ryby obývajú stojaté vody a niektoré aj veľmi rýchlo tečúce. Vedeli by ste uhádnuť, ktorá z dvojice rýb obýva ktorý typ vodného prostredia? Ako ste na to prišli? Je na ich tele niečo, čo to prezradilo?



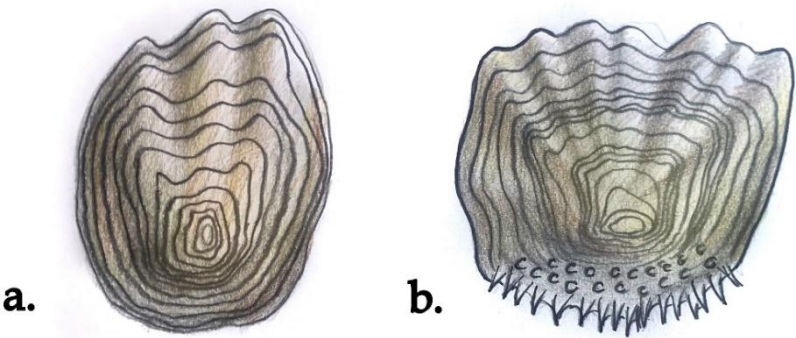
To, ako majú ryby orientované ústa, je jeden z mnohých znakov pri ich určovaní do druhov. Rovnako ich orientácia nám napovie, či si radšej zbierajú potravu z hladiny alebo napríklad z dna vodnej plochy. Na obrázkoch môžete vidieť tri typy orientácie úst. Priradte k jednotlivým typom úst ich odborné názvy a, ak viete, tak aj druhy rýb, u ktorých sa vyskytujú. Všímajte si tiež, ako majú orientované ústa ryby, ktoré sa vám podarí odchytiť v teréne. Zistenia si zapíšte.

Ako by ste odborné pomenovali postavenie ústneho otvoru rýb na obrázku?

- a.
- b.
- c.



Ako by ste odborné pomenovali typy šupín na obrázku?



- a.
- b.

2. ZISŤOVANIE PRÍTOMNOSTI STAVOVCOV NA LOKALITE

Ryby sa živia rôznou potravou. Niektoré požírajú maličký planktón, niektoré sú striktne bylinožravé alebo dravé, a niektoré prijímajú rastlinnú aj živočíšnu potravu a radíme ich medzi ryby všežravé. Čo myslíte, akým typom potravy sa živia ryby, ktoré sa vám podarilo odchytiť? Skúste odchytené ryby určiť do druhu a prečítať si v atlase, čím sa živia. Zistené informácie si zapíšte do tabuľky:

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

Na Slovensku máme veľmi veľa rôznych druhov rýb. Vedeli by ste vymenovať invázne druhy, ktoré do našej prírody nepatria a prišli k nám z iných krajín sveta? Podarilo sa vám v teréne odchytiť nejaké ryby? Skúste zistiť, či sú odchytené druhy pôvodné alebo naopak nepôvodné. Ak si nie ste istí, môžete si pomôcť knihami alebo atlasmi. Informácie si zapíšte do tabuľky.

Druh	invázny/neinvázny

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

Iné pozorovania (plazy, vtáky, cicavce):

Urobte si terénny zápisník z pozorovania iných stavovcov, prípadne ich pobytočných znakov (stopy, exkrementy, hniezda, nory, ohryzy...). Ak nebudete vedieť určiť živočícha podľa vzhľadu, zvukového prejavu alebo pobytového znaku priamo v teréne, urobte akustický alebo fotografický záznam a druh určíte v škole. Všetky informácie zapíšte do tabuľky.

Nález hodnotil (meno a priezvisko):						
Počasie:					Dátum a čas:	
Nález č.	Lokalita	Druh	Habitat	Súradnice	Typ záznamu a číslo fotky	Poznámky
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Príklad zápisu do terénneho zápisníka:

Terénny zápisník						
Druh	Dátum	Lokalita	Súradnice	Habitat	Typ záznamu a číslo fotky	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

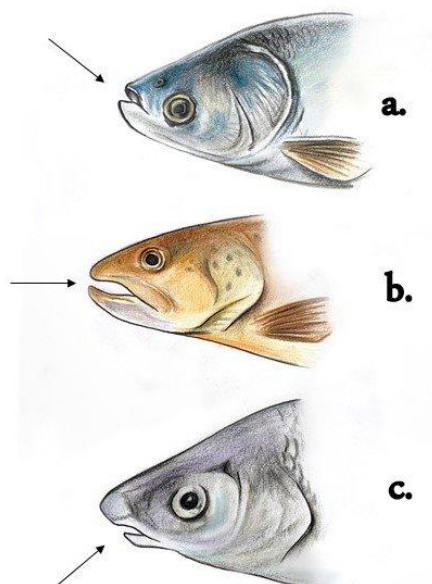
Formulujte záver o vplyve stavu kvality vody na výskyt rýb:

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 zboku alebo zhora **splošteného** až po pretiahnuté **hadovité** telo úhorov. Vretenovité alebo torpédovité telo majú zvyčajne ryby (napr. pstruh, lipeň) žijúce v bystrinách, rýchlo tečúcich vodách, pretože takýto tvar tela kladie najmenší odpor prúdu. Naopak, ryby s vysokým chrbtom a s telom zboku 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, napríklad sumce, alebo až úplne ploché (napr. platesy). Dravé ryby, ako napríklad 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.

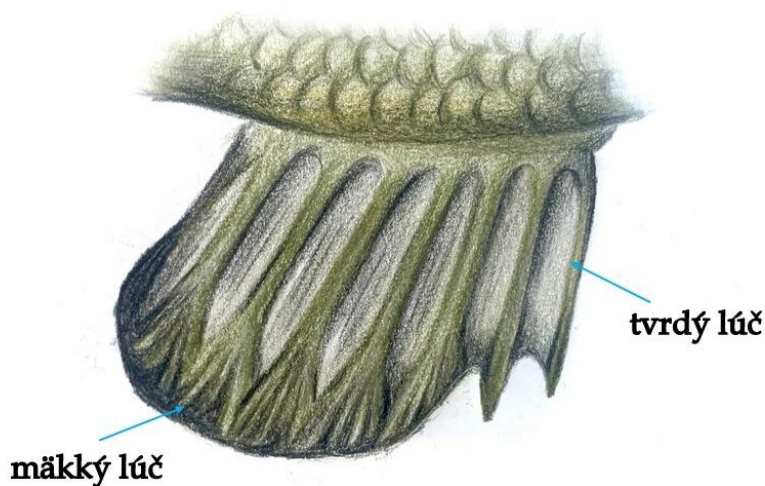
Na prednom konci hlavy ryby sa spravidla nachádzajú **ústa**. Bývajú prevažne v polohe vodorovnej k pozdĺžnej osi tela (**koncové ústa**), alebo sú orientované dohora (**horné ústa**), prípadne nadol (**spodné ústa**).



Obr. Postavenie ústneho otvoru rýb. A. horné ústa, B. koncové ústa, C. spodné ústa.

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. šabľa, 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. 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 blanitý 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 aj **ostne** alebo **tŕne**. Rozvetvené lúče (inak **mäkké**) sa vyskytujú v plutve za tvrdými lúčmi a sú aj na dotyk mäkké (Dungel & Řehák 2011)).

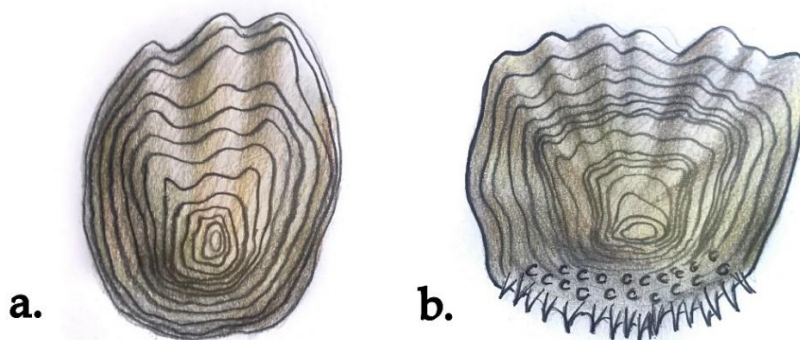


Obr. Plutvové lúče

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 **chvostovú** a v blízkosti análneho otvoru **análnu** plutvu. Pre pohyb samotnej ryby

má najväčší význam chvostová plutva, ktorá vie urobiť silný záber (Dungel & Řehák 2011). Párové plutvy sa vyskytujú v páre, čiže na oboch stranách tela jedinca. Ich špecifické názvy sú taktiež odvodené od ich polohy na tele ryby. V prsnej oblasti 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 alebo sumčeka môžeme ešte badať tzv. **tukovú plutvičku**, ktorá sa nachádza medzi chrbtovou a chvostovou plutvou. Nie je však tvorená kostenými lúčmi, ale väzivom. Brušné plutvy môžu mať u rôznych radov rôznu polohu. U kaprovitých rýb, ktoré predstavujú najväčšiu čeľaď sladkovodných rýb z hľadiska počtu druhov, sú brušné plutvy umiestnené na spodnej časti tela **približne uprostred medzi prsné plutvami 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 prsné plutvy** a u treskotvarých dokonca až **pred ne**. U niektorých druhov brušné plutvy môžu chýbať (napr. úhor európsky).

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. Naopak, **cykloidné šupiny** u kaprotvarých rýb sú okrúhle a hladké z vyčnievajúcej strany.



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

Bočná čiara

Bočná čiara je veľmi dôležitým zmyslovým orgánom rýb. U najdokonalejšieho typu bočnej čiary sú zmyslové telieska uložené v kanálikoch na boku tela ryby. Kanáliky sa v hlavovej oblasti rozvetvujú, pričom bočná čiara sa zvyčajne tiahne za žiabrovými oblúkmi až do oblasti chvostového stebľa. U niektorých druhov, napr. lopatky dúhovej, je bočná čiara veľmi krátka a začína aj končí v prednej časti tela

ryby za hlavou. Bočná čiara môže mať tvar rovný – prevažná väčšina druhov, alebo zvlnený – napr. šabl'a krivočiara. Pomocou tohto zmyslového orgánu dokážu ryby registrovať vlnenie vody spôsobené pohybom iných rýb, predmetov alebo prekážok, 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).

Potrava

Veľká väčšina druhov rýb nie je prieberčivá, 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 však u nás málo. Podustva severná zoškrabáva riasy z podkladu. K tomuto spôsobu príjmu potravy má aj prispôbené 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. Na druhej strane **dravou rybou**, ktorá si potrebuje potravu aktívne uloviť, je napríklad štika, zubáč (majú výrazné zuby), sumec či boleň, ktoré sa od určitého veku živia výlučne inými druhmi rýb (Hecker 2014). Na záver je potrebné ešte spomenúť, že samotné zloženie potravy aj **toho istého druhu môže výrazne kolísť v závislosti od rôznych faktorov** (napr. od veku ryby, ročného obdobia, charakteru prostredia a pod.).

Druhové 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, aby si pred samotným terénnym výjazdom zaobstaral dobrý atlas alebo určovací kľúč, prípadne najlepšie oboje, a dobre sa s

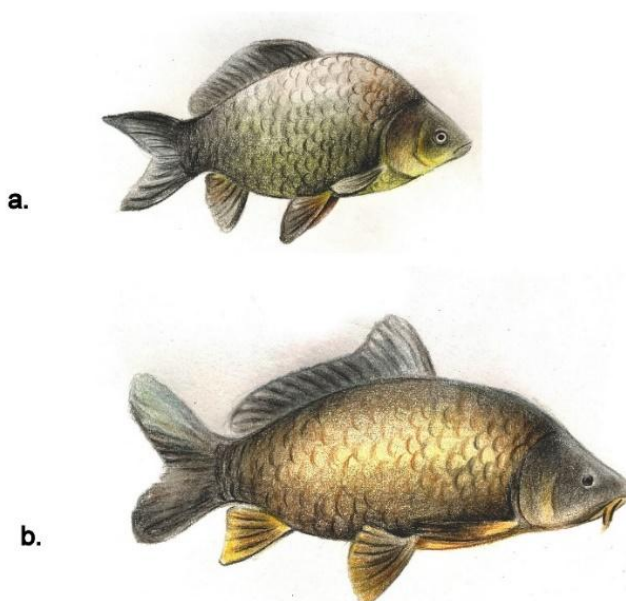
nimi zoznámil. Vieme sa v nich často dočítať aj o spôsobe života jednotlivých druhov rýb a či sú pôvodné, alebo majú invázny charakter.

Kapor alebo karas?

Kapor a karas sú ryby, ktoré radíme do čeľade 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. Nielenže ide o úplne iný druh, ale aj z hľadiska systematického aj o úplne iný rod.

Do čeľade 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, kapor rybníčný má podobne ako karas telo vysoké, chrbát a brucho vyklenuté, zo strán stlačené. Tento kapor môže mať tiež celé telo pokryté veľkými cykloidnými šupinami, rovnako ako je to u karasa. Aké sú teda medzi týmito druhmi rozdiely? Karas môže dorastať do dĺžky 15 – 30 cm, max. 45 cm. Kapor môže naopak dorásť do oveľa väčších rozmerov (30 – 50 cm, max. 120 cm). Asi najvýraznejší rozdiel je, že karas **nemá žiadne fúzy**, no kapor má **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“.



Obr. a.) karas, b.) kapor

U karasa takýto výraznejší „výkroj“ zvyčajne nepozorujeme. Mierne rozdiely medzi týmito dvoma druhmi môžeme sledovať aj v **tvare chvostovej plutvy** (obr. kapor vs. karas).

Iné stavovce

Na lokalitách si všímame pri monitoringu stavovcov aj ich pobytové znaky, napr. nory, stopy v blate, v snehu, trus, srst', pozostatky kostry, ohryzy na stromoch u bobra a pod. Pár takýchto ilustračných príkladov uvádzame nižšie. Jednotlivé pobytové znaky je potrebné dobre poriadne odfotiť, spoločne aj s mierkou, aby sa s určovaním mohlo pokračovať pomocou odborných kníh aj v škole. Každý takýto pobytový znak nám vie veľa napovedať o tom, aké stavovce danú lokalitu obývajú, preto je dôležité si zaznačovať tieto informácie čo najpresnejšie do terénneho zošita. Spev vtákov je rovnako ako u žiab druhovo špecifický, preto pri zisťovaní druhovej skladby vtákov na lokalite nám napomôžu nielen fotky samotných vtákov, ale aj ich spev, ktorý si môžeme nahráť na záznamník v mobile. Dnes už existujú aj voľne stiahnuteľné aplikácie, ktoré vedia tieto nahraté spevy rozpoznať a určiť druh vtáka, ktorý ich spieva (napr. BirdNET).

Príklady fotodokumentácie pobytových znakov pozorovaných na lokalitách pri Laborci:





5.5 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 a pod.). 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 vedia vodu načas opustiť a sťahovať sa po suchu alebo preletieť povettrím (napr. vodné chrobáky). Iné žijú vo vode natrvalo.

Vedecký zápisník

Téma	Výskumné otázky
Bezstavovce	Aké je zastúpenie skupín bezstavovcov na skúmaných lokalitách? Ako sa prispôbili bezstavovce na život vo vode?
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
- symetria/asymetria - bioindikátor - bentos - planktón - predátor - filtrátor - krycie sfarbenie	- gumené čizmy, pršiplášť - kuchynské sitko (čajové alebo aj väčšie), sieťka na planktón alebo sieťka na akváriové rybky s dlhšou rukoväťou, plastová alebo sklenená priehľadná nádoba 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. V nich sa s istotou vyzná len špecialista – hydrobiológ. Mnohé druhy sa navzájom podobajú, pretože sa rovnakým spôsobom prispôbili prostrediu, 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 základom stále zostáva porovnanie s obrázkom. Doplňujúcimi údajmi sú napríklad veľkosť, typ prostredia a obdobie roka, kedy živočíchy pozorujeme.

Zoznámte sa s určovacím kľúčom zameraným na bezstavovce, ktorý je dostupný na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre vysokoškolských študentov.

2. POZOROVANIE BEZSTAVOVCOV V TERÉNE

Pred samotným pozorovaním bezstavovcov si zapíšte základne údaje o lokalite.

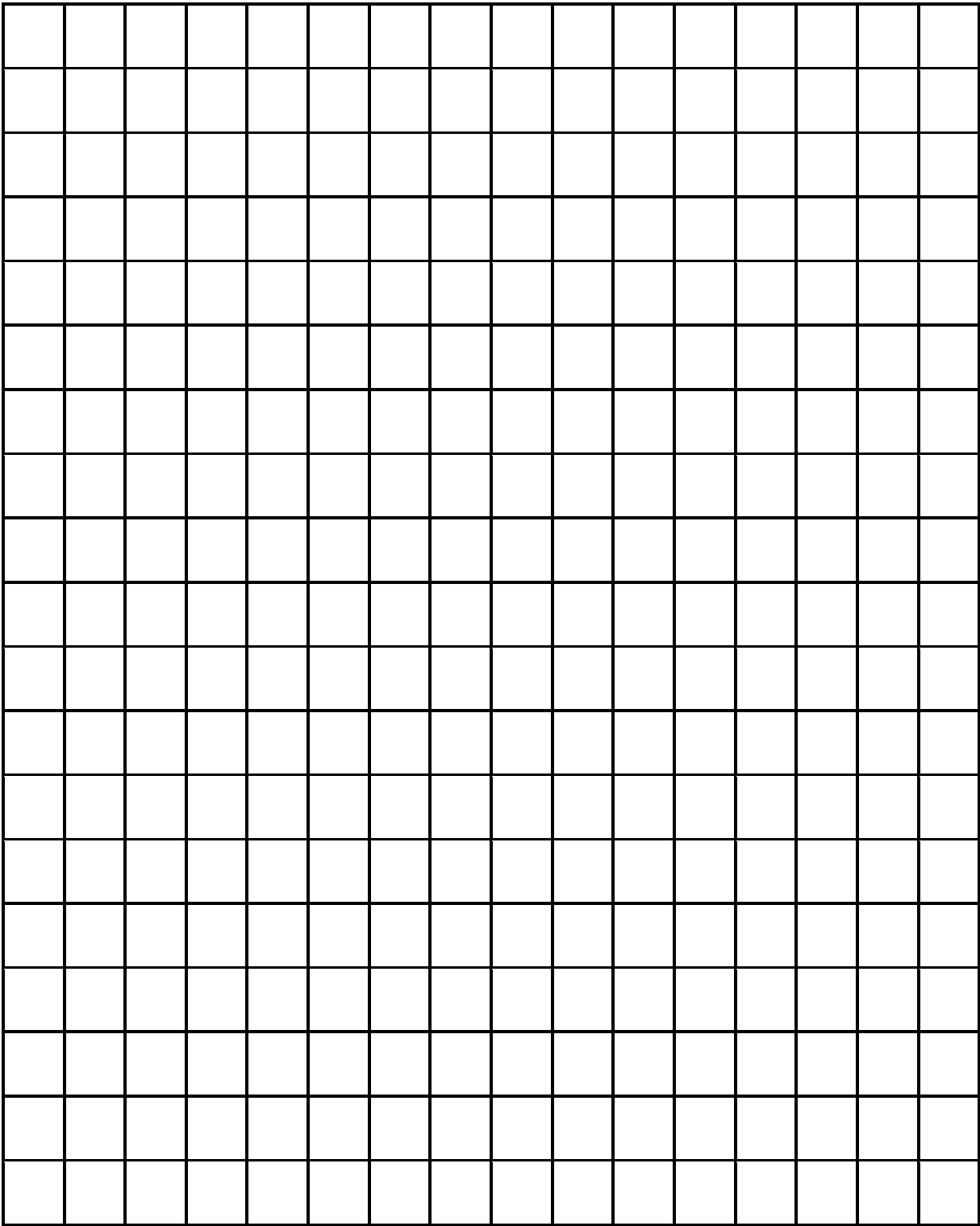
Pozorovateľ (meno a priezvisko):				
Názov lokality:			Dátum a čas pozorovania:	
Počasie:				
Vlastnosť vody/ teplota	Vlastnosť vody/ pH	Vlastnosť vody/ vodivosť	Výška vodnej hladiny v cm	Rýchlosť prúdenia vody)
prítomnosť živočíchov zakrúžkuj:		ÁNO NIE		

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

Lokalita	pozorovaný živočích/skupina živočíchov	Symetria tela

Poznámka: Pri zisťovaní symetrie tela pracujte s vopred pripravenou mriežkou so známou mierkou. Pri zisťovaní druhov pracujte 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 prijímania potravy na základe anatómie tela nájdených živočíchov. Svoj predpoklad zapíšte do tabuľky. Na základe zistených údajov o živočíchoch nájdite doplňujúce informácie o spôsobe prijímania potravy a overte svoj predpoklad. Čím sa tieto živočíchy živia?

Pozorovaný živočích/skupina živočíchov	Predpokladaný spôsob výživy	Spôsob výživy

Ktorá adaptácia umožňuje bezstavovcom charakteristické prijímanie potravy?
(Premenné končatiny, premenené ústne orgány, zmysly, športový tvar tela a pod.)

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:

Zistený živočích/skupina živočíchov	Predpokladaný spôsob pohybu resp. ukotvenia	Spôsob pohybu resp. ukotvenia

Zdieľajte spoločne vaše zistenia a vytvorte výslednú tabuľku, do ktorej zapíšete prítomnosť bezstavovcov na jednotlivých lokalitách.

Výsledná tabuľka

Lokalita	Pozorovaný živočích/skupina

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:

ŠTUDIJNÝ TEXT

Metódy odchyty 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 uchytiť a množia baktérie, 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, napríklad vírniky alebo pomalky. Na zber musíme použiť nádobku, do ktorej naberieme vodu z hladiny alebo zoškrabeme povlaky z kameňov, rastlín, ponorených drev a pod.

Vo voľnej vode sa vyskytuje mnoho mikroskopických mnohobunkových organizmov. Sú to najmä kôrovce a vírniky. Z vodného stĺpca získame organizmy tzv. planktonickou sieťou (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 siete je upevnená malá priehľadná nádobka, do ktorej sa zachytávajú organizmy chytené spolu s vodou do siete. Prebytočná voda odtečie medzi okami tkaniny preč. V priehľadnej nádobke vieme pohľadom proti svetlu kontrolovať prítomnosť organizmov. Keďže je obruč siete okrúhla alebo štvorhranná a keď vieme odhadnúť, aký dlhý záťah sme sieťou vo vode urobili, môžeme si vypočítať, aký objem vody sme prefiltrovali sieťou. 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 ich pohyb niekoľkými vláknami z vaty alebo zahustiť roztok roztokom želatíny či oxypropylcelulózy.

Ako zistiť akého živočícha som našiel?

Informácie o skupinách vodných bezstavovcov získate od učiteľa. Pri určovaní nájdeného organizmu použite obrázkový určovací kľúč dostupný na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre vysokoškolských študentov.

5.6 Aké sinice a riasy rastú vo vodných tokoch, plochách a v ich okolí?

Vody, napríklad 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.

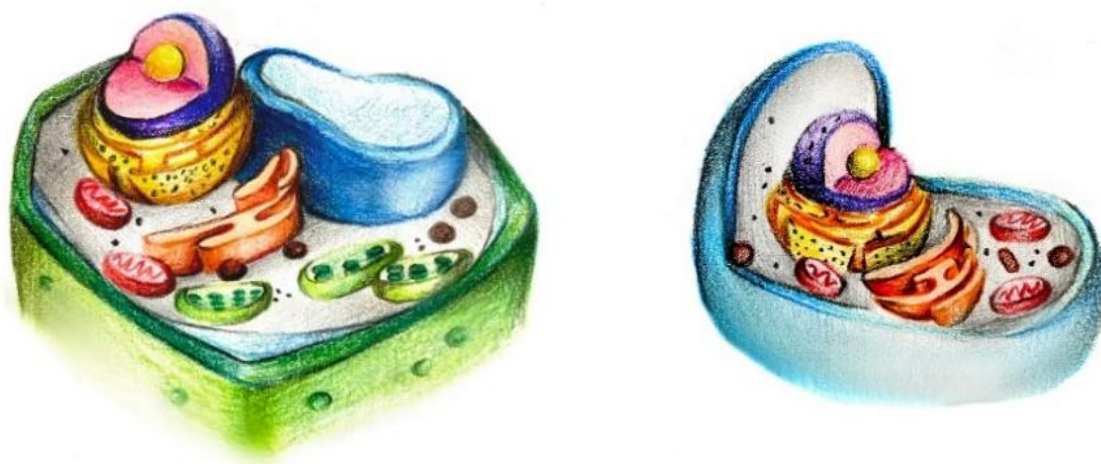
Bez ohľadu na to, do ktorej skupiny jednotlivé riasy patria, poznáme ich najmä ako jednobunkové organizmy alebo vláknité organizmy, niekedy vytvárajúce zhľuky, tzv. kolónie. Vo vzorkách z prírody môžeme dokonca v jednej kvapke vody nájsť zástupcov rias z viacerých skupín. Jednotlivé skupiny rias sú primárne 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	Aká je rozmanitosť rias a siníc v študovanom vodnom prostredí? Pozorovali sme v svojom okolí výskyt tzv. „vodného kvetu“? Aké je množstvo chlorofylu vo vzorkách planktónu v závislosti od hĺbky odberu vzorky smerom ku dnu?
Čo potrebujem vedieť (termíny)	Čo potrebujem do terénu
- stavba rastlinnej bunky, - stavba bakteriálnej bunky - bunková organizácia a vláknitá organizácia rias, - chlorofyl - sinica - „vodný kvet“ - planktón a bentos	- 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

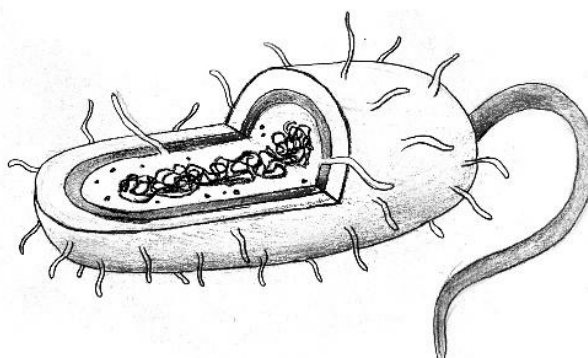
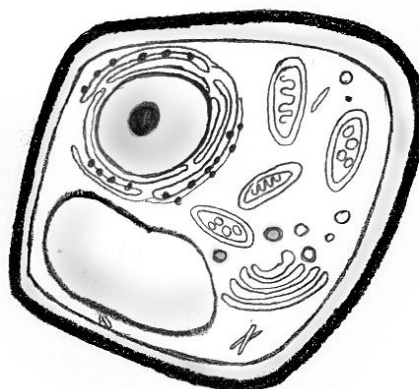
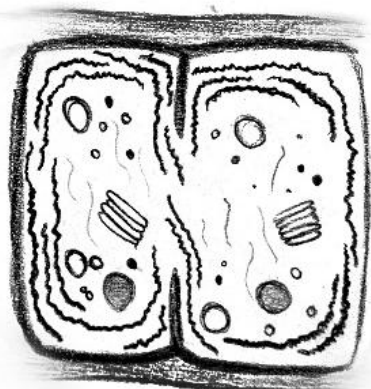
Súčasťou planktónu je okrem fytozobentosu (drobné rastlinné organizmy) aj zoobentos (drobné živočíšne organizmy). Ako odlíšime drobné organizmy so schopnosťou fotosyntézy (autotrofné) od živočíšnych (heterotrofné)? Pre obe je typické, že ich základnou stavebnou jednotkou je bunka.



Rastlinná vs. živočíšna bunka

Napíš 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. Rozlišuj 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				

Poznámka: *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 zachytený na filtroch odber 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 určoval, či ide o riasu alebo sinicu. Stačí, ak zaznamenáš prítomnosť mikroskopických a makroskopických organizmov.

Vzorka č.	Nákres mikroskopického organizmu	Nákres makroskopického organizmu
1		

Poznámka: Mikroskopické pozorovania môžete opakovať 3-krát a tak zaznamenať väčšie spektrum organizmov.

Oboznámte sa s **určovacím kľúčom**. Neskôr s ním budete pracovať samostatne.

Kľúč na určovanie niektorých nápadných skupín sladkovodných rias a siníc:

Sinice, ktoré pozoruješ:

1. **Netvoría vlákná** - jednobunkové alebo koloniové druhy siníc - **kokálne**
2. **Tvoría vlákná** - *Nostoc commune* (nostok)

Sinice:

Kokálne sinice

Mikrocystis



Vláknité sinice

Nostoc



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

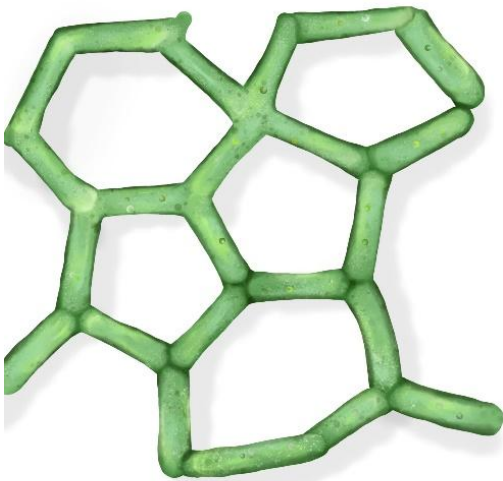
Chara



Nietella



Hydrodictyon



Batrachospermum



2. Stielka sa nerozvetvuje

Spirogyra



Mikroskopické riasy

Mikroriasy

1. Nemajú schránku

Nemajú bičík

Microcystis

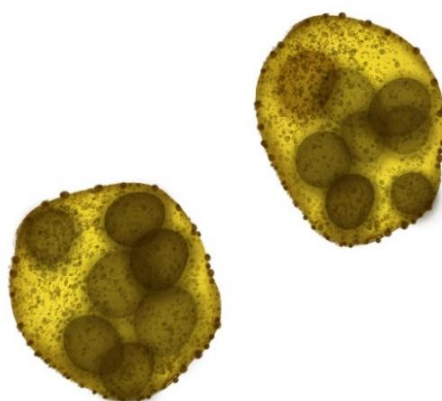


Majú bičík

Euglena



Volvox

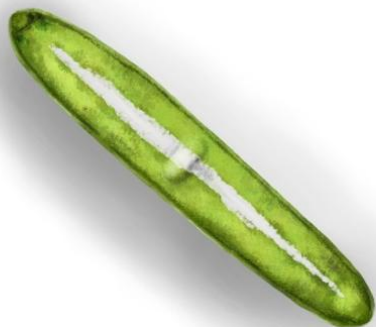


1. Majú schránku

Rozsievky

Schránka je podlhovastá

Pinularia



Fragillaria

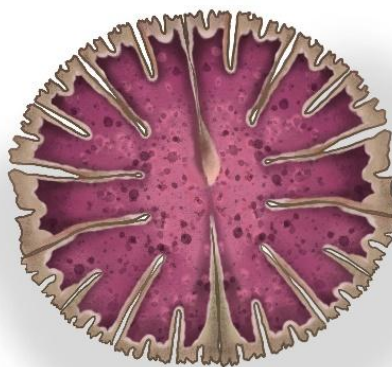


Schránka je okrúhla

Cyclotella



Micrasterias



Určovací kľúč na riasy nájdete aj na stránke effuse.science.upjs.sk v sekcii pre vysokoškolákov.

Na základe prítomnosti rias a siníc, ktoré ste pozorovali pod mikroskopom, prehodnotte tabuľku, ktorú ste vyplnili 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 počas horúcich letných mesiacov, ktorý sa vydáva v prípade premnoženia siníc. Zamyslite 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 zaváraninových pohárov. Poháre by mali byť rovnakej veľkosti a ideálne aj rovnakého tvaru, aby ste vedeli približne odobrať rovnaké množstvo vody. Pre odber si zvolte, či vzorku odoberte z vodného stĺpca, z vody v blízkosti dna (ak to charakter lokality umožňuje), alebo z povrchu kameňov či dreva ponorených vo vode. Výber závisí vždy od charakteru lokality.

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

TIP: V prípade, že sa rozhodnete odobrať rôzne vzorky v zaváraninových pohároch, označte ich 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 odobrať aj vzorku z vodnej hladiny, označte si ju písmenom **H**.

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 **

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

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

Formulujte predpoklad, čím to mohlo byť spôsobené:

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

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

3. URČOVANIE RIAS A SINÍC POMOCOU URČOVACIEHO KLÚČA

Pozorujte pod mikroskopom mikroorganizmy vo vzorkách vody, ktoré ste si priniesli z terénu. Pomocou určovacieho kľúča identifikujte, či ide o sinice alebo riasy. Pokúste sa zistiť rod, do ktorého prislúchajú sinice alebo riasy prítomné vo vzorke vody. Výsledky pozorovania zaznamenajte 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 vyhodnotte na prítomnosť mikroorganizmov; zelené bunky predstavujú autotrofné riasy a sinice. Použite určovacie kľúče na ich identifikáciu.

Zdieľajte získané informácie s ostatnými členmi pracovnej skupiny. Spoločne vypíšte 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, ktorá vyjadruje 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 ho so svojím predpokladom z pozorovaní voľným okom. Prepojte svoje zistenia s výsledkami analýzy vody pomocou meracích prístrojov a výsledkami mikrobiologickej analýzy. Na základe tohto komplexného pohľadu formulujte záver o stave vodného toku prepojením skúmania vody z rôznych hľadísk.

Záver

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 pozreli 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 miliárd 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 „pro-“ znamená pred, prvotné, a slovo „kary“ znamená jadro) sú klasifikované iba jednobunkové organizmy z rodov *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, 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 či pravé vakuoly. DNA s ribozómami je sústredená 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 štyri 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 sa za cytoplazmu považuje 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 treba zapamätať, je, že prokaryotické bunky nie sú vo vnútri rozdelené membránovými štruktúrami, ale majú 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 nazývanou cirkulárny chromozóm. Nukleoid a ďalšie charakteristické štruktúry prokaryotov 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 by bolo upratovanie 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 lemoviť.

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, obývacia 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“, hrozilo by 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 baktériám, označujeme ich aj pojmom cyanobaktérie. Názov pochádza z latinského slova cyano – modrý, pretože tieto organizmy obsahujú modrozelené farbivo fykocianín. Slovenský názov „sinice“ je odvodený od slova siný – modrý.

Mikroskopické organizmy zahŕňajú širokú škálu organizmov zo všetkých skupín: rastliny, živočíchy, baktérie, archeóny a huby. Všetky spája jedna vlastnosť – nie je možné ich pozorovať voľným okom ako samostatné organizmy. Vidieť ich môžeme iba pri ich premnožení, napríklad vo forme zeleného povlaku (vodný kvet – premnoženie siníc) alebo zákalu 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, rôznobičkaté riasy (najmä rozsievky), červenoočká a zelené riasy.

5.7 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 ich vývoj. Dynamická spoločnosť robí stále nové pokroky v oblasti vedy a výskumu, no výrazné nároky človeka na život zanechávajú markantné stopy na životnom prostredí. Rôzne typy priemyslu a technického vývoja nedbajú na dopady, ktoré na prírodu zanechávajú. Najviac tým trpia ovzdušie, voda a pôda. Všetky tri zložky predstavujú životné prostredie pre rastliny a živočíchy, pre ktoré sú zároveň aj domovom. Človek tieto zložky ovplyvňoval od pradávna pozitívne, no často 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 a banskej činnosti, ktoré sa cez ovzdušie (vo forme zrážok, prachu a pod.) dostávajú do pôdy, z ktorej sú následne vymývané do povrchových či podzemných vôd. Na prítomnosť ťažkých kovov sú citlivé takmer všetky organizmy. Existujú však 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 alebo riasu). Keďže 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 predstavujú lišajníky vhodné organizmy z hľadiska biomonitoringu. Pomalý rast a dlhovekosť lišajníkov sú z hľadiska biomonitoringu kľúčové. Pomocou nich je možné monitorovať oblasti dlhodobo a 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,	- GPS navigáciu - fotoaparát - zápisník+ písacie potreby - jednoduchý kľúč na určovanie lišajníkov - pršiplášť - papierové vrecká 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

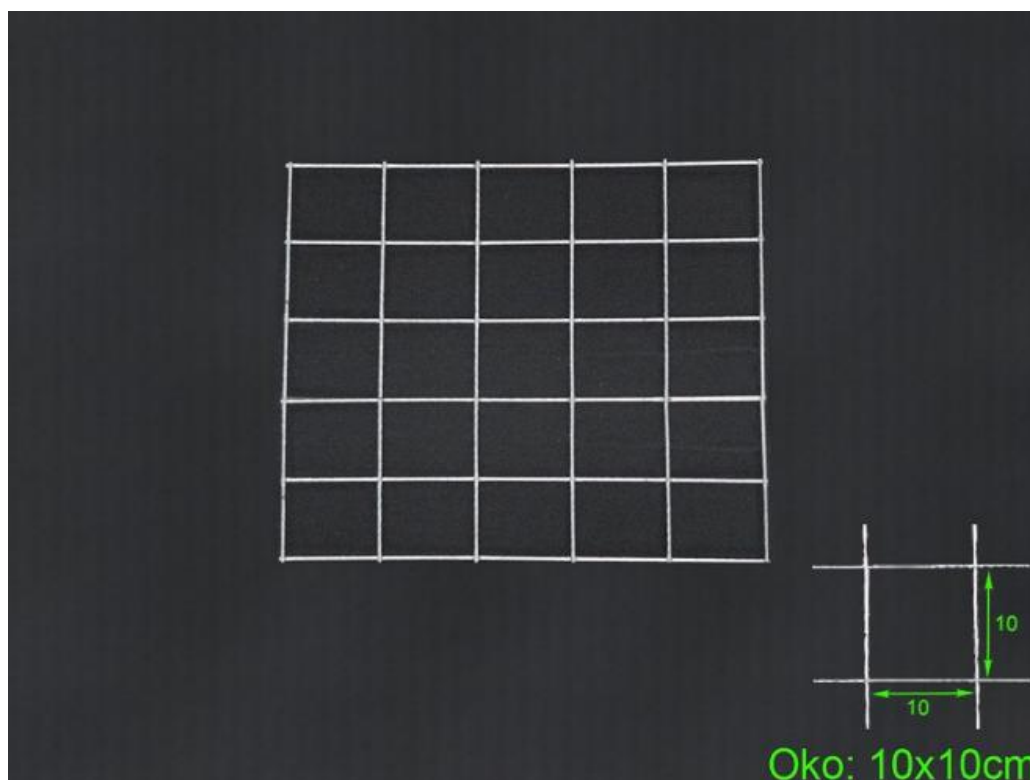
Zisťovanie početnosti lišajníkov

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, alebo šatku, ktorá má minimálne rozmery 70 x 70 cm.
2. Zakreslite si do vnútra plochy tejto siete štvorce 10 × 10 cm na plochu 50 × 50 cm.
3. Tieto štvorce vystrihnite, aby vám tam ostal prázdny priestor.

Pomôcka: Výsledok, ako by mala sieť vyzeráť, je na obrázku:



Pracujte v troj- až štvorčlennej skupine. Na navštívených lokalitách použite vytvorenú sieť na troch ľubovoľných miestach a spočítajte, koľko lišajníkov sa tam vyskytuje.

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

Názov lokality		Názov lokality		Názov lokality	
Sietka na mieste č.	Početnosť	Sietka na mieste č.	Početnosť	Sietka 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 cca 1 meter nad zemou do výšky 2 metrov nad zemou po celom obvode stromu (viď schematický nákres).



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 rastú.

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					
č.4					
č.5					

VYHODNOTENIE POZOROVANÍ V ŠKOLE

Ak ste náhodou priniesli organizmy, o ktorých ešte nevíete s určitostí 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

Určenie predpokladaného stupňa znečistenia v závislosti od počtu lišajníkov v danej lokalite:

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

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

$$IČP = \sum F$$

IČP index čistoty prostredia

$\sum$ 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 úrovne znečistenia s istotou nad 97 %.

Pomocou tabuľky urči, aký je stupeň znečistenia v danej lokalite.

Stupeň	Rozmedzie znečistenia	Znečistenie životného prostredia
Stupeň A	$0 \leq IČP \leq 5$	Vysoký stupeň znečistenia
Stupeň B	$5 < IČP \leq 10$	Stredný stupeň znečistenia
Stupeň C	$IČP > 15$	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

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, ktoré ani jeden z organizmov sám o sebe nemôže dosiahnuť.

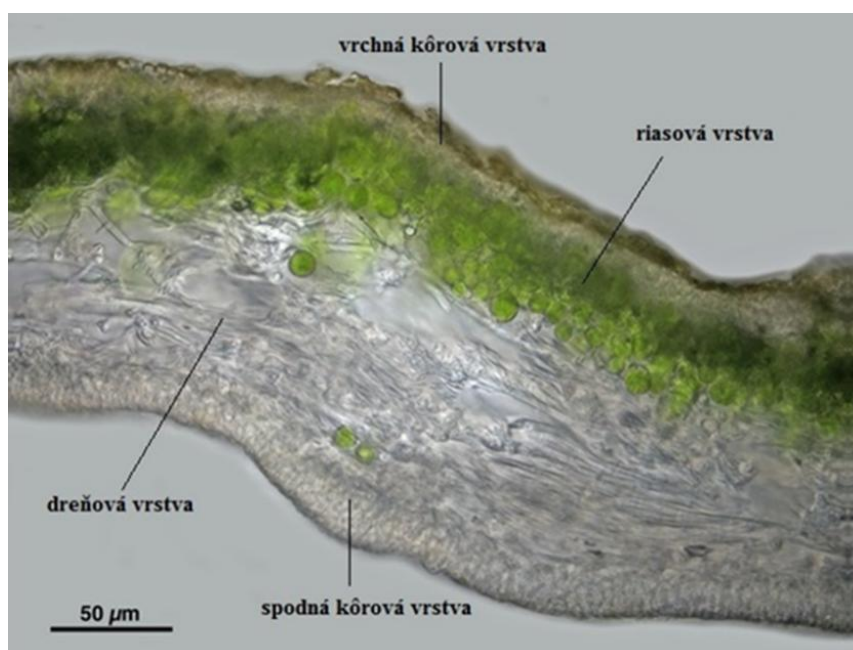
Mykobiont zabezpečuje pre stielku lišajníka predovšetkým príjem vody a minerálnych látok. Tvorí morfológiu **stielky** (tela lišajníka) a vytvára štruktúry, ktoré sa podieľajú na pohlavnom aj nepohlavnom rozmnožovaní. Keďže nie je schopný tvorby organických látok potrebných pre svoj rast, musí ich získavať 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) a predstavuje pseudoparenchymatické pletivo.

Riasová vrstva pozostáva okrem buniek fotobionta aj z buniek mykobionta, ktoré sa v podobe intracelulárnych haustórií snažia narušiť bunkové steny fotosyntetizujúceho partnera v stielke lišajníka.

Dreňovú (medulárnu) vrstvu tvoria dlhé a vzájomne poprepletané hýfy mykobionta.



Morfológia

Vo všeobecnosti môžeme lišajníky rozdeliť na dve skupiny: **makrolišajníky**, ktoré sú pozorovateľné voľným okom, a **mikrolišajníky**, ktoré pozorujeme pod lupou.

Pri makrolišajníkoch sa najčastejšie stretávame s lupeňovitým a kríčkovitým typom stielky. Mikrolišajníky majú prevažne kôrovitú stielku.

Lišajníky a biomonitoring

Lišajníky rastú pomaly, sú vo veľkej miere závislé od prostredia a na rozdiel od cievnatých rastlín nemajú kutikulu. **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.

5.8 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 chladenie (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	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
- mikroorganizmus - baktéria - prvok - kontaminácia - dezinfekcia - sterilizácia	- 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 chladenie (široká termoska s ľadom, chladiaca taška, prenosná chladnička s chladiacimi vložkami a pod.) - fixa a lepiace štítky na označenie vzoriek, ochranné 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).
- Odoberte a preneste uvarený čaj do rôznych nádobiek, uzavrite ich a uskladnite na teplé miesto (žiaci na každú nádobku označia, akým nástrojom do nej čaj preniesli).
- Po 1 týždni vyhodnotte, 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.*

Vyhodnotte 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 známemu a dôležitému experimentu francúzskeho chemika a mikrobiológa **Louisa Pasteura** z 2. polovice 19. storočia, ktorým vyvrátil dovtedy uznávanú **teóriu samoplodenia** (podľa ktorej mohli živé organizmy vznikať samovoľne z neživých látok).

Viac sa dočítaš v študijnom 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 budete odoberať vodu. Pred odberom si nasadte ochranné rukavice. Pomocou odberných nástrojov preneste vzorky vody do označených nádobiek – dbajte na to, aby ste sa odberným nástrojom nedotkli ničoho okrem vody. Nádoby uzavrite a uložte 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 alebo certifikovaných laboratóriách, kde celý proces podlieha normám ISO a je realizovaný za prísne definovaných podmienok.

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

Časť B - „Analýza odobratej vzorky - stanovenie počtu mikroorganizmov v odobratej vzorke vody“

V nasledujúcej časti si vyskúšaš **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	Koľko živých mikroorganizmov sa nachádza v 1 ml vzorky vody? Ako môže teplota miestnosti pri pokuse ovplyvniť výsledky?
Vstupné vedomosti žiaka	Materiálne pomôcky
- životné prejavy organizmov - faktory prostredia, ktoré ovplyvňujú život organizmov	- 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. Pomocou sterilného nástroja (pipeta, Pasteurova pipeta alebo nerezová lyžička vyvarená vo vode) preneste do jednotlivých nádobiek malé množstvo nezakaleného a zakaleného čaju z predošlého experimentu. Nádoby uzavrite a uskladnite na teplé miesto. Žiaci označia každú nádobku podľa toho, aký čaj do nej preniesli. Jednu nádobku s čerstvým čajom použite ako kontrolu – nepridávajte do nej nič.

Po 1 týždni vyhodnotte, 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 prítomnosťou životaschopných mikroorganizmov v čaji (podobne aj v inom médiu).**

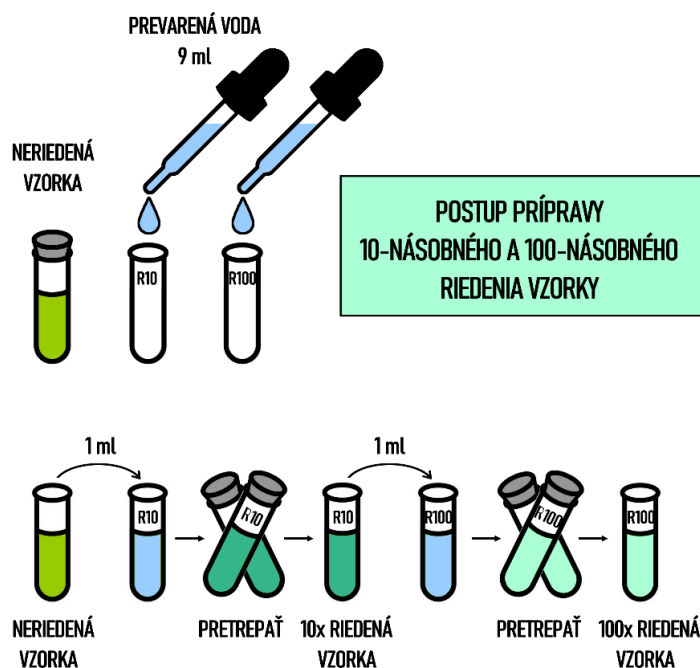
2. STANOVENIE POČTU MIKROORGANIZMOV VO VODE METÓDOU MPN

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 dvoch čajových lyžičiek cukru v 250 ml vody. Varte 20 minút v zakrytom hrnci. Zároveň v inej uzatvárateľnej nádobe alebo v rýchlovarnej kanvici prevarte pitnú vodu. Médium aj vodu nechajte prikryté vychladnúť na izbovú teplotu.

Pomocou sterilného nástroja preneste vzorku o objeme 1 ml (napríklad sterilné Pasteurove pipety alebo sterilné striekačky) do sterilných uzatvárateľných skúmaviek. Pracujte v skupinách. Pre každú skúmanú vzorku si pripravte 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 nasadte 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 opäť poriadne pretrepte.“

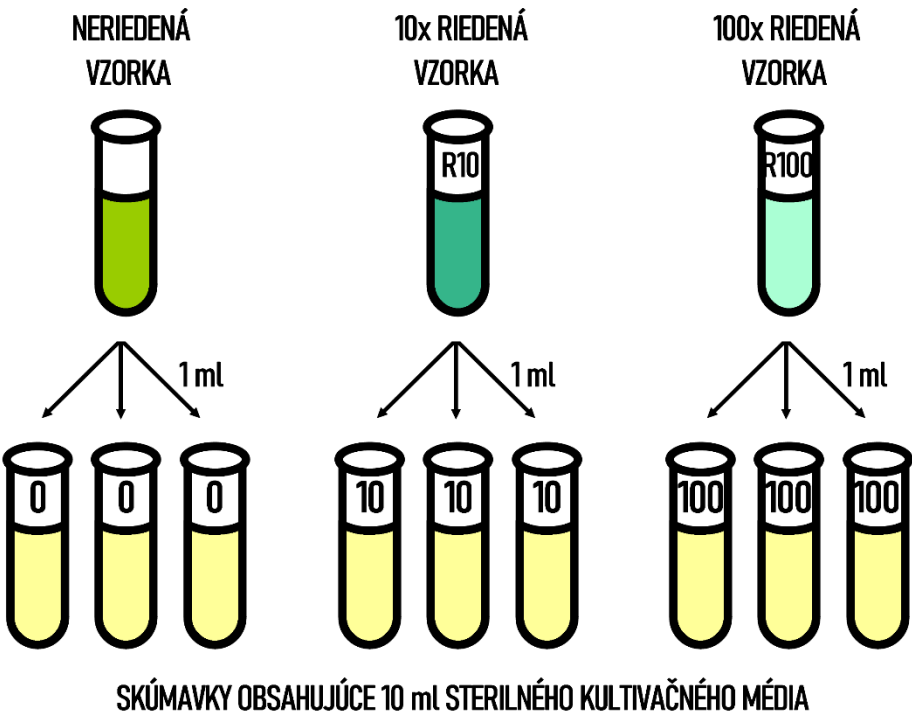


Príprava testu: „Deväť skúmaviek určených na stanovenie počtu mikroorganizmov si označte značkou skupiny. Tri z nich si ďalej označte číslom 0 (pre nezriedenú vzorku), ďalšie tri číslom 10 (pre 10-násobne zriedenú vzorku R10) a posledné tri skúmavky číslom 100 (pre 100-násobne zriedenú vzorku R100). 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).“

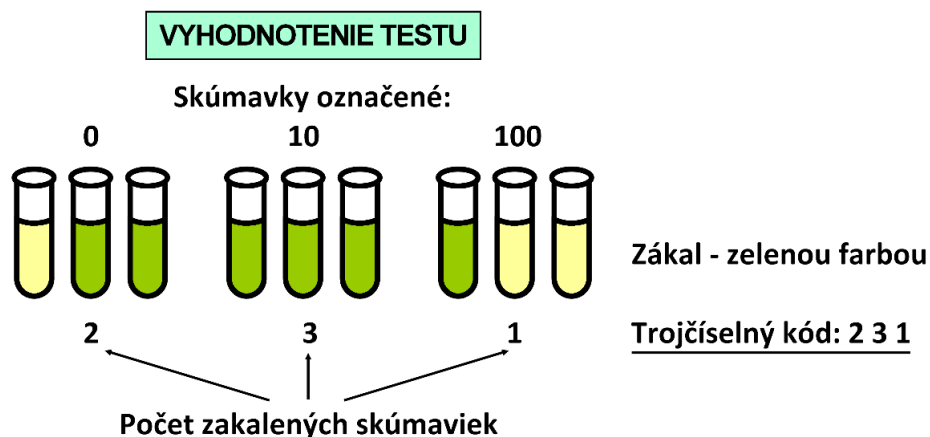
PRÍPRAVA TESTU



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 na stanovenie počtu mikroorganizmov vo vzorke porovnaním s tabuľkou.

Príklad:



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 skúmvkách (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) zvolte tri posledné stupne riedenia (napr. R100, R1000, R10000), z ktorých 1 ml prenesiete do trojíc skúmaviek označených 100, 1000, 10000.

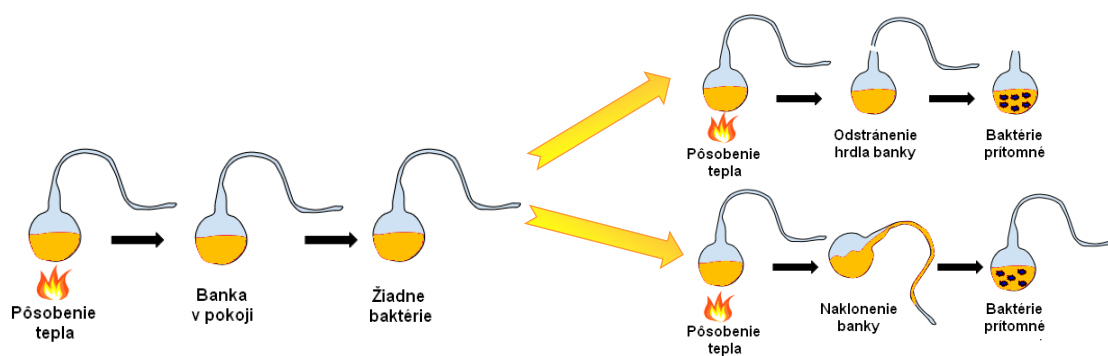
Pri odčítaní výsledku z tabuľky však bude potrebné zohľadniť, že výsledné množstvo mikroorganizmov zodpovedá 1 ml prvého riedenia použitého do testu. Ak sa v teste použili riedenia R100, R1000 a R10000, výsledok z tabuľky bude zodpovedať množstvu mikroorganizmov v 1 ml 100-násobne riedenej vzorky.

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 rúrku padali mikroorganizmy z okolitého vzduchu (tie sa zachytili práve v zahnutej časti rúrky), vývar sa ani po dlhšom čase neskazil, hoci cez rúrky do fliaš prúdil vzduch. Pasteur zároveň na niektorých fľašiach rúrky odlomil, čím umožnil padanie mikroorganizmov zo vzduchu do vývaru. V týchto fľašiach sa vývar rýchlo 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 aj **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 naším zámerom nie je sledovať kvalitu pitnej vody, ale spracovať a vyhodnotiť environmentálne vzorky z vodných tokov, metóda MPN v jej pôvodnej skúmkavkovej 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 pri vzorkách, 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 skúmkavky obsahujúce sterilné tekuté kultivačné médium. Vzorky sa v určených objemoch napipetujú do jednotlivých skúmkaviek 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 skúmkavke 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 skúmkaviek 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 však môže byť vhodným nástrojom na porovnanie počtu mikroorganizmov vo viacerých vzorkách z rôznych prostredí alebo odobratých v rôznom čase z toho istého prostredia.

EFFUSE – príručka pre žiakov
Základy biomonitoringu vodných tokov
Učebný text

Autori: RNDr. Ivana Slepáková, PhD., RNDr. Lenka Maliničová, PhD.,
RNDr. Mariana Kolesárová, PhD., RNDr. Natália Pipová, PhD.,
RNDr. Monika Balogová, PhD., doc. RNDr. Andrej Mock, PhD.,
RNDr. Peter Lúptáčík, PhD., prof. RNDr. Martin Bačkor, DrSc.,
doc. RNDr. Michal Goga, PhD., RNDr. Dajana Kecsey PhD.,
RNDr. Andrea Lešková, PhD., RNDr. Anna Mišianiková, PhD.,
doc. RNDr. Vladyslav Mirutenko. PhD., doc. RNDr. Yaroslava Hasynets, PhD.,
prof. RNDr. Marianna Kryvtsova, PhD., doc. RNDr. Roman Kish, PhD.,
Mgr. Helena Bačová, RNDr. Andrea Ivanová, Mgr. Svetlana Murínová

Vydavateľ: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Vydavateľstvo ŠafárikPress

Rok vydania: 2025
Počet strán: 114
Rozsah: 5,25 AH
Vydanie: prvé



DOI: <https://doi.org/10.33542/EFF-0446-0>
ISBN 978-80-574-0446-0 (e-publikácia)

PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS



Hungary
Slovakia
Romania
Ukraine

