



PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS

Project title:

Environment for the Future by Scientific Education

Partner name:

Pavol Jozef Šafárik University in Košice

Uzhhorod National University

Institute of Development of Carpathian Region

EU Contribution:

364 099, 41€



EFFUSE príručka pre učiteľov

OBSAH

WITHOUT BORDERS	1
1. Predslov	3
2. Vodstvo regiónu Zemplín a Zakarpatsko	4
2.1 Vodné toky v regióne Zemplín	4
2.2 Životné prostredie ako jedinečný priestor pre organizmy ...	7
3. Čo predchádza práci v teréne?	10
3.1 Skúsenostné učenie mimo areálu školy	10
3.2 Bezpečný pobyt so žiakmi v teréne	10
3.3 Príprava výučby a plánovanie pobytu žiakov v teréne	11
3.4 Práca so živými organizmami v škole	13
4. Základné pojmy a terminológia	14
4.1 Tolerančné limity organizmov	16
5. Metodický postup realizácie aktivít so žiakmi.....	17
5.1 Čo viem o lokalite, ktorú budeme skúmať?	18
5.2 Určovanie kvality vody	20
5.3 Našli sme obojživelníky. Čo vieme o nich zistiť?	31
5.4 Našli sme ryby a ďalšie stavovce. O aké druhy ide?	43
5.5 Našli sme nejaké bezstavovce. Čo to môže byť?	50
Mriežka s rozmerom 1x1 cm	56
5.6 Rastú na lokalite sinice a riasy?	68
5.7 Našli sme lišajníky. Čo nám hovorí ich prítomnosť o životnom prostredí?	79
5.8 Určovanie kvality vody – mikrobiologická analýza	88
6. Záverečné slovo	102

1. Predslov

Vzdelávanie sa v témach súvisiacich so životným prostredím s prepojením na digitálny obsah je súčasným trendom vo svete. Zákonitosti prírody a to ako ich svojou činnosťou ovplyvňujeme je najvhodnejšie spoznávať priamo počas práce v teréne, tak aby sme ich mohli 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.

Projekt EFFUSE – „Environment for the future by scientific education“ znamená v preklade „Vedeckým vzdelávaním k životnému prostrediu budúcnosti“. Zapojením sa do tohto projektu získate spolu so žiakmi prehľad o stave životného prostredia v okolí povodia rieky Laborec a Uh a spoznáte charakter práce vedcov v oblasti botaniky, zoológie a mikrobiológie. Môžete si vyskúšať prácu s reálnymi vzorkami v teréne a naučiť sa využívať rôzne pracovné postupy ako sledovať, prípadne zdokumentovať prítomnosť organizmov vo vodnom toku a v jeho okolí. Máte možnosť zapojiť sa do procesu tvorby virtuálneho laboratória, ktoré bude odrazom toho v akom stave je vodný ekosystém vo vašom okolí.



Je pred vami výzva naučiť žiakov niečo nové, nadchnúť ich pre dobrú vec a motivovať k tomu aj ostatných vo vašom okolí. Váš záujem o realizáciu outdoorovej vyučby spolu so schopnosťami biomonitoringu stavu prostredia, ktoré nadobudnete, budú prvým krokom k lepšej budúcnosti pre nasledujúcu generáciu.

2. Vodstvo regiónu Zemplín a Zakarpatsko

2.1 Vodné toky v regióne Zemplín

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

Rieka Laborec pramení v Laboreckej vrchovine nad obcou Čertižné v okrese Medzilaborce v nadmorskej výške 710 m. n. m. Plocha povodia Laborca je 4 522,5 km², pričom na ľavostranné povodie pripadá 4 076,7 km² a na pravostranné 445,8 km², dĺžka 132,5 km.

(<https://www.certizne.eu/prispevky/pramen-rieky-laborec>)

Patrí do vrchovinnó-nížinnej oblasti s dažďovo-snehovým typom odtokového režimu. Maximálne prietoky dosahuje začiatkom jari v marci a apríli, minimálne prietoky sa vyskytujú v auguste a septembri ($Q_a = 15,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ v Michalovciach, $Q_{\max} = 457 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{\min} = 0,49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Laborecká vrchovina je rozsiahle pohorie budované treťohornými 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 ústia do Laborca Vydranka a Borov. Postupne rieka priberá väčšie ľavostranné prítoky: **Výravu** - vodný tok na severovýchodnom Slovensku, ktorý preteká územím okresov Medzilaborce a Humenné. Má dĺžku 26,5 km a je tokom VI. rádu. Pramení v Laboreckej vrchovine na východnom svahu Magury (755,3 m n. m.) v nadmorskej výške cca 600 m n. m., v blízkosti slovensko-poľskej štátnej hranice..

Udava je ďalším ľavostranným prítokom Laborca na severovýchode, na území okresu Humenné. Má dĺžku 38,3 km a je tokom VI. rádu. Pramení v Bukovských vrchoch, v podcelku Bukovce, v nadmorskej výške okolo 690 m n. m., neďaleko slovensko-poľskej hranice

v pralesnatej oblasti jedľobučin, v severozápadnom výbežku Národného parku Poloniny. V pramennej oblasti riečky sa nachádza **Prírodná rezervácia Udava**. Juhozápadne od obce Udavské (v blízkosti železničnej stanice) sa v nadmorskej výške 155,4 m n. m. vlieva do Laborca.

Východne od Humenného sa v nadmorskej výške 149 m n. m. ústi do Laborca ľavostranný prítok **Cirocha**. Preteká územím okresov Snina a Humenné. Meria 56,6 km a je tokom VI. rádu. Pramení v Bukovských vrchoch pod Ruským sedlom (795 m n. m.) v nadmorskej výške 765 m n. m., v blízkosti slovensko - poľskej štátnej hranice. Na hornom toku rieky v Bukovských vrchoch, na území Národného parku Poloniny je vybudovaná vodná nádrž Starina. Je najväčším zdrojom pitnej vody v strednej Európe.

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. Preteká okrajom mesta Strážske, ktoré je predmetom záujmu nášho projektu.

V minulosti bol v katastri mesta Strážske, v časti Krivošťany, chránený areál Lužný les pri Laborci. V roku 2006 bol zo zoznamu chránených území vyradený. Prevažná časť vodného toku Laborca na území nie je upravená a má prirodzený tok. V katastri mesta Strážske bola úprava toku realizovaná v areáli vodného hospodárstva Chemko. Významnou úpravou je cestný most so stavidlom cez rieku Laborec a nedávno vybudovaná malá vodná elektrárňa. Južne od Strážskeho, smerom na obec Voľa sa pri Laborci ťažia štrky a piesky pre stavebné účely.

Vzhľadom na aktivity plánované v projekte, ktorých lokalizácia je na území mesta Strážske sa bližšie zameriame na prítoky, ktoré pretekajú územím mesta a sú ľahko dostupné na biomonitoring. Juhozápadne od Strážskeho smerom na bývalý majer Pláne pramení potok **Duša**. Tvorí pravostranný prítok Laborca s dĺžkou 41,1 km. 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. Skúmanou lokalitou na toku Duša je miesto neďaleko jej prameňa, kde rastie mohutný dub, ktorý by mohol byť v budúcnosti predmetom ochrany.

Strážsky potok, ktorý preteká katastrálnym územím mesta, pramení na svahoch Čuboku, neďaleko Hudcoviec. Preteká cez chemický podnik Chemko Strážske a ďalej popri železnici obteká mesto. Na väčšine svojho toku je Strážsky potok upravený a plní funkciu odvádzania vôd z povrchového odtoku a z mestskej ČOV. Povrchové vody z areálu Chemka sú regulovane vypúšťané cez havarijnú akumuláciu nádrž (HAN) a potrubím odvádzané do Strážskeho potoka. V prípade potreby, prechádza voda z HAN čistením v ČOV.

Strážsky potok neďaleko cestného mosta Voľa - Strážske má bahnité-piesčité dno, kde je šírka toku asi 1,5 m, hĺbka do 30 cm. Za obcou Voľa sa

Strážsky potok rozvetvuje na množstvo mŕtvych ramien. Táto periodicky zaplavovaná časť lužného lesa je dynamické a výnimočné prostredie. Voda zo Strážskeho potoka sa vlieva do Laborca východne až juhovýchodne od obce Voľa v mieste "Pod orechmi".

Po dlhšom bezprítokovom úseku, 16 km pred ústím do Latorice, priberá najväčší ľavostranný prítok **Uh**, 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. Pred sútokom s Laborcom vo výške 96 m n. m. prijíma z pravej strany Čiernu vodu so sústavou potokov stekajúcich z južných svahov Vihorlatských vrchov a SV časti Východoslovenskej nížiny. Významným prítokom je ľavostranná Okna so Sobraneckým potokom.

2.2 Životné prostredie ako jedinečný priestor pre organizmy

Geologická stavba ako dôležitý faktor formujúci skladbu vodného toku

Na základe geomorfologického členenia územia Slovenska patrí Strážske do dvoch orografických celkov – prevažná časť katastra patrí do celku Východoslovenská pahorkatina, podcelkov - Pozdišovský chrbát, Laborecká niva a Podvihorlatská pahorkatina, severné časti katastra – predovšetkým oblasť nad miestnou časťou Krivošťany, lokalita Klakočiny a okrajovo aj Orlová – sa radia do orografického celku Vihorlatské vrchy (podcelok Humenské vrchy – časť Krivošťianka). Územie pri rieke Laborec tvoria recentné a fosílné agradačné valy.

Geologická stavba je pomerne zložitá a pestrá, pretože Strážske sa rozprestiera na úseku bradlového pásma, ktoré mesto ohraničuje zo severu. Uvedené pásmo bradiel sa vyznačuje veľkým množstvom tektonických zlomov (porúch), ktoré majú prevažne severo – južný smer. Najväčší zo zlomov – tzv. priečny Laborecký zlom prechádza práve údolím Laborca, ponad mesto a nazýva sa Brekovská brána. Geologickú stavbu tu tvorí mezozoikum vnútorných Karpát, tmavé vápence (gutensteinské) a dolomity (ramsauské); anis – karn. (<https://app.sazp.sk/atlassr/>).

Skladba dna vodného toku je podmienená geologickým podložím a hydrologickými a hydraulickými parametrami toku. Substrát výrazne determinuje zloženie bentického spoločenstva. Charakter riečnych sedimentov sa od prameňa k ústiю postupne mení. Veľkosť častíc substrátu smerom po toku klesá. V prudko tečúcich tokoch prevláda kamenité dno so štrkopieskovými usadeninami, v mierne tečúcich vodách dominujú štrkopieskové a pieskovité usadeniny a v pomaly tečúcich tokoch pieskovité až pieskovito-bahnité sedimenty. Abundanciu a biomasu bentosu zvyšujú porasty machov a makrofytov.

Prirodzené dno poskytuje optimálne životné podmienky bentickým organizmom. Následkom úpravy koryta materiálom odlišnej kvality ako je pôvodný substrát (s čím je zvyčajne spojená aj zmena pozdĺžneho a priečneho profilu a likvidácia brehových porastov), je nahradenie pôvodných, pestrých spoločenstiev spoločenstvami nepôvodnými.

(https://fns.uniba.sk/fileadmin/prif/biol/kek/hydrobio/Vplyvy_revitalizacia.pdf)

V katastri obce Voľa tvorí geologickú stavbu neogén, sivé vápnité prachovce, ílovce, pieskovce, piesky, zlepence, evapority, riasové vápence (jakubovské, špačinské, vranovské a zbudzké súvrstvie); stredný bádén. (<https://app.sazp.sk/atlassr/>)

Pôdy

Pôda je ľubovoľný trojrozmerný výrez z najvrchnejšej časti pedosféry obsahujúci materskú horninu (substrát).

Faktory, ktoré ovplyvňujú vlastnosti pôdy sú:

- horniny
- klimatické činitele
- geografické činitele (nadmorská výška, sklon reliéfu a pod.)
- rastliny a živočíchy (tvorba humusu)
- podzemné a povodňové vodstvo (celoročne, alebo často zmáčané pôdy)
- človek (hnojenie, zavlažovanie, odlesňovanie)

Pôda je základným výrobným prostriedkom v poľnohospodárstve a lesníctve. Rastliny čerpajú z pôdy živiny nevyhnutné pre ich rast a vývoj, ktoré následne v kolobehu života slúžia živočíchom a ľuďom ako zdroj potravy a živín. Pôda zároveň funguje ako špongia pre zrážkovú vodu, voda z atmosféry sa v pôde akumuluje a túto vlhkosť z nej čerpajú rastliny. Pôda v súvislosti s vodou ovplyvňuje najmä hydrologické pomery.

V katastri Strážskeho sa nachádzajú nasledujúce typy pôd:

Fluvizeme (nivné pôdy) – ide o mladé riečne uloženiny s výrazne vyvinutým horizontom A, pre ktoré je typické výrazné kolísanie hladiny podzemnej vody. V okolí Strážskeho tvoria fluvizeme pruhy na aluviálnych nivách pozdĺž rieky Laborec. Na odberných miestach, ktoré sú predmetom záujmu nášho projektu sa nachádzajú fluvizeme, fluvizeme kultizemné, sprievodné fluvizeme glejové, modálne a kultizemné ľahké pôdy; z nekarbonátových aluviálnych sedimentov. (<https://app.sazp.sk/atlassr/>)

Pseudogleje – vytvorili sa na sprašových hlinách pod dubovo – hrabovými lesmi juhozápadne od Strážskeho a v okolí majera Pláne a priľahlom lesnom komplexe

Rendziny – sú to poväčšine silno skeletnaté, dosť často plytké, dobre prevzdušnené pôdy, ktoré pravidelne vysychajú. Vyskytujú sa v okolí Krivoštian.

Kambizeme (hnedé pôdy) – vyskytujú sa spravidla na silikátových horninách. Nachádzajú sa severozápadne od Strážskeho, v oblasti Riedkeho vrchu a Orlovej.

Kultizeme (antropogénne pôdy) predstavujú pôvodné, no človekom premenené pôdy (napr. rekultiváciou)

Informácie o ochrane vodných tokov nájdete v Kapitole 2,.2 v edukačnom materiály pre žiakov, ktorý je dostupný na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov.

3. Čo predchádza práci v teréne?

3.1 Skúsenostné učenie mimo areálu školy

Vonku realizujeme v rámci projektu EFFUSE so žiakmi vlastne skúsenostné učenie, označované tiež ako zážitkové, čo je prístup založený na generovaní a testovaní nápadov, ako sa dá nejaká situácia prakticky riešiť. Získajú konkrétnu skúsenosť, ktorú môžu vyhodnotiť a vylepšiť. Zážitkové učenie biológie prebieha najčastejšie mimo triedu a umožňuje žiakom rozšíriť si znalosti a precvičiť riešenie problémov. V tomto prípade zahŕňa skúsenosti z vedeckého výskumu a rôzne formy spolupráce spojené s prácou v teréne. Žiaci majú možnosť prakticky si vyskúšať činnosti spojené s monitorovaním výskytu živých organizmov v prírode, ale aj uplatniť vlastné nápady a vylepšenia. Majú pociťovať zmysel a dôležitosť tejto práce v roli ekológov a úkony vykonávať so všetkou zodpovednosťou s tým, že prispievajú k výsledkom reálneho výskumu, do ktorého sú zapojení.

3.2 Bezpečný pobyt so žiakmi v teréne

Práca učiteľa so žiakmi v teréne musí byť bezpečná. Už pri plánovaní aktivít pre žiakov je potrebné dbať na obozretné profesionálne postupy a právne bezpečnostné normy. Učitelia biológie ako kvalifikovaní odborníci majú voči svojim žiakom a študentom povinnosť podniknúť kroky na predchádzanie vzniku nehôd a bezpečnostných incidentov. Z právneho hľadiska tieto činnosti zahŕňajú minimálne:

- 1.** Povinnosť informovať o bezpečnostných a bezpečných postupoch. Žiakov poučte a nechajte podpísať formulár, že boli poučení o bezpečnosti.
- 2.** Povinnosť predviesť bezpečný postup. Predtým, ako necháte žiakov pracovať s pomôckou, nástrojom, zariadením alebo vykonávať praktické činnosti, musíte im postup predviesť.
- 3.** Povinnosť varovať. Vždy informujte žiakov o rizikách týkajúcich sa bezpečnosti používania potenciálne nebezpečných zariadení, materiálov ale aj organizmov, ktoré by sa mohli v danom prostredí vyskytnúť. Vylúčte rizikové činnosti.
- 4.** Povinnosť kontrolovať bezpečnosť pred, v priebehu a na konci aktivít. Sledujte správanie žiakov, stav vybavenia, výstroja a pracovné/študijné prostredie.
- 5.** Povinnosť presadzovať bezpečnosť. Vždy presadzujte bezpečné správanie a pre prípad porušovania zavedte dobre definovaný disciplinárny postup.

6. Povinnosť údržby. Skontrolujte, či sú technické kontroly zariadení platné a osobné ochranné prostriedky funkčné.

3.3 Príprava výučby a plánovanie pobytu žiakov v teréne

Výučba v teréne vyžaduje z bezpečnostného hľadiska osobitnú pozornosť, pretože aktivity sú lokalizované na miesta, ktoré sú vždy niečím jedinečné a pre žiakov nové.

Všeobecné zásady, ktoré má učiteľ dodržať, ak pripravuje pobyt, aktivitu či výučbu vonku sú:

1. Dobre poznať lokalitu. Predtým, než na zvolené miesto pôjdete so žiakmi, choďte obhliadnuť terén, či sa tam od vašej poslednej návštevy neudialo niečo neočakávané. Žiaci sa musia dostať na miesto plánovanej činnosti bezpečne a bez väčších prekážok.
2. Sledovať meteorologickú predpoveď. Nechodte so žiakmi do terénu, ak sú pre danú oblasť vydané výstrahy pre nebezpečné javy ako sú víchrica, búrková činnosť, privalové dažde, povodne a pod.
3. Vyžadovať vhodné oblečenie a obuv. Oblečenie na pobyt vonku má udržať telo v teple a suchu. Počasie sa môže veľmi rýchlo zmeniť, preto je dôležité ustrojiť sa na najhorší variant počasia, ktoré možno v čase plánovaného pobytu očakávať: v horúčave odporučte žiakom priedušné, vo vlhkom počasí vode-odolné oblečenie. Počítajte aj s možnosťou, že sa pobyt vonku môže neplánovane predĺžiť. Pre pobyt presahujúci 1-2 hodiny je užitočné mať so sebou aj náhradné oblečenie, to môže slúžiť aj ako ďalšia vrstva pri ochladení. Do prírody patrí pevná a uzatvorená obuv, nezabudnúť na pokrývku hlavy a rezervné ponožky.
4. Mať so sebou pohotovostnú lekárničku do terénu. Pohotovostné príručné lekárničky do terénu obsahujú vybavenie pre poskytnutie prvej pomoci pri bezvedomí, prostriedky na osobnú ochranu záchrancu a na ošetrovanie drobných, ľahkých a stredne ťažkých poranení.
5. Ovládať prvú pomoc. Zopakujte si zásady a postup prvej pomoci pre prípad najpravdepodobnejších možných nehodových udalostí na lokalite (závisí od charakteru prostredia): prisatý kliešť, štipnutie hmyzom, zlomená končatina, krvácajúca rana, alergická reakcia a pod. Do rekapitulácie primerane zapojte aj žiakov. Na ochranu pred kliešťami a bodavým hmyzom odporučte žiakom použiť preventívne repelentný prípravok.
6. Skontrolovať spojenie. Skontrolujte si stav batérie telefónu, je dobré mať aj záložný, nespoliehajte sa na zariadenia žiakov. Majte poruke

dôležité telefónne čísla, kontakt na rodiča zúčastnených žiakov, vhodné je mobilné internetové pripojenie.

Prevenca a komunikácia nehôd a iných nežiaducich udalostí pri vonkajších aktivitách

- 1. Informovať.** Žiakov a ich rodičov včas informujte o plánovanej aktivite. Kde presne pôjdete, kedy to bude, ako sa majú žiaci obliecť, čo si so sebou vziať majú a naopak, čo je nežiaduce (napríklad hračky, museli by si ich nechať v škole). Aký je účel aktivity a ako dlho bude trvať. Informujte rodičov ak sa v priebehu aktivity vyskytne neočakávané zdržanie.
- 2. Oznamovať.** Miesto, čas, účel a trvanie plánovanej aktivity oznámte vopred aj svojmu priamemu nadriadenému v škole.
- 3. Evidovať.** Evidujte prítomnosť žiakov na aktivite. Poučenie o bezpečnosti majú potvrdiť svojim podpisom. V prípade úrazu zhotovte do 48 hodín zápis, ako a za akých okolností k nemu došlo. Zápis dajte podpísať svedkom alebo ranenému, ak to jeho stav dovolí. Týka sa to aj menších poranení, ktoré si nevyžiadali lekárske ošetrenie. Môžu mať neskôr nepríjemné následky, napríklad vo forme infekcie.
- 4. Hlásiť.** Každý školský úraz sa musí ihneď hlásiť riaditeľovi školy. V prípade potreby privolajte pomoc.

Pravidlá pre plánovanie činnosti žiakov v teréne

- 1. Zamestnať žiakov.** Nedostatok motivácie a úloh vedie k nežiaducej nude, nepozornosti, zábave a zvyšuje pravdepodobnosť úrazov. Riešitelia projektu EFFUSE vypracovali metodické návody, ako žiakov motivovať a zapájať do spolupráce cestou žiackeho bádania.
- 2. Postupovať pri odborných úkonoch podľa inštruktáže.** Inštruktáž k úkonom ako je napríklad odchytenie živočícha na pozorovanie, odber vzorky vody, použitie špeciálnej pomôcky pripravuje a predvádza odborník. Žiaci napodobňujú jeho činnosť, aby si osvojili potrebnú zručnosť. Porušovanie zásad pri odborných úkonoch a zámerná modifikácia postupu sa hodnotí ako riziková činnosť.
- 3. Vylúčiť rizikové činnosti.** Činnosť sa nesmie zakladať na fyzickej aktivite, ktorá je pre daný vek nebezpečná, vyžaduje predchádzajúcu skúsenosť alebo tréning. Žiaci sa nemajú dostať do kontaktu s chorými alebo mŕtvymi zvieratami. Ak prenášajú materiál, musia pred seba vidieť. Primeraná hmotnosť prenášaného nákladu je pre školákov do 10 rokov najviac 4 kg, žiaci vo veku 11 - 15 rokov môžu preniesť vec vážiacu do 7 kg.

4. Dodržiavať hygienu. Zabezpečiť osobné hygienické a ochranné prostriedky (sterilizačný spray alebo gel, rukavice, rúška, okuliare, gumenú obuv a pod.). Predviesť a vyžadovať správne používanie ochranných prostriedkov, v súlade s ich účelom.
5. Neopustiť pracovisko. Nikdy nenechajte žiakov na lokalite samotných, bez dozoru dospelaj osoby.

3.4 Práca so živými organizmami v škole

Bezstavovce, huby, rastliny a mikroorganizmy možno transportovať do školy na ďalšie pozorovanie v škole, postupujte podľa odborného návodu.

V školskom laboratóriu a odbornej učebni dodržujte bezpečnosť podľa laboratórneho poriadku a všeobecného poučenia, ktorý žiaci absolvujú na začiatku každého školského roka.

So všetkými mikroorganizmami sa musí zaobchádzať ako s potenciálnymi patogénmi, sterilizovať vybavenie a materiály, dezinfikovať pracovné plochy, používať ochranné prostriedky – rúško, okuliare, rukavice, plášť. Nejesť a nepiť tam, kde sa pracuje so živými organizmami a dôkladne si umývať ruky.

Brať do školy divo žijúce stavovce je zakázané. Živé zvieratá zakúpené legálne a určené na chov sa smú použiť vo výučbe len na základe spoľahlivých a osvedčených pedagogických postupov s vedomím hodnoty života a dôležitosti zodpovednej starostlivosti o ne. Pred aktivitou musia byť žiaci poučení o bezpečnostných opatreniach pri zaobchádzaní so živými organizmami.

Učiteľ musí mať plán riešenia problémov pre prípad alergie a strachu z niektorých živočíchov. Ani z rastlín a húb sa nesmú zvoliť na manipuláciu známe alergény ani prudko jedovaté druhy, ale je dôležité, aby ich žiaci poznali a pre prípad náhodného kontaktu je potrebné ich poučiť o účinkoch jedovatých druhov a prvej pomoci pri otravách.

4. Základné pojmy a terminológia

Ak chce učiteľ splniť požadované ciele so žiakmi zamerané na „rozvoj environmentálnych kompetencií a zmapovanie stavu životného prostredia v blízkom okolí“, mal by byť schopný:

- identifikovať abiotické a biotické faktory v ekosystéme,
- vysvetliť pojem „životné prostredie“,
- vedieť rozlíšiť pojmy spoločenstvo a ekosystém,
- identifikovať zložky ekosystému a ich vplyv na živé organizmy
- identifikovať faktory ovplyvňujúce životné prostredie negatívnym spôsobom,
- identifikovať polutanty vo svojom bezprostrednom okolí a uvažovať nad možnosťami ich eliminácie

Všetko, čo ovplyvňuje organizmus počas jeho života je súhrnne označované za **životné prostredie**. Uviest' vieme príklad akéhokoľvek organizmu, ktorý počas života interaguje s miliónom iných organizmov (baktérie, parazity, predátory), dýcha vzduch a reaguje na každodenné zmeny teplôt a vlhkosti. Preto je užitočné pojem prostredie chápať ako koncept formovaný abiotickými (neživými) a biotickými (živými) faktormi. Abiotické faktory zahŕňajú tok energie potrebný na udržanie každého organizmu, fyzikálne faktory, ktoré ho ovplyvňujú, a prísun molekúl potrebných pre jeho životné funkcie. Konečným zdrojom energie pre takmer všetky organizmy je slnko, v prípade rastlín slnko priamo dodáva energiu potrebnú na to, aby prežili. Zvieratá získavajú energiu jedením rastlín alebo iných živočíchov. V konečnom dôsledku je množstvo živých organizmov, ktoré môžu existovať v prírode určené rastlinami množstvom energie, ktoré dokážu zachytiť. Ďalšie fyzikálne faktory zahŕňajú pojmy, ako je klíma (priemerné zmeny počasia za niekoľko rokov), teplota (priemerné ročné aj denné odchýlky), zrážky, typ prítomnej pôdy (piesočná alebo hlinitá, suchá alebo mokrá).

Biotické faktory ovplyvňujúce organizmus zahŕňajú všetky formy života, s ktorými interaguje. Rastliny, ktoré vykonávajú fotosyntézu, živočích, ktoré jedia iné organizmy, baktérie a huby, ktoré spôsobujú rozklad, to všetko je súčasťou životného biotického prostredia organizmu.

Organizmy, populácie, a nakoniec celé **ekosystémy** sú teda ovplyvnené mnohými biotickými a abiotickými stresovými faktormi. V dôsledku toho je schopnosť reagovať na stresory dôležitou charakteristikou všetkých živých systémov a naopak, bez takýchto prirodzených stresorov nie je možný žiadny vývoj druhu a ekosystému ako celku. Ale v rámci evolúcie sa podarilo niektorým organizmom prispôbiť sa meniacim podmienkam prostredia a byť teda rezistentnými. Takéto organizmy označujeme za biondikátory, ktoré sa považujú ako indikátory biodiverzity (rozšírenia druhov v životnom

prostredí). Bioindikátory sa používajú na objasnenie účinkov zmeny životného prostredia, ako je zmena biotopu, a zmena klímy v priestorovom a časovom meradle.

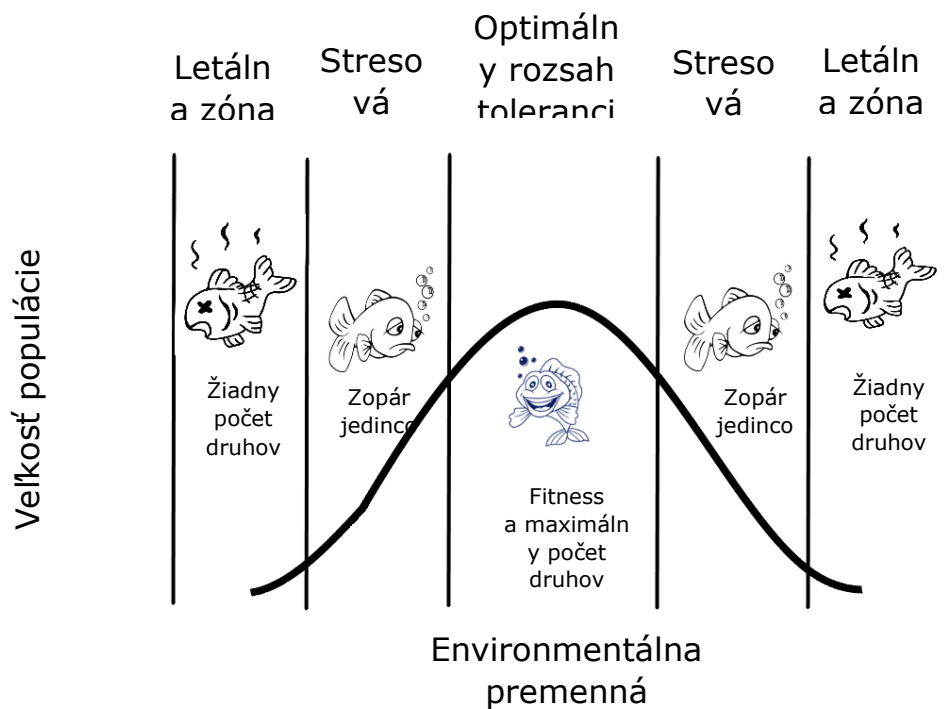
Prostredníctvom ľudskej činnosti je životné prostredie konfrontované s úplne novými látkami, ktoré predtým neexistovali. Chemické látky predstavujú najväčšiu znečisťujúcu záťaž pre prírodné ekosystémy. Tabuľka 1 uvádza príklady znečisťujúcich a zaťažujúcich látok v rôznych sektoroch životného prostredia. Ďalším problémom je posudzovanie účinkov zmesí chemikálií. Hoci materiály môžu byť ako samostatné zlúčeniny relatívne neškodné, po zmiešaní sa môžu stať vysoko toxickými a spôsobiť vážnejšie problémy ako jednotlivé znečisťujúce látky. Tento jav označujeme za synergizmus.

Životné prostredie	Typ znečisťujúcej látky	Príklady	Miesto pôvodu (vzniku)
Voda	Organické zlúčeniny	Výkaly, rozpúšťadlá, tuky, oleje, pesticídy	Mestá, dediny, domácnosti, poľnohospodárstvo, chemický a papierenský priemysel
	Anorganické zlúčeniny	Ťažké kovy, soli, hnojivá	Skládky odpadu, Poľnohospodárstvo, mestá a dediny
Pôda	Organické zlúčeniny	Rozpúšťadlá, tuky, oleje, pesticídy, rastlinné a živočíšne pozostatky, výkaly v nadmernom množstve	Poľnohospodárstvo, skládky odpadu, odpady z domovov
	Anorganické zlúčeniny	Ťažké kovy, soli, popol,	Skládky odpadu, spaľovne, priemysel
Vzduch	Organické plyny	Rozpúšťadlá, prchavé látky, uhľovodíky	Všetky druhy priemyslu
	Anorganické plyny	Oxid uhoľnatý, oxidy dusíka (ozón), kyselina	Priemysel, spaľovne, motorové

		chlorovodíková a sírová, amoniak	vozidlá (plyny z výfukov)
--	--	-------------------------------------	------------------------------

4.1 Tolerančné limity organizmov

Každý živý organizmus má limity podmienok prostredia, v ktorých dokáže prežiť. Letálna zóna, zásobovanie živinami, chemické zloženie pôdy a vody, život a zóna a ďalšie faktory životného prostredia musia byť v rámci primeraných úrovní, aby život pretrval. Každý environmentálny faktor má minimálne aj maximálne úrovne, nazývané tolerančné limity, po prekročení ktorých konkrétny druh nemôže prežiť alebo nie je schopný reprodukcie. Najväčšia abundancia akéhokoľvek druhu pozdĺž gradientu prostredia je okolo optimálnej úrovne kritického faktora pre daný druh. V blízkosti tolerančných hraníc početnosť klesá, pretože menej jedincov je schopných prežiť stresy spôsobené obmedzujúcimi faktormi.



5. Metodický postup realizácie aktivít so žiakmi

Hlavným cieľom vzdelávacích aktivít projektu EFFUSE je primeraným spôsobom zapojiť žiakov do zisťovania stavu životného prostredia vo vodách v blízkosti ich bydliska a v ich okolí. Zážitkovým učením v spolupráci s vedcami vzbudiť ich záujem o problematiku vzniku environmentálnych záťaží a poskytnúť im podnet, aby sa začali aktívne zapájať do podpory procesov smerujúcich k odstráneniu zdrojov znečistenia, ako aj regenerácie krajiny po dekontaminácii. Vlastným úsilím zistené skutočnosti o tom, ako znečistené životné prostredie poškodzuje biologickú rovnováhu aj samotné živé organizmy, ktoré v ňom zotrvali, sú zážitkom, na ktorý budú zapojení žiaci dlho spomínať, a ktorý dúfame, že zanechá stopu v ich postojoch. Skúsenostným učením získané poznatky žiaci zdieľajú s rodinou aj so svojimi rovesníkmi a tým ovplyvňujú aj ich pohľad na svoje okolie.

O tom, ktorú z ponúkaných tém budú žiaci v teréne realizovať, rozhoduje pedagóg. Dajú sa všetky uskutočniť nezávisle. Nie je nutné realizovať ich všetky. Tému vyberajte podľa vedomostí a záujmu žiakov. Niektoré prípravné aktivity sa dajú realizovať v škole, napríklad aktivitou 6.2 sa môžu pripraviť na zber dát o vlastnostiach vody v rieke na navštevovaných lokalitách, ak ešte s meracími senzormi nepracovali. Pokiaľ ešte nepoznajú lokalitu, kde pôjdu, je možné zorganizovať na úvod motivačnú návštevu, kde si v sprievode učiteľa lokalitu pozrú a zdokumentujú fotografiami. Následne si naštudujú informácie o mieste z textu pre žiakov alebo z webovej stránky projektu EFFUSE. Nasleduje učiteľom moderovaná diskusia o stave životného prostredia v regióne.

Úvodná návšteva lokality so žiakmi pomôže učiteľovi zvoliť a rozvíjať tému, ktorá žiakov najviac oslovila. Ku všetkým aktivitám sú pracovné listy v pracovnom zošite pre žiakov, ktoré sú súčasne protokolom, kde žiaci zaznamenávajú svoje zistenia. Zistené údaje môžu žiaci ako skupina pod vedením svojho pedagóga zadať do databázy Virtuálneho laboratória EFFUSE.

5.1 Čo viem o lokalite, ktorú budeme skúmať?

Ak sa chystáte na lokalitu, ktorá žiakom nie známa, stretnite sa s nimi deň - dva pred plánovanou obhliadkou miesta. Stačí aj 10 - 15 minút. Oznámte im účel návštevy, lokalizujte miesto spolu na mape, zadajte žiakom, aby zistili GPS súradnice a ukážte im niekoľko fotografií. Na tomto stretnutí im dajte aj základné organizačné pokyny. Doma môžu vyhľadať o lokalite ďalšie informácie. Zistené údaje nech zapíšu do úvodného pracovného listu v príručke pre žiakov do časti „Zoznamujeme sa s lokalitou“.

V teréne žiadajte od svojich žiakov, aby svoje predpoklady vyslovili, prediskutovali so spolužiakmi a poznamenali do ďalšej časti pracovného listu.

Nasleduje pozorovanie. V pracovnom liste k tejto aktivite je pomôcka: sú tam vyobrazené organizmy, ktoré môžu žiaci najpravdepodobnejšie nájsť.

Žiaci si môžu doplniť informácie o tých organizmoch, ktoré skutočne na lokalite videli alebo nazbierali. V škole si ich skompletizujú, porovnajú a prediskutujú, čo znamená ich prítomnosť na lokalite. Dajte podnet na takúto diskusiu a podporujte ju.

Téma	Ciele aktivity
Zoznamujeme sa s lokalitou	Získať prvé skúsenosti a zoznámiť sa s terénom.
Výskumné otázky	Vstupné vedomosti žiaka
1. Aké je to prostredie, kde budeme pracovať? 2. Čo všetko tu budeme zisťovať?	Pozná význam základných ekologických pojmov.
Materiálne pomôcky	
<ul style="list-style-type: none"> Lupa alebo prenosný mikroskop. Fotoaparát (postačuje mobilný telefón s fotoaparátom). Pracovný zošit žiakov, môže byť aj pre dvojicu alebo trojicu, nemusia pracovať individuálne, môžu po skupinkách. Záleží od počtu zapojených žiakov. 	

ZOZNAMUJEME SA S LOKALITOU

Túto časť vyplnia žiaci vopred, na základe motivačných podnetov

Lokalita:	Dátum pozorovania:	Počasiе:
Charakteristiku lokality a samotného vodného toku, ktorý navštívia, si žiaci uvedú na základe toho, čo si sami doma zistili.		

Na základe vlastných pozorovaní a uvažovania žiaci zaznamenajú svoje predpoklady o chemickom znečistení vody a o prítomnosti organizmov:

Kvalita vodného toku

Obsah chemických látok vo vode	Dusičnan y (mg/l)	Amoniak álny dusík (mg/l)	Rozpuste ný kyslík (mg/l)	Kyslosť/ zásaditosť (pH)	Minerálne látky /tvrdosť vody (mg/l)
Prepoklad					
Nameraná hodnota					

Prítomnosť nájdených organizmov zaznamenajte do tabuľky, ktorá je súčasťou edukačných materiálov pre žiakov (strana xy)

5.2 Určovanie kvality vody

Kvalita vody je pre život rozhodujúca. Voda, ktorá je priehľadná, nemusí byť čistá ani vhodná pre život organizmov. Priehľadná voda neznamena, že je voda pitná. Práve preto, skôr, než sa budú žiaci oboznamovať s bio-indikátormi v prírodných vodách, odporúčame, aby sa zoznámili s pojmom kvalita vody.

Diskutujte so žiakmi o tom, čo všetko sa za pojmom kvalita vody skrýva a ako sa dá stanoviť. Aká kvalita sa vyžaduje v prípade pitnej vody a aká má byť v zdravej rieke. Potom nasleduje vychádzka na monitorovanú lokalitu, odber vody, stanovenie a vyhodnotenie jej kvality. Úvodná časť aktivity sa môže realizovať ešte v škole ako príprava na prácu na lokalite alebo celá priamo v teréne, ak majú žiaci už skúsenosti s meraním so senzormi. Meranie senzormi nie je podmienkou realizácie aktivity. Vlastnosti vody sa dajú zisťovať jednoduchými klasickými metódami a prostriedkami ako sú indikátorové papierik, obyčajný teplomer alebo pH meter, ktorý nie je v spojení s počítačom. Ak máte meracie zariadenie, ale nie sú k dispozícii všetky senzory, môžete kombinovať meranie meracím systémom a niektoré hodnoty zisťovať testovacím prúžkom, dáva informáciu o pH, celkovej tvrdosti vody, uhličitanovej tvrdosti, indikuje dusitany, dusičnany a chlór.

Podrobné kroky s foto-návodom pre alternatívny postup s baterkou na meranie vodivosti nájdete vo virtuálnom laboratóriu na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre učiteľov. Pre realizáciu alternatívneho postupu budete potrebovať baterku (4,5 V), farebnú diódu tmavšej farby - modrá, zelená (3,5 V), gumičku, priehľadné plastové nádoby so vzorkami vody, pero, papierové utierky, fixka.

Téma	Ciele aktivity
Kvalita vody a jej zisťovanie	Získať zručnosť pre meranie vlastností vody.
Výskumné otázky	Vstupné vedomosti žiaka
1. Odkiaľ pochádza neznáma vzorka vody? 2. Aká je kvalita vody na skúmanej lokalite?	Pozná význam pojmov: Kyslosť - pH, vodivosť, tvrdosť, rozpustený kyslík (O ₂ vo vode)
Materiálne pomôcky	
<ul style="list-style-type: none"> – Pripravené vzorky vody zo 6-7 rôznych zdrojov (vodovod, studňa, mláka, potok a podobne), – Tri uzatvoriteľné nádoby na odber vody (najlepšie pre každého žiaka) s dostatočne širokým hrdlo, aby sa dal ponoriť senzor, ak máte meracie zariadenie. – Meracie senzory a nabitá jednotka meracieho zariadenia alebo teplomer a indikátorové papieriky prípadne chemický kufrík na analýzu vlastností vody. – Lupa alebo prenosný mikroskop, fotoaparát (postačuje mobilný telefón s fotoaparátom). 	

1. KVALITA VODY A JEJ ZISŤOVANIE V ŠKOLE

Túto aktivitu odporúčame realizovať v škole, ale môžete ju urobiť aj priamo v teréne, ak to považujete pre vašich žiakov za atraktívnejšie. V tom prípade môžu odobrať vzorky vody z rôznych učiteľom vopred vytipovaných miest a zdrojov po poučení sami.

Zámer: Motivovať žiakov otázkou, na ktorú v diskusii hľadajú odpoveď.

Otázka: *Kde je najkvalitnejšia voda?*

Ešte pred realizáciou aktivity v škole si pripravte vzorky rôznych vôd v priehľadných nádobách s objemom okolo 20 - 50 ml (napr. kadičiek), ktoré budú žiaci analyzovať vizuálne a meraním. Vzorky označte číslami a poznačte, aké číslo je ktorá vzorka.

Čím viac rôznorodých vzoriek vody budete mať, tým bude diskusia zaujímavejšia. Vody môžu byť aj rôzne sfarbené, prípadne môžu obsahovať časti rastlín a pod. (napr. voda z jazierka).

Vhodné vzorky vody:

- voda z vodovodu
- minerálna voda
(s vysokým obsahom minerálnych látok)
- destilovaná voda
- dažd'ová voda
- voda z jazera, rybníka
- ionizovaná voda



Ukážte žiakom vzorky vody v priehľadných nádobách, povedzte, že pochádzajú z rôznych zdrojov. Potom položte žiakom otázku:

Čo si myslíš, kde je najkvalitnejšia voda?

Otázka iste evokuje ďalšiu otázku: „Čo vlastne znamená KVALITA vody?“ Možno sa na to žiaci aj sami opýtajú, ak nie, položte počas diskusie túto otázku žiakom vy.

Žiaci zrejme povedia, že sfarbená voda, prípadne voda s časťami rastlín nie je „kvalitná“, prípadne môžu povedať, že je vhodná pre rast rastlín ale nie na pitie a pod. Aj táto otázka s diskusiou by mohla teda viesť k ďalšej otázke:

Vo vzťahu k čomu porovnáваме kvalitu vody?

Vo vzťahu k životu organizmov v nej alebo pre pitný režim človeka?

Diskutujte so žiakmi, zapájajte ich otázkami, aby premýšľali a zamysleli sa nad tým, ako by kvalitu vody vedeli vyhodnotiť. Žiakom zrejme napadne, že by vyhodnocovali napríklad pH vody, čistotu (napr. vizuálne alebo pod mikroskopom), priehľadnosť vody, sfarbenie, zápach, uskutočnili chemickú analýzu vody a pod.

Po diskusii rozdajte žiakom pracovný list (vedecký zápisník), ktorý je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.2 na strane 19). Nech napíšu svoju odpoveď, čo je kvalita vody. V tabuľke majú označiť, aké vlastnosti by pripísali ktorej vode. Môžu si poznačiť svoj predpoklad o pôvode vzoriek vody podľa pohľadu a vône a to ešte pred meraním.

Predikčná tabuľka predpokladá, že použijete 7 typov vôd. Môžete však zmeniť zdroje vody aj ich počet a prispôbiť si potom predikčnú tabuľku. Predikčná tabuľka je v pracovnom liste vyplnená, ak máte vodu z iných zdrojov, upravte ju aj tam podľa skutočnosti.

Predikčná tabuľka

Vzorka č.	Priehľadnosť /sfarbenie	Prítomnosť organizmov	Kyslosť pH	O ₂	Vodivosť	Tvrdosť	Predpokladaný zdroj
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							

Diskutujte so žiakmi o ich predpovediach, pýtajte sa ich na vlastnosti, ktoré vyznačili v tabuľke Vlastnosti vzoriek vody v edukačnom materiály pre žiakov v kapitole 5.2. Pýtajte sa aj na dôvod, čo ich k týmto hypotézam viedlo.

Doplňte spoločne chýbajúce informácie o niektorých vlastnostiach vody tak, že si ich žiaci pohľadajú vo svojom študijnom texte "Vlastnosti vody".

Povedzte žiakom, že budú analyzovať vzorky vôd v nádobách. Ich úlohou bude zodpovedať na základe výsledkov meraní výskumnú otázku z úvodu hodiny a určiť zdroj vody vo vzorke.

Predvedte žiakom meranie so senzormi/indikátorovými papierikmi, sprístupnite im vzorky na analýzu a nechajte ich samostatne pracovať. Predtým sa rozhodnite, či bude každá skupina/každý žiak analyzovať všetky parametre všetkých vôd alebo si vzorky/merania rozdelia.

Prítomnosť organizmov nech žiaci preskúmajú lupou alebo mikroskopom, stačí mikroskop s malým zväčšením. Priehľadnosť zhodnotia voľným okom, najlepšie na pozadí s bielym a potom čiernym papierom. Zistenia zapíšu žiaci do tabuľky meraní v pracovnom liste. Zistia namerané hodnoty aj od spolužiakov, aby tabuľka bola kompletná. Pôvod vody všetkých vzoriek doplnia na základe vlastného úsudku do tabuľky predikčnej karty.

Diskutujte so žiakmi o ich zisteniach a záveroch o pôvode vzoriek vody. Svoje závery nech zdôvodnia argumentáciou.

- Na základe čoho usudzuješ, odkiaľ vzorka vody pochádza?
- Akú vodu potrebujú organizmy pre svoj život v rieke?
- Prečo si to myslíš?

Na záver prezradte žiakom pôvod vody vo vzorkách podľa čísiel. Nech zrekapitulujú postup merania a formulujú odpoveď na otázku, kde je najkvalitnejšia voda.

2. ZISŤOVANIE KVALITY VODY V TERÉNE

Zámer: Získať podklad pre odpoveď na úvodnú otázku o vode praktickým žiackym bádáním aplikáciou zručností nadobudnutých v škole pri práci v teréne

Poučte žiakov o bezpečnosti práce v terene, potrebnom oblečení a pomôckach. Kapitola o bezpečnej práci je súčasťou žiackeho materiálu. Vysvetlite žiakom, že cieľom je získať presné údaje o vlastnostiach vody in situ, meraných senzormi alebo indikátorovými papierikmi. Povedzte, prečo to vedci robia a nechajte ich pracovať v dvojiciach alebo malých skupinách. Dôvera je dôležitá pre zážitok z práce vonku, ale nestráčajte ich z dohľadu a buďte v pohotovosti, ak potrebujú radu alebo pomoc. Žiakom sprístupnite pracovný list (môj vedecký denník, časť práca v teréne). Prízvukujte im, že nimi namerané dáta budú použité pre výskum a preto prácu musia vykonať zodpovedne. Rozdeľte ich do dvojíc alebo trojíc, podľa počtu a privedte ich na vopred vytipované odberné miesta.

Poskytnite inštrukcie týkajúce sa odberu vody:



„Odber urobte z troch rôznych miest. Pripravte si označené nádoby, do ktorých vodu odoberiete. Musí byť z označenia jasné, odkiaľ je voda v nádobe“.



V pracovnom liste žiaci nájdu ďalšie pokyny. Poskytnite im pomôcky, s ktorými už pracovali v triede. Každá skupina môže mať iný senzor alebo robiť identické merania. Rozhodnite to podľa počtu žiakov a pomôcok, ktoré máte k dispozícii. Pripomeňte aj informáciu, ako majú robiť dokumentáciu:

„Ak máš smartfón s fotoaparátom, odfotografuj miesta, odkiaľ budeš odoberať vzorku. Voľným okom vyhodnoť 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, odfotografuj ich. Neskôr sa tá fotografia bude hodiť. Prítomnosť organizmov stačí ak uvedieš áno alebo nie. Odmeraj senzormi všetky parametre vzoriek vody, tak ako ste merali v škole. Odmeraj aj jej teplotu, stačí obyčajný teplomer určený na meranie teploty vo vode. Údaje zaznamenaj do tabuľky, aj presný čas a dátum odberu. Zapíš, aké bolo počasie.“ Vlastné meranie prebieha v teréne prípadne v škole.

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

3. VYHODNOTENIE VZORIEK VODY V ŠKOLE

Zámer: Reflexia zážitkov a skúseností z odberu vzoriek v teréne, sumarizácia výsledkov a uvažovanie o optimalizácii postupov.

Diskutujte so žiakmi o výsledkoch merania. Ak boli niekde veľké rozdiely pri odberoch z rovnakého miesta, vyzvite žiakov, aby uvažovali, čím mohli byť spôsobené. Či niekto urobil chybu pri meraní alebo sa zmenili podmienky vonku, napríklad počasie. Ako by sa dal postup vylepšiť.

V prípade, že ste odobrali vzorku vody a realizujete niektoré merania v škole (napr. meranie dusičnanov, pri ktorom je potrebná kalibrácia pred meraním), dolňte tieto údaje do výslenej tabuľky.

Formulujte záver o stave a kvalite vodného toku, podľa zistených údajov. Pýtajte sa, čo by žiaci navrhli, aby sa situácia s kvalitou rieky kde bola vzorka odobratá zmenila k lepšiemu.

Zhromaždite a spojte so žiakmi údaje do jednej tabuľky. Vypočítajte spoločne priemerné hodnoty všetkých nameraných vlastností vody. V diskusii porovnajte slovné závery, ktoré žiaci navrhli.

Výslednú tabuľku a záver odkopírujte do textového editora WORD, vložte tam aj jednu vami zhotovenú fotografiu lokality pre projekt. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečne slovo.

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Vo svojom študijnom materiáli majú žiaci potrebné informácie o vlastnostiach vody a orientačné hodnoty tvrdosti vody a iných parametrov, ktoré môžu zisťovať.

Vlastnosti vody

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

Prítomnosť organizmov sa zisťuje podľa ich veľkosti – voľným okom alebo mikroskopom. Mikroorganizmy alebo drobné živočíchy a riasy sa pozorujú v 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 8-12 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 [mmol/l] tvrdosti	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>

5.3 Našli sme obojživelníky. Čo vieme o nich zistiť?

Väčšina obojživelníkov trávi časť alebo dokonca celý život vo vode. Vlastnosti vody sú pre ich život limitujúce. Rozpustený kyslík, teplota, pH, salinita a vodivosť, organický uhlík, polutanty (znečisťujúce látky) patria k dôležitým faktorom prostredia, ktoré môžu ovplyvniť ich prežívanie a vývin.

Chemické a fyzikálne faktory spolu s vegetáciou, zložením substrátu, stavebnými prvkami prostredia, hĺbkou vody, rýchlosťou vodných tokov a prítomnosťou iných stavovcov a bezstavovcov, tvoria základné prvky hodnotenia habitatov, v ktorom obojživelníky žijú. Vďaka nim sa u jednotlivých druhov vyvinuli rôzne stratégie prežitia. K tejto aktivite je pre žiakov k dispozícii pomerne rozsiahly **pracovný list** doplnený potrebnými informáciami. Nie je nutné, aby ste žiakov pred prácou v teréne zaťažovali jeho štúdiom. Niektorí z nich by mohli stratiť motiváciu. Môžu v ňom však ľahko nájsť odborné informácie, ktoré budú v priebehu práce potrebovať. Po motivácii, keď silnie očakávanie žiakov, že uvidia niektoré naše obojživelníky v prírode, pracujte s ich predpokladmi.

Je dôležité, aby si ich žiaci poznačili, aby neskôr mohli byť predpovede a očakávania konfrontované so skutočnosťou. Tento spôsob práce vytvára dobré predpoklady na diskusiu a na analýzu poznatkov, keď sa hľadajú príčiny a argumenty, prečo sa očakávania splnili alebo nespĺnili. Žiaci sa pritom mimovoľne naučia rozoznávať obojživelníky podľa morfológických znakov. Znaký dávajú do súvislosti s ich spôsob života. Pracujú s kľúčom na determináciu obojživelníkov, ktorý získavajú v digitálnej forme cez QR kódy.

Všetky nájdené obojživelníky zaznamenajú a určia, prípadne zmerajú parametre. Tieto údaje môžu záujemcovia v prípade žubrienok, ktorých môžu nájsť veľký počet, aj štatisticky spracovať a použiť napríklad do súťažného projektu. Nie je nevyhnutné vypracovať všetky úlohy.

Pomalší a dôkladnejší postup je niekedy užitočnejší, nadobudnuté poznatky a zručnosti sú trvanlivajšie. Ak práca žiakov zaujme a chcú ju dokončiť, naplánujte s nimi ďalší prieskum. Určovanie druhov na základe fotografií, vyhotovených v teréne, prebieha v škole alebo doma. Predpokladáme, že o túto aktivitu budú mať záujem tí žiaci, ktorí majú vzťah k digitálnym technológiám.

Analýza a jej výsledky môžu byť predmetom otvoreného bádania a inšpiráciou k vlastnému otvorenému projektu, s možnosťou prihlásiť sa do rôznych biologických/ekologických súťaží.

Téma	Ciele aktivity
Obojživelníky	<p>Poznať naše obojživelníky podľa morfológických znakov.</p> <p>Uvedomiť si, že všetky obojživelníky sú u nás chránené.</p> <p>Merať časti tela živočíchov a zaznamenať údaje.</p> <p>Dať do súvislosti morfológické znaky obojživelníka s jeho prostredím a životným cyklom.</p>
Výskumná otázka	Vstupné vedomosti žiaka
1. Aká je druhová skladba obojživelníkov na skúmaných lokalitách?	<p>Pozná význam pojmov:</p> <p>Bioindikátor, hybrid, permeabilná koža, kožné dýchanie, poikilotermné organizmy, metamorfóza</p>
Materiálne pomôcky	
<p>Sieť na odchyt obojživelníkov, gumáky, pršiplášť, chirurgické rukavice, plastové boxy, posuvné meradlo, váha, čelovka, lupy, teplomer, kniha na druhovú determináciu, pracovný zošit, pero a fotoaparát (nepovinné).</p>	

ZOZNAMUJEME SA S OBOJŽIVELNÍKMI V PROSTREDÍ

Diskutujte so žiakmi krátko k otázke „Čo si predstavujete pod pojmom obojživelný?“ Svoju predstavu nech si napíšu do pracovného listu (vedecký zápisník), ktorý je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.3 na strane 27)

Na slovensku nežive veľa druhov obojživelníkov. Nech si žiaci pozrú vyobrazenie všetkých našich zástupcov. Nemusia si ich v tejto chvíli pamätať. Pomocou determinačného kľúča sa oboznámte s druhmi obojživelníkov, ktoré u nás žijú. Determinačný kľúč je dostupný na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre vysokoškolských študentov.

Pýtajte sa žiakov:



„Aké obojživelníky môžeme na vybraných/záujmových lokalitách očakávať?“



Žiaci sa majú zamyslieť, ktoré z týchto obojživelníkov by sa mohli nachádzať na lokalite, ktorú navštevujú. Nech svoj predpoklad zapíšu do svojho pracovného listu:

Nie je skokan ako skokan

Na území Slovenska žije 5 druhov skokanov a jeden hybrid. Žiaci ich majú zatriediť podľa vlastnej úvahy do dvoch skupín: vodné a suchozemské. Na základe obrázkov alebo vlastných pozorovaní majú aj slovne popísať rozdiely medzi nimi slovne popíšte rozdiely medzi nimi. Majú si všimnúť znaky, ktoré skokanom umožňujú pohyb vo vodnom prostredí alebo na suchu a zapísať si ich.



Druh	Typ prostredia	Morfologické znaky

„Som maskovaný, ale viem aj vystrašiť“

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

Pýtajte sa žiakov:



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



Spolu so žiakmi prehodnoťte prepodklad na základe informácií v definíciách (mimikry a aposomatizmus) a formulujte záver o tom, ktoré žaby využívajú mimikry alebo iné maskovacie stratégie.

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

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

Vajíčka obojživelníkov je možné podľa ich vizuálneho zhodnotenia zaradiť k rodom (ropuchy, skokany, hrabavka, mloky), u ktorých sa vyskytujú. So žiakmi diskutujte, či majú vajíčka vápenatú škrupinku na povrchu a ako ich povrch ovplyvňuje schopnosť vajíčok prežívať v prostredí .



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

Jedna úloha v pracovnom liste je zameraná na pigmentovanú štruktúru na prstoch prednej končatiny u žiab. Nazýva sa a sa vyskytuje a slúži na



2. ZISŤOVANIE PRÍTOMNOSTI OBOJŽIVELNÍKOV NA LOKALITE

Keďže všetky obojživelníky na území Slovenska sú zákonom chránené na ich odchyt potrebujete povolenie od Ministerstva životného prostredia SR. Veľa o nich však viete zistiť aj bez toho, aby ste sa ich dotkli. Žiaci postupne riešia nasledujúce úlohy. Svoje zistenia a odpovede **zapisujú** do pracovného listu.

Úlohy nevyžadujúce povolenie

Našli ste obojživelníky?

Zakrúžkujte štádiá v ktorých sa vyskytujú:

A. vajíčka
jedince

B. larválne štádiá

C. premenené

Úlohou žiakov je určiť obojživelníky pomocou kľúča, s ktorým sa oboznámili v úvode a pokúsiť sa určiť druh obojživelníka. Determinačný kľúč je dostupný na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre vysokoškolských študentov. Žiakom rozdajte terénny zápisník. Údaje zaznamenajú do tabuľky, ktorá súčasťou pracovného listu (vedecký zápisník) v edukačnom materiály pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.3 na strane 31)

Úlohy vyžadujúce povolenie

Ak povolenie nemáte, nemanipulujte so živočíchmi, len ich pozorujte. Predtým žiakom vysvetlite, prečo ich nesmú chytať do ruky ani dotýkať sa pomôckami. Ak povolenie máte, môžete živočíchov na pozorovanie dočasne odchytiť.

Odchyt a manipulácia s dospelými jedincami

Na odchyt obojživelníkov budete potrebovať podberák, gumáky a chirurgické rukavice. Odchyt a manipuláciu s jedincami bude vykonávať odborník s povolením. Úlohou žiakov je prácu odborníka pozorne sledovať a pomocou kľúča určiť druh a následne zaznamenať do tabuľky príslušné kvalitatívne parametre (napr. farbu, škvritosť,...). Rovnako zaznamenať aj vybrané telesné rozmery, ktoré pomocou posuvného meradla odčíta odborník. Tabuľka je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.3 na strane 31)

Odchyt a manipulácia so žubrienkami

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

3. VYHODNOTENIE TERÉNNÝCH POZOROVANÍ V ŠKOLE

Porovnajte so žiakmi výskyt obojživelníkov na navštívených lokalitách.

Aké druhy a v akom počte ste pozorovali na jednotlivých lokalitách?

Aké faktory mohli vplývať na ich aktivitu? Zistenia nech žiaci zapíšu do tabuľky.

Lokalita	Druh	Počet	Vybrané parametre kvality vody
1			
2			
3			

Určenie druhu analýzou fotografie

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

Vyžadujte od žiakov, aby formulovali vlastný slovný záver z pozorovaní a meraní.

Výslednú tabuľku a záver odkopírujte do textového editora WORD, vložte tam aj jednu vami zhotovenú fotografiu lokality pre projekt. Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať nákres prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečne slovo.

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

V študijnom texte, ktorý je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.3 na strane 40) na konci pracovného listu k tejto aktivite sú informácie, na ktoré môžete v priebehu práce žiakov odkazovať. Vysvetľuje sa tam význam kože a mechanizmy kožného dýchania obojživelníkov. Kedy dýchajú žiabrami, kedy pľúcami a ako im pomáha sliznica ústnej dutiny. Žiaci nájdu vysvetlenie odborných termínov, čo mimikry a nový pojem aposomatizmus. Môžu si prečítať zaujímavosti o zmysloch obojživelníkov, akú úlohu zohrávajú pri vyhľadávaní potravy, partnera, či ich všeobecný význam pre orientáciu v prostredí. Novým slovom je aj morfometria, tú budú žiaci prakticky robiť. Budú pritom zaznamenávať nájdené anomálie svedčiace o narušenom stave ich biotopu. Nároky obojživelníkov na kvalitu vody sú prirodzene vysoké. V súvislosti s otázkami o kvalite vody, ktorá je pre túto skupinu živočíchov vhodná pre život, môžete žiakov odkazovať na druhú časť študijného textu, kde sú informácie, či a ako sa môžu obojživelníky adaptovať, ak kolíšu hodnoty faktorov ako sú rozpustený kyslík, replota, pH, vodivosť, tvrdosť a salinita, celkový a rozpustený organický uhlík. Čo sú a ako škodia Polutanty a rôzne kontaminanty ako napríklad rozpustené formy kovov.

Študijný text žiakov môžete doplniť informáciami o nárokoch obojživelníkov na kvalitu vody.

Nároky obojživelníkov na kvalitu vody

Rozpustený kyslík

Zatiaľ čo kyslík v atmosfére sa vyskytuje ako O₂ a ide o relatívne hojný plyn, aby bol prístupný pre vodné aeróbne organizmy musí byť rozpustený vo vode. Problémom s kyslíkom čelia väčšinou iba akvatické štádiá obojživelníkov. Pre terestrické (suchozemské) formy je atmosférický kyslík postačujúci. Niektoré druhy obojživelníkov žijú v rýchlo tečúcich vodách, kde je voda neustále mixovaná so vzduchom a koncentrácia kyslíka je zvyčajne blízko saturácie (nasýtenia). Iné druhy však obývajú kludné teplé vody, kde koncentrácia kyslíka môže byť veľmi nízka. Živočíchy sa však časom môžu aklimatizovať na nízke koncentrácie kyslíka. Veľa obojživelníkov má anatomické znaky, formy správania a fyziologické procesy, ktoré im umožňujú prežiť za dočasných hypoxických podmienok. Za hypoxických podmienok larvy/žubrienky s pľúcami často plávajú ku hladine a hltajú vzduch do pľúc. **Hypoxia** môže spôsobiť podobné fyziologické odpovede u obojživelníkov ako u iných stavovcov, zmeny v pH krvi, tvorba kyseliny mliečnej vo svaloch, letargiu a za určitých podmienok úhyn.

Teplota

Keďže sú obojživelníky **poikilotermné organizmy** (organizmy s minimálnou termoregulačnou schopnosťou), majú limitovanú schopnosť regulovať telesnú teplotu a sú ovplyvnené teplotou okolitého prostredia. Teplota vody je preto extrémne dôležitá v ovplyvňovaní rýchlosti metabolizmu a iných fyziologických procesov a tiež správania.

Obojživelníky žijúce v miernom pásme a na severe prežívajú aj teploty blízke 0 °C a dokonca pod 0 °C, redukovaním ich metabolizmu, hibernáciou. Zvýšenie teploty v okolitom prostredí spôsobuje zvýšenie metabolizmu. Avšak **zvýšený metabolizmus vyžaduje viac kyslíka**, ale koncentrácia kyslíka klesá so stúpajúcou teplotou vody. Pri teplote okolo 0 °C je väčšina obojživelníkov veľmi pomalá. Pri vyšších teplotách, povedzme 30 až 35 °C alebo 25 až 30 °C pre menej tolerantné živočíchov, môže termálny stres spôsobiť zníženie mobility, abnormálne vysokú činnosť srdca a eventuálne smrť.

pH

pH je ďalší kľúčový faktor charakterizujúci prostredie obojživelníkov. Z ekologického pohľadu je rozsah pH 6,0-7,5 všeobecne považovaný za cirkumneutrálny, respektíve rozsah, ktorý nepredstavuje záťaž pre väčšinu akvatických organizmov. Medzi vývinovými štádiami, populáciami a tiež na druhovej úrovni existujú odlišnosti v senzitivite na nízke pH. Pri pH 4,5 sa môže zastaviť embryonálny vývin. Pri pH 4,5-5,0 vývin pokračuje, ale liahnutie je obmedzené. Kritické pH alebo také, ktoré môže spôsobiť výrazný nárast mortality embryí je v rozsahu 5,5-3,5. U živočíchov žijúcich v kyslom prostredí mnoho generácií môže byť dosiahnutá tolerancia na nízke pH. Negatívne vplyvy zahŕňajú ohrozenie imunitného systému, neschopnosť liahnutia embryí, redukovaný rast a oneskorenú metamorfózu.

Pri nižšom pH sú viac rozpustné kovy, čo môže mať tiež toxický účinok, napr. hliník, ktorý je jedným z najbežnejších kovov v zemskej kôre.

Vodivosť, tvrdosť a salinita

Vodivosť je schopnosť vody viesť elektrický prúd, čo je možné celkovou koncentráciou aniónov a katiónov vo vode. Napríklad, ultra čistá voda má vodivosť $5,5 \cdot 10^{-3} \mu\text{S}$ (mikro siemens)/cm, pitná voda okolo 5-50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, morská voda okolo 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Voda vhodná pre vodné organizmy má vodivosť medzi 150 - 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Pre obojživelníky sú lepšie stredne tvrdé až tvrdé vody ako mäkké vody, pretože vápnik a horčík môžu zmierňovať toxické účinky kovov a kyslého pH, zlepšujú osmoreguláciu a sú potrebné pre správne formovanie kostí a iné fyziologické procesy.

Väčšina obojživelníkov má **nízku toleranciu na salinitu**. Medzi najtolerantnejšie z našich druhov patrí ropucha zelená *Bufo viridis*. Je relatívne málo dát o žubrienkach, vo všeobecnosti však platí, čím nižšia salinita tým lepšie. **Posypová soľ** tiež môže spôsobovať problémy pre obojživelníky, ktoré obývajú lokality blízko ciest.

Celkový a rozpustený organický uhlík

Celkový organický uhlík vo vode zahŕňa všetky organické molekuly, ako rozpustné tak aj nerozpustné. Tento uhlík je z rôznych zdrojov, zahŕňa to čo padne na hladinu, rozklad vodných organizmov atď. Organický uhlík predstavuje živiny pre baktérie, jeho prebytok však môže zvýšiť dopyt po kyslíku. Avšak istá úroveň organického uhlíka je dôležitá, pretože je zdrojom živín pre mikroorganizmy. Taktiež sa viaže s určitými polutantami ako sú kovy a znižuje ich dostupnosť pre vodné organizmy.

Polutanty

Množstvo typov znečisťujúcich látok alebo kontaminantov, ktoré môžu ovplyvniť populácie obojživelníkov je enormné. Sú to napr. hnojivá a dusíkaté zlúčeniny, pesticídy (insekticídy, herbicídy, rodenticídy), kovy (ako je zinok, meď, olovo, chróm, arzén, kadmium, ortuť, selén a iné). Kovy sa buď prirodzene vyskytujú alebo sú tiež vypúšťané z rôznych priemyselných procesov v koncentráciách, ktoré môžu byť toxické pre obojživelníky. Toxicita kovov je ovplyvnená hladinou pH, keďže rozpustnosť kovov vzrastá s kyslosťou prostredia. **Rozpustené formy kovov sú bio dostupnejšie ako nerozpustné formy.** Ďalej sú to organické znečisťujúce látky a halogénované uhľovodíky, polychlórované bifenyly (PCB), farmaceutické látky (lieky, antibiotiká, kofeín, syntetické hormóny, a iné produkty, ktoré prechádzajú ľudským telom). Tieto chemikálie môžu spôsobiť narušenie endokrinného systému a veľa fyziologických zmien a zmien v správaní, ktoré ešte stále nie sú dostatočne popísané.

Námety pre ďalšie čítanie: Baruš V., Oliva O., 1992: Fauna ČSFR. Obojživelníci - Amphibia, Academia, Praha. Dodd Jr C.K., 2010: Amphibian ecology and conservation: a handbook of techniques. Oxford University Press, New York.

5.4 Našli sme ryby a ďalšie 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. Pred realizáciou aktivity odporúčame, aby ste formou rozhovoru oživilí poznatky žiakov, ktoré o rybách majú. Postupujte podľa pracovného listu a zamerajte sa nato, aby si žiaci všímali znaky, ktoré sú pre jednotlivé druhy našich rýb charakteristické. Prvé tri úlohy sú zamerané práve na základné rozpoznanie.

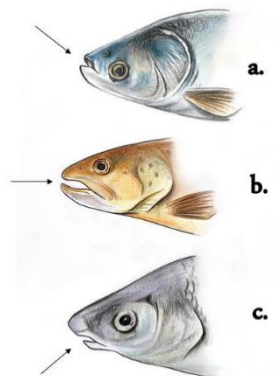
Kým úvod je venovaný rybám, ktoré žiaci automaticky spájajú s vodným prostredím, v závere pozorovaní sa zamerajte aj na ďalšie druhy stavovcov, ktoré ste so žiakmi pri danej príležitosti zbadali. Aj ich výskyt si treba poznačiť. Nato žiakov upozornite vopred, aby neušli ich pozornosti ani vtedy, keď sú na začiatku sústreďení na ryby. Ak sa objaví na brehu zaujímavý druh, ktorý je dosť blízko a nevyplašíme ho, skúste urobiť foto-alebo videozáznam. Nemusí ho robiť každý žiak, použiteľné snímky môžu zdieľať. Dôležité je zachytiť výskyt živočícha, aj keď hneď presne nie je jasné, o aký druh sa jedná. Žiaci to môžu zisťovať aj po návrate do školy. Prvé úlohy v pracovnom liste slúžia na orientáciu žiaka v terminológii:

Téma	Ciele aktivity
Pozorujeme ryby a iné stavovce	Identifikovať morfológické znaky nájdených stavovcov, ktoré sú rozhodujúce pre rozlíšenie druhov. Zaznamenať ich výskyt na lokalitách.
Výskumná otázka	Vstupné vedomosti žiaka
Je rozdiel v druhovom zložení rýb medzi lokalitami?	Základná charakteristika sladkovodných rýb
Materiálne pomôcky	
Fotoaparát, zvukový záznamník (prítomný aj v mobilnom telefóne), pravítko alebo meter, ďalekohľad (nepovinné), vedro, sieťka, silón, látkové vrecúško so zaťahovateľnou šnúrkou, terénne oblečenie, pršiplášť, ceruzka alebo pero, tento pracovný zošit, knihy na určenie druhov stavovcov a ich pobytových znakov.	

1. PRIPRAVUJEM SA NA POZOROVANIE RÝB V PRÍRODE

Zopakujte so žiakmi vonkajšiu stavbu tela rýb, typy párových a nepárových plutiev,

Diskutujte so žiakmi ako súvisí stavba tela rýb s typom vodného prostredia, ktorý obývajú. To ako majú ryby orientované ústa je jeden z mnohých znakov pri ich určovaní. Ich orientácia napovie, či si radšej zbierajú potravu z hladiny alebo z dna h vodnej plochy. Môžete doplniť žiakom aj informáciu o pásmach tečúcich vôd a druhy rýb na obrázkoch, pokiaľ ich nepoznajú. Úloha v edukačnom materiály pre žiakov zameraná na postavenie ústneho otvoru je jednoduchá. Ale nechajte ich, aby najprv vlastnou



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

úvahou dedukovali spôsob získavania potravy jednotlivými typmi uloženia ústneho otvoru. Pýtajte sa na ich argumenty.

Obr. Postavenie ústneho otvoru rýb

Usmernite žiakov:

Na obrázku môžeš vidieť tri typy orientácie úst. Koncové (terminálne) ústa prezrádzajú lovca živej koristi, horné (dorzálne) majú ryby zbierajúce potravu pri hladine, spodné (ventrálne) hľadajú obživu na dne. Všímaj si, ako majú orientované ústa ryby, ktoré sa vám podarí odchytiť v teréne.

Pýtajte sa žiakov:

Viete nájsť na internete alebo v odbornej literatúre príklady druhov rýb na hornú a dolnú orientáciu ústneho otvoru?

Zistenia nech si žiaci zapíšu, aby sa k nim neskôr mohli vrátiť. Orientáciu úst rýb pozorovaných na lokalitách môžu aj načrtnúť. Výhodou náčrtu pred fotografiou je, že sa žiaci pri pozorovaní a kreslení sústredia na jeden podstatný znak.

2. ZISŤOVANIE PRÍTOMNOSTI RÝB NA LOKALITE

Žiaci vyplnia tabuľku, ktorá je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.3 na strane 45).

Povedzte žiakom:



„Ryby sa živia rôznou potravou. Niektoré požívajú drobný planktón, niektoré sú striktné bylinožravé, niektoré dravé a prijímajú rastlinnú aj živočíšnu potravu a radíme ich medzi ryby všežravé.“



Nasledujúce otázky majú podnietiť žiaka, aby sa zamyslel a spomenul si na typ úst a našiel vzťah medzi funkciou a tvarom ďalších orgánov.



„Čo myslíš, akým typom potravy sa živia ryby, ktoré sa vám podarilo odchytiť?
Ako si nato prišiel? Skús odchytené ryby určiť do druhu a prečítať si v atlase čím sa živia.“



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



V ďalšom kroku si žiaci si majú uvedomiť aj fakt, že nie všetky druhy, ktoré nájdú, sú u nás pôvodné a diskutovať o tom, aké to môže mať následky.



„Vedel by si uviesť príklad invázneho druhu ryby, ktorý do našej prírody nepatrí a dostal sa k nám z inej časti sveta? „



Zaznamenajte informácie o výskyte rýb a iných stavovcov. Na lokalite je dôležitý, je podkladom pre ďalšiu prácu. Po návrate do školy žiaci identifikujú druhy, ktoré nevedeli určiť v prírode. Vráti sa k morfológickým znakom rýb a spôsobu života.

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

Nález č.	Lokalita	Druh	Habitat	Počet	Deformity	Poznámky
1						
2						

3. VYHODNOTENIE POZOROVANÍ V ŠKOLE

Vyplňte so žiakmi tabuľku XY, ktorá je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov v kapitole 5.4. Pozorovania rýb z terénu na jednotlivých lokalitách spojte s informáciami, ktoré ste získali pri riešení úloh o kvalite vody

Záznam o pozorovaniach vedú skupiny, ale závery môžu žiaci formulovať aj individuálne. Ak ich zhotovili, žiaci pripoja k záznamu vlastné fotografie. Ak zaznamenali spev vtákov, môžu určiť druhy podľa zvukov pomocou aplikácie, napríklad <http://www.avisoft.com/>, alebo Hlasy vtákov Európy PRO pre mobilné telefóny, prípadne iné vhodné, ktoré nájdete.

Príklad zápisu do terénneho zápisníka:

Terénny zápisník						
Druh	dátum	lokality	súradnice	habitat	Typ a číslo záznamu	poznámky
Líška hrdzá (<i>Vulpes vulpes</i>)	2.5.2021	Lazičky	48.981246, 21.719983 2	na poli v blízkosti okraja vegetácie	Stopa, foto č. 1	Po daždi

Vyžadujte od žiakov, aby formulovali vlastný slovný záver z pozorovaní a meraní.

Výslednú tabuľku a záver odkopírujte do textového editora WORD, vložte tam aj jednu vami zhotovenú fotografiu lokality pre projekt. Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať náčrt prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečné slovo.

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Študijný text nájdete v edukačnom materiály pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.3 na strane 49)

Študijný text pre žiakov, ktorý opäť dopĺňuje pracovný list má slúžiť na rýchle nájdenie relevantných informácií o rybách a stavovcoch, o ktorých diskutujú alebo kde nie sú si žiaci istí, či správne interpretujú znak nájdenej ryby, alebo iného stavovca.

Ak žiaci pracujú s textom priamo v teréne, ide o podporu práce s odbornými pojmami a čítania s porozumením. Obe tieto zručnosti nie sú u žiakov dobre ovládnuté a zažité. Každá príležitosť na ich rozvoj je vítaná.

Prvá časť textu o rybách **Stavba tela ryby** je rozšírením poznatkov o morfológii rýb, Texty **Bočná čiara (*linea lateralis*)**, **Druhovú určovanie rýb** a **Potrava** poskytujú oporné informácie vzťahujúce sa k spôsobu života a prispôbeniam rýb prostrediu. **Kapor alebo karas?** vysvetľuje, ako rozlíšime tieto dva podobné rody. V závere študijného textu je pár tipov na sledovanie pobytových znakov iných stavovcov.

5.5 Našli sme nejaké bezstavovce. Čo to môže byť?

Ako samostatná časť sa žiackej príručke vyskytuje študijný text o bezstavovcoch. Zámerne je to súčasť žiackeho materiálu, pretože aj tu má funkciu informačného zdroja, ktorý využívajte podľa potreby. Ak nájdú žiaci niektoré organizmy z uvedených skupín, môžu si o nich zistiť viac relevantných informácií bez toho, aby museli mať internet.

Pomôcka je vypracovaná pre tento cieľ a je zameraná na druhy, ktorých výskyt je na skúmaných lokalitách vo vode a v blízkosti vodných plôch a tokov pravdepodobná. Tieto vodné bezstavovce žiaci pravdepodobne nepoznajú, preto sú zaradené do ich študijného textu a uvádzame ich aj v tomto učiteľskom materiáli ich popis a fotografie.

Kým jednobunkovce a veľmi drobné živočíchy vo vzorkách vody je lepšie vyhodnotiť dodatočne v škole, hmyz je dostatočne veľký a častý nález, aby sa dal určiť priamo v teréne. Preto je táto časť doplnená aj obrázkami druhov, ktoré môžete najpravdepodobnejšie nájsť a zároveň sú to známe bioindikátory stavu, resp. čistoty životného prostredia.

Aj keď je aktivita zameraná na bezstavovce, vedíme ich k tomu, aby si všímali aj iné organizmy. Rôzne druhy organizmov žijú na lokalite v spoločenstve a často platí, že ak nájdeme určitý druh, dá sa predpokladať výskyt aj ďalšieho, ktorý sa viaže na jeho biotop. Okrem toho, je škoda prehliadnuť niečo zaujímavé len preto, že sme sa zamerali práve iba na jednu skupinu.

Mriežky v pracovnom liste majú pomáhať pri zisťovaní rozmerov organizmov. Aj pri tejto aktivite je dôležité trvať na tom, aby si žiaci zapisovali svoje postrehy priamo na lokalite. Neskôr by si neveľa vecí nespomenuli.

Potrebné nové pojmy sú vysvetlené v študijnom texte v žiackom materiáli, žiaci nech si pojmy vyhľadajú vtedy, keď sa s ním stretnú pri riešení niektorej úlohy alebo v diskusii, resp. pri odbere vzorky. Opäť platí, v záujme zachovania motivácie nezťažujte žiakov štúdiom teórie vopred. Študijný text slúži ako pomôcka, ktorá je poruke aj bez internetového pripojenia. Pojmy si omnoho lepšie a ochotnejšie osvojí v spojení s praktickou činnosťou v teréne.

Pri riešení prvej úlohy ešte žiak nepozná živočíchy, ktoré sú významnými bioindikátormi, prípadne ich videl na obrázku či fotografii. Ide o to, podnietiť jeho pozornosť, aby si začal všímať aj drobnejšie bezstavovce a zaznamenal ich, aj keby ich nevedel presne identifikovať.

Aby sa žiak naučil rozpoznať jednotlivé druhy bioindikátorov, o ktoré v tejto aktivite pôjde, mal by mať učiteľ informáciu, či žiakova predstava bezstavovca zodpovedá skutočnosti, alebo je potrebné priamo v teréne demonštrovať ich charakteristické znaky. Žiaci majú priamo v pracovnom liste inštrukcie ako pracovať s určovacím kľúčom, ale najrýchlejšie je pre nich porovnať nájdeného živočícha s fotografiou v pracovnom liste. Aké skupiny/druhy bezstavovcov som videl/a na prechádzke v okolí vodných plôch? Na zápis slúžia tabuľky v pracovnom materiáli žiakov.

Téma	Ciele aktivity
Vodné a brehové bezstavovce	Poznávanie bioindikátorov. Monitorovanie bezstavovcov na lokalite. Poznať význam pojmov: bentos, planktón, predátor, filtrátor, krycie sfarbenie
Výskumné otázky	Vstupné vedomosti žiaka
Aké druhy bezstavovcov sa vyskytujú na skúmanej lokalite? Čo vypovedá ich prítomnosť o kvalite vody? Chýbali na lokalite niektoré živočíšne indikátory čistej vody?	Pozná význam pojmov bioindikátor, bezstavovec, Rozozná znaky tried bezstavovcov
Materiálne pomôcky	
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, fotoaparát, teplomer, vysúvací meter, prístroj na meranie chemických a fyzikálnych vlastností vody (pH meter s konduktometrom) <ul style="list-style-type: none"> - literatúra na určovanie bezstavovcov - zápisník, ceruza 	

1. PRÍPRAVA NA PRÁCU V TERÉNE

Vzvyte žiakov aby sa zamysleli nad tým aké rôzne bezstavovce pozorovali na prechádzke v blízkosti riek alebo jazier. Vypíšte si ich sem:

Diskutujte so žiakmi o tom, aké spôsoby využili pri pozorovaní bezstavovcov vo voľnej úrirode.

Pýtajte sa žiakov:



Aké bezstavovce poznáte?

Aké vodné bezstavovce poznáte?

Chytili ste už niekedy nejakého vodného bezstavovce alebo stavovca, ktorý sa nachádza v okolí vodného toku alebo na jej hladine?



Diskutujte so žiakmi o problematike určovania bezstavovcov vzhľadom na ich veľkú druhovú variabilitu a početnosť.

Ako rozlišovať bezstavovce žijúce vo vode?

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

2. POZOROVANIE BEZSTAVOVCOV V TERÉNE

Pýtajte sa žiakov:



Ako rozlišovať bezstavovce žijúce vo vode?



Žiaci pravdepodobne vymenujú základne charakteristiky ako je rozlišovanie na základe veľkosť a tvaru tela, prípadne spôsobu pohybu. Pred samotným pozorovaním bezstavovcov si zapíšu žiaci do pracovného listu (vedeckého zápisníka) základne údaje o lokalite a parametroch vody. Pracovný list je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.3 na strane 57). Okrem zápisu zistení je úlohou žiakov zhotoviť fotografie nájdených bezstavovcov.

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

Vlastnosť vody/ teplota	Vlastnosť vody/ pH	Vlastnosť vody/ vodivosť	Výška vodnej hladiny v cm	Rýchlosť prúdenia vody
Prítomnosť živočíchov – zakrúžkuj			ÁNO	NIE

Vyzvite žiakov:



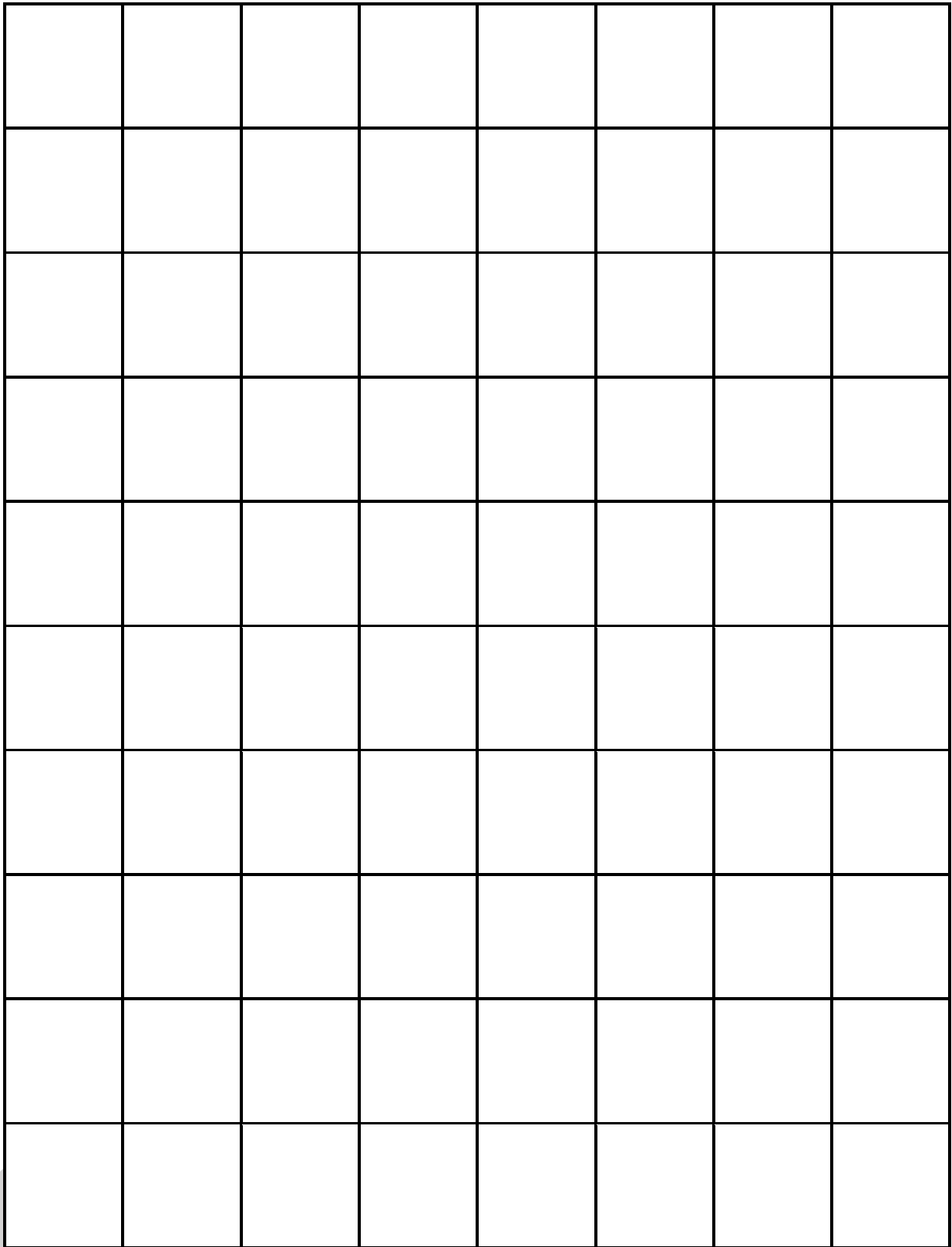
Aké bezstavovce sú prítomné na odbernej lokalite? Zamyslite sa nad symetriou tela nájdených živočíchov.



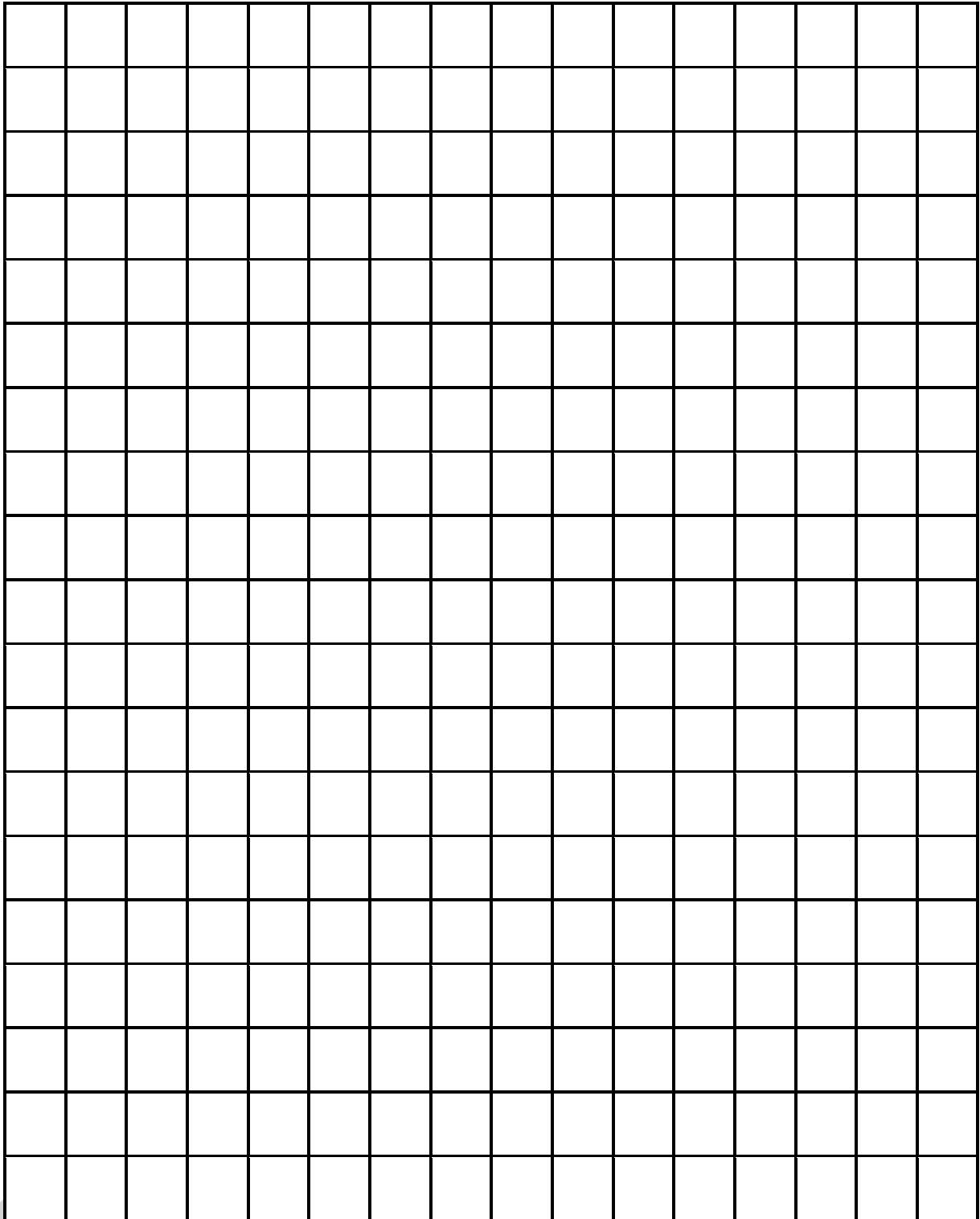
Lokalita	pozorovaný živočích/skupina živočíchov	Symetria tela

Pozn. Pri zisťovaní symetria tela pracujte s vopred pripravenou mriežkou so známou mierkou. Mriežky vytlačte a zalaminujte. Pri zisťovaní druhov pracujte s určovacím kľúčom.

Mriežka s rozmerom 2x2 cm



Mriežka s rozmerom 1x1 cm



Ako rozlišovať bezstavovce žijúce vo vode?

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

Pracujte so žiakmi s určovacím kľúčom zameraným na bezstavovce, ktorý je dostupný na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre vysokoškolských študentov, prípadne s odbornou literatúrou.

3. VYHODNOTENIE POZOROVANÍ V ŠKOLE

V škole žiaci diskutujú a vzájomne prezentujú zaznamenané pozorovania, sumarizujú tabuľky v pracovnom liste a vyhodnocujú fotografie, ktoré zhotovili. Tabuľky sú súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.4 na strane 59-61).

Úlohou žiakov je sledovať prispôsobenia zistených bezstavovcov na skúmané prostredie. Zamerajte sa na dýchacie orgány, prítomnosť končatín a ich stavbu. Uvažujú nad spôsobom prijímania potravy na základe anatómie tela nájdených živočíchov. Na základe zistených údajov o živočíchoch hľadajú doplňujúce informácie o spôsobe prijímania potravy a overujú tak svoje predpoklady zaznamenané pri prvom pozorovaní.

Odpovedajú na otázky:



„Čím sa živia pozorované živočíchy?
Ktorá adaptácia umožňuje bezstavovcom charakteristické
prijímanie potravy?
(premenené končatiny, premenené ústne orgány, zmysly,
športový tvar tela....)
Aké sú zistené rozdiely v zastúpení bezstavovcov medzi
stojatými a prúdiacimi vodami? Aký je spôsob pohybu
a ukotvenia o podklad vo vodnom toku?



Zistenia žiaci zhrnú a zdieľajú vo výslednej tabuľke, do ktorej zapíšu prítomnosť bezstavovcov na jednotlivých lokalitách.

Na základe rozmanitosti prítomných bezstavovcov odhadnite spoločne so žiakmi 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.

Výslednú tabuľku a záver odkopírujte do textového editora WORD, vložte tam aj jednu vami zhotovenú fotografiu lokality pre projekt. Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať náčrt prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečne slovo.

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Vodné bezstavovce

Hmyz (Insecta)

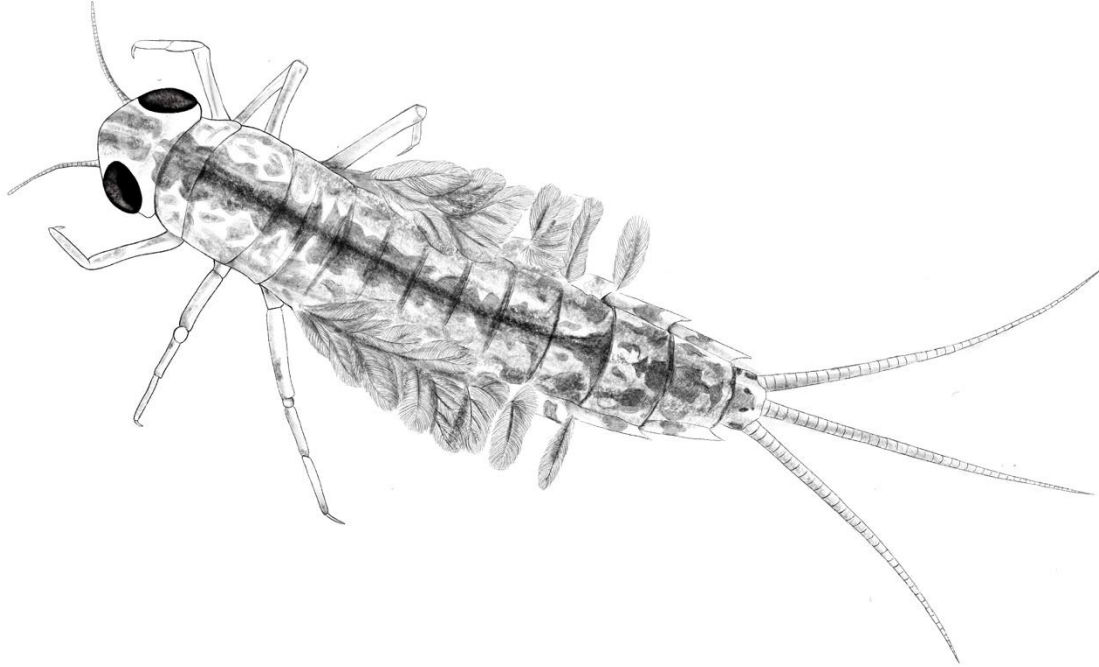
Podenky (Ephemeroptera): starobylá skupina hmyzu známa už z prvohôr. Ide o jemný rôzne veľký hmyz (3 – 40 mm). Dospelce majú zakrpatené ústne orgány a tráviaci trakt, potravu neprijímajú, lebo žijú krátko. Na hlave majú krátke tykadlá. Majú 2 páry blanitých krídel s hustou žilnatinou, z ktorých zadný pár je menší. V pokoji skladajú krídla k sebe a mierne šikmo dozadu zvislo nad telo. Rovnako ako všetky ďalej spomenuté skupiny hmyzu dýchajú vzdušnicami a sú oddeleného pohlavia. Vývin prebieha nedokonalou premenou, bez štádia kukly. Larva, najáda, žije vo vode a dýcha tracheálnymi žiabrami na brušných článkoch, dospeliec žije mimo vody, ale v jej blízkosti.

Podenky sú jedinou skupinou hmyzu, pri ktorej sa vo vývine objavuje štádiu subimága - jedinec sa veľmi podobá dospelcovi, ale nie je pohlavne zrelý. Po dokončení vývinu sa dospelce počas krátkeho obdobia (často len jeden večer) hromadne pária a kladú vajíčka do vody. Potom rýchlo uhynú. Vo vode teda zaznamanáme len prítomnosť lariev podeniek.

Larvy obývajú rôzne typy stojatých aj tečúcich vôd, pričom uprednostňujú čisté a dobre prekysličené vody. Môžeme ich rozdeliť na niekoľko typov:

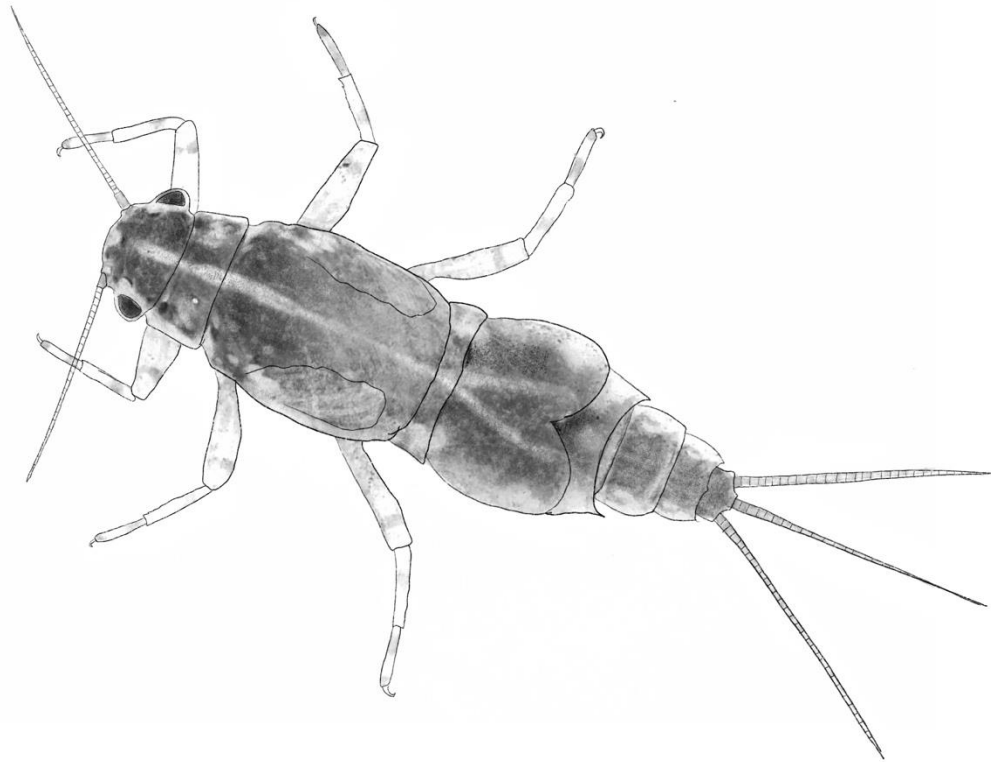
A) najády obývajúce stojaté vody (rybníky, jazerá, staré riečne ramená)

1) plávavý typ - majú tenké nohy; lupienkovité žiabre; dlhé a husto obrvené štety na konci bruška, ktoré tvoria účinnú plávaciú plutvičku (napr. rod *Cloeon*)



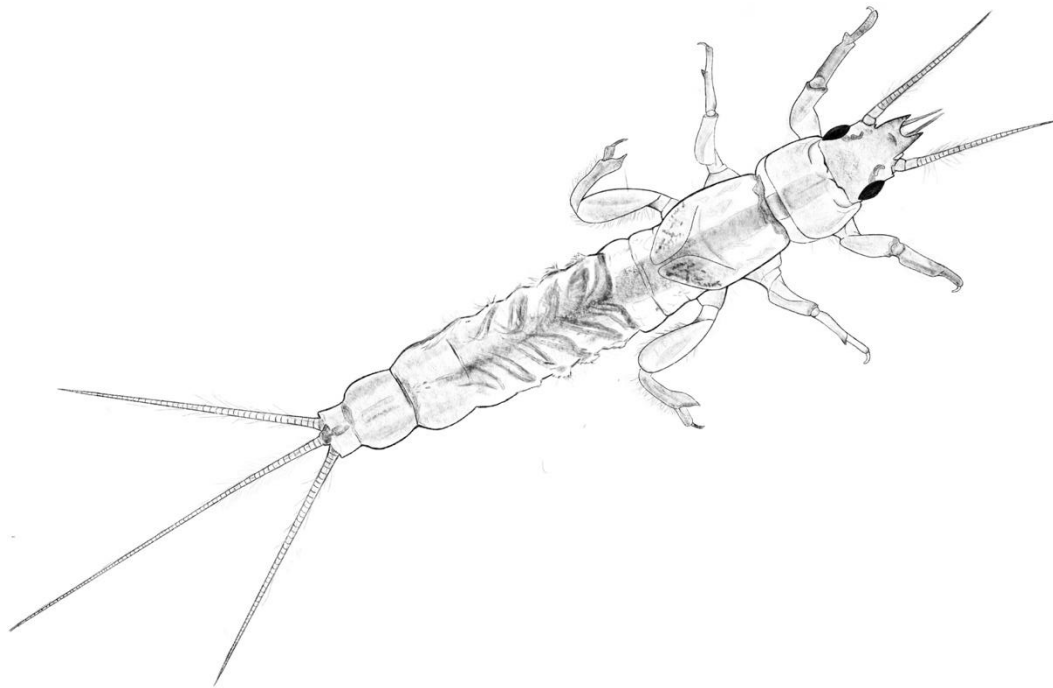
Siphonurus rapidus

2) lezúci typ - bentické formy (žijú pri dne); väčšinou majú chrbto-brušne sploštené telo a sú husto obrvené; majú hrabavé alebo plazivé nohy a neobrvené štetý na konci bruška; často sú pokryté bahnom zachyteným na hustom obrvení tela (napr. rod *Caenis*)



Caenis robusta

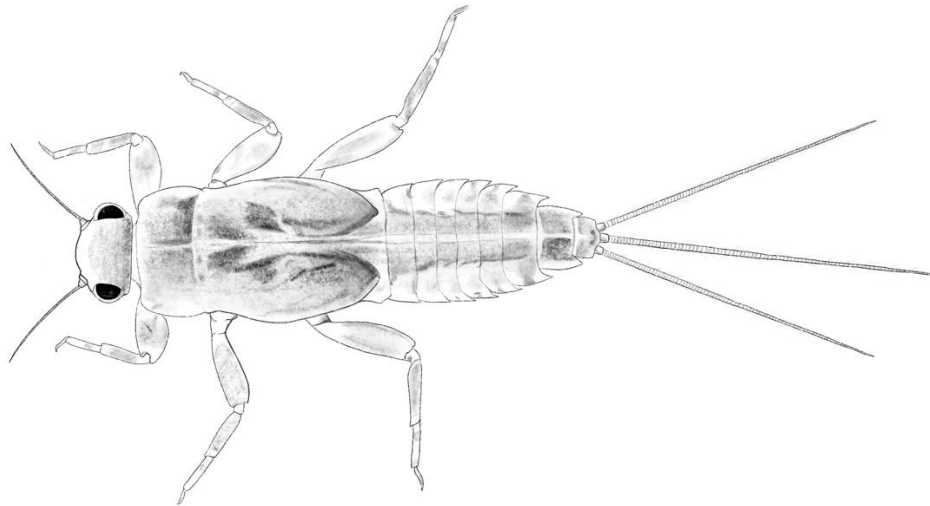
3) hrabavý typ - silné valcovité telo; predné nohy, predný okraj tela a hrazdlá upravené na hrabanie; tracheálne žiabre nie sú po bokoch bruška, ale na jeho chrbtovej strane; sú zahrabané na dne vôd (napr. rod *Ephemera*)



Ephemera simularis

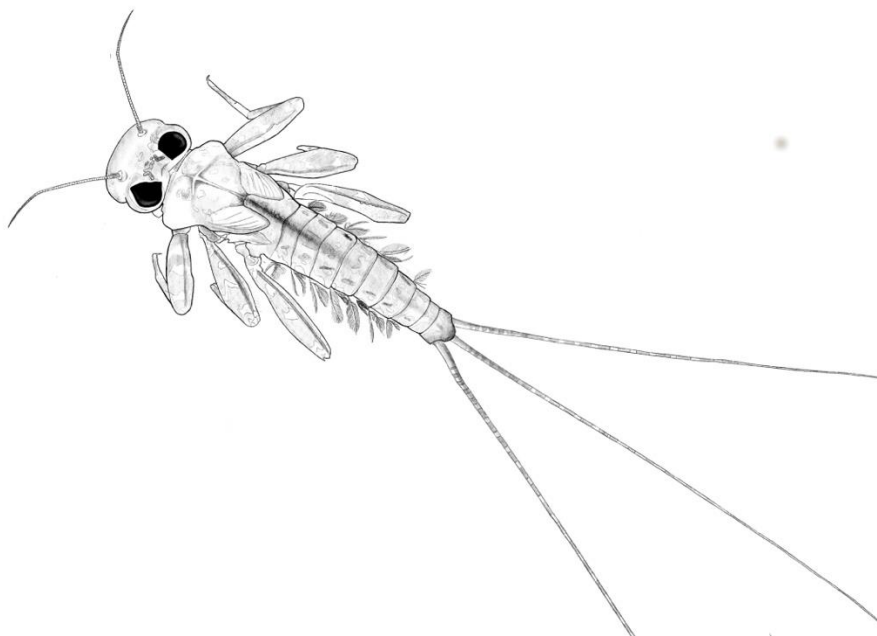
B) najády obývajúce tečúce vody a príbojovú zónu veľkých nádrží

1) voľne lezúci typ - telo nie je zvlášť tvarovo prispôsobené tečúcim vodám, pripomínajú plávajúce a lezúce formy zo stojatých vôd; žijú v úsekoch s miernym prúdom vody; sú veľmi pohyblivé (napr. rod *Baetis*)



Ephemera

2) prisadnutý typ - ploché telo; obývajú úseky horských potokov a riečok s rýchlo prúdiacou a dobre prekysličenou vodou; sú pomerne málo pohyblivé, pevne prichytené k podkladu (napr. rod *Rhitrogena*)



Heptagenia culacantha

+36 1 224 3291
info@huskroua-cbc.eu
www.huskroua-cbc.eu

Pošvatky (*Plecoptera*): starobylá skupina hmyzu známa už z prvohorných skamenelín. Malý až stredne veľký hmyz (5 – 30 mm). Telo je pretiahnuté, štíhle, mierne sploštené. Ústne orgány sú hryzavé, niekedy pomerne zakrpatené. Tykadlá sú dlhé, nitkovité a mnohočlánkové. Krídla sú veľké s pomerne hustou žilnatinou. Predný pár je dlhší a pevnejší, zadný pár je kratší a širší. V pokoji sú krídla zložené na plocho na tele. Nohy sú kráčavé. Na konci bruška sú dva dlhé mnohočlánkové štety. Vývin prebieha nedokonalou premenou bez štádia kukly. Larvy, najády, sú vodné, tvarom tela podobné dospelcom. Majú však inú stavbu ústnych orgánov, nevyvinutú pohlavnú sústavu a len základy krídel. Väčšina lariev pošvatiek sú dravce. Sú to bentické živočíchy, väčšinou lozia po dne alebo sa ukrývajú sa pod kameňmi. Larvy dýchajú povrchom tela a tracheálnymi žiabrami, niektoré druhy aj koncovými časťami čreva. Málo druhov pošvatiek znáša široké rozpätie teploty vody a obsahu kyslíka v nej a môžu tak obývať stojaté alebo pomaly tečúce zabahnené vody (napr. rody *Amphineura*, *Nemoura*). Väčšina druhov je viazaných na biotopy s prúdiacou chladnou vodou s vysokým obsahom kyslíka. Najtypickejšími predstaviteľmi pošvatiek u nás sú druhy rodov *Perla* a *Perlodes*, ktorých najády majú výrazne chrto-brušne (dorzoventrálne) sploštené telo. Dospelce (imága) sa liahnu koncom jari a na začiatku leta. Lietajú neobratne, len pri peknom počasí, najviac podvečer. Inak sú ukryté v štrbinách pod kôrov, v tráve a pod kameňmi.

Vážky (Odonata): Opäť ide o starobylú skupinu hmyzu, známu už z prvohorných fosílií. Dospelce (imága) majú štíhle telo s dĺžkou 2 – 13 cm. Majú veľkú hlavu na tenkom krku, ktorá je dobre pohyblivá. Veľké zložené oči zaberajú veľkú časť hlavy, majú aj 3 jednoduché očká (ocelli). Tykadlá sú krátke, štetinovité. Vývin prebieha cez väčší počet larválnych štádií (tzv. archimetabólia). Dospelce veľmi obratne lietajú a vo vzduchu trávajú väčšinu aktívneho času. Vo všeobecnosti sú vážky aktívne od konca apríla do neskorej jesene, pričom rôzne druhy majú aktivitu sústredenú na rôzne obdobia. Ku jarným druhom počítame napr. *Agrion armatum*, *Epithea bimaculata*. Na jeseň lietajú viac napr. druhy *Lestes viridis*, *Aeschna mixta*. Živia sa ako dravce, rôznym lietajúcim hmyzom. Larvy (najády) žijú vo vode a sú dravé rovnako ako dospelce. Živia sa jednobunkovcami, vírnikmi a drobnými kôrovcami v mladších štádiách a neskôr larvami vodného hmyzu, obrúčkavcami, aj larvami vážok iných druhov, ale aj druhu vlastného. Pri love sa veľmi nepohybujú, na korist skôr striehnu. Spodná pera najád vážok je pretvorená na tzv. masku, ktorá slúži na chytenie koristi a je v pokoji zložená na spodnej strane hlavy. Hlava lariev je nepohyblivá. Mladé najády dýchajú celým povrchom tela, staršie tzv. rektálnymi tracheálnymi žiabrami. Žijú v rôznych vodných biotopoch: rybníkoch, močiaroch, rašeliniskách, rôznych dočasných nádržiac (mlákach), aj v tečúcich vodách okrem veľmi rýchlo tečúcich úsekov.

Bzdochy (Heteroptera): Aj zástupcovia tejto skupiny sú známy už z prvohôr. Môžeme ich rozdeliť na 2 veľké podskupiny, jedna žije na súši a má tykadlá pomerne dlhé a voľné (Gymnocera), druhá žije vo vode a tykadlá sú krátke a uložené v žliabkoch na hlave (Cryptocera). Telo je chrbto-brušne (dorzoventrálne) sploštené, hlava je voľná, ústne ústroje sú bodavo-cicavé. Na chrbtovej strane hrude je typickou štruktúrou trojuholníkový štítok medzi koreňmi krídel. Predný pár krídel sú tzv. polokrovky, spodné 2/3 krídla sú silno sklerotizované a koncová časť je blanitá. Zadný pár krídel je blanitý. Bzdochy lietajú len zriedka, napriek tomu vedia niektoré druhy (napr. ihlica vodná - *Ranatra linearis*) preletieť až 100 km (Lellák a kol. 1985). U niektorých druhov sú krídla zakrpatené alebo celkom chýbajú (napr. vodomerka obyčajná - *Hydrometra stagnorum*, hladinárka - *Velia currens*). Dokonca pri jednom druhu sa môžu vyskytovať formy s vyvinutými aj so zakrpatenými krídlami. Niektoré druhy lietať nevedia hoci majú krídla vyvinuté, napr. vodné bzdochy ako splošťula bahenná (*Nepa cinerea*) alebo štípavka vodná (*Ilyocoris cimicoides*). Živia sa rastlinnou potravou (čelad' Corixidae) alebo sú dravé (napr. *Nepa cinerea*). Vodné bzdochy napriek životu pod hladinou dýchajú vzdušnicami vzdušný kyslík, preto sa musia pravidelne vynárať, alebo vystrčiť nad hladinu aspoň istú prispôsobenú časť tela, aby doplnili zásobu vzduchu.

Chrobáky (Coleoptera): Veľmi bohatá skupina hmyzu, so zástupcami známymi už z prvohorných skamenelín. Chrobáky majú veľmi rôznorodú veľkosť tela. Typickým znakom skupiny je zvláštne stavaný predný pár krídel tzv. krovky, ktorý je silno sklerotizovaný (stvrdnutý a zhrubnutý), bez žilnatiny a nie je používaný na lietanie, ale len ako mechanická ochrana zadných blanitých krídel. Väčšina chrobákov sú typický suchozemský zástupcovia, ale niekoľko čeladi sa v rôznej miere prispôbilo na život vo vode. Žiadny druh však nežije výlučne v mori. Niektoré však môžu obývať brakické (mierne slané) vody v ústiach veľkých riek alebo príbojovú zónu morí, kde vedia vydržať v morskej vode niekoľko hodín počas prílivu ukryté pod kameňmi a v chaluách. Sladkovodné chrobáky na našom území patria najmä do čeladi potápnikovité (Dytiscidae, asi 120 druhov), vodomilovité (Hydrophilidae, asi 40 druhov), plavčíkovité (Haliplidae, asi 20 druhov) a krútnavcovité (Gyrinidae, asi 10 druhov) (Šporka 2003). Chrobáky majú vývin s dokonalou premenou, vo vývinovom cykle teda majú štádium kukly. Zástupcovia čeladi potápnikovité a krútnavcovité sú dravé. Druhy z čeladi vodomilovité a plavčíkovité sa živia rastlinnou potravou. Na život vo vode sú najlepšie prispôsobení zástupcovia čelade potápnikovité, kde sú na život vo vode prispôsobené rôznym spôsobom všetky vývinové štádiá. Typickým predstaviteľom čelade je potápnik obrúbený (*Dytiscus marginalis*). Patrí k našim najväčším vodným chrobákom. Je to dravec živiaci sa rôznym vodným hmyzom, larvami mlokov, žubrienkami žiab, plôdikom rýb. Zásobu vzduchu

si nosia pod krovkami. Larvy sú rovnako dravé ako dospelce. Ešte väčším druhom než potápnik obrúbený je vodomil čierny (*Hydrous piceus*), ktorý je našim najväčším vodným chrobákom. Častým druhom z čeľade Gyrinidae je krútnavec obyčajný (*Gyrinus natator*). Zaujímavý je spôsobom lovu, lebo leží na hladine vody a pohybuje sa v kruhoch a špirálach, pričom chytá korisť. Pre lov koristi na rozhraní vody a vzduchu majú špeciálne prispôsobené oči, majú vlastne 4 oči, pričom vrchné dve sú prispôsobené na videnie vo vzduchu nad hladinou a spodnými dobre vidia pod vodou.

Potočníky (Trichoptera): Ide o starobylú skupinu so známymi fosílnymi dokladmi už z druhohôr. Sú rozšírené v podstate po celom svete. Na Slovensku sa vyskytuje asi 170 druhov potočnickov (Šporka 2003). Dospelce sa podobajú na motýle, ale typickým znakom pre odlišenie je stavba krídel. Potočníky, na rozdiel od mytýľov, ktoré majú na krídlach drobné šupinky, majú krídla pokryté chlpkami. Ústna orgány sú silno zakrpatené. Väčšina potočnickov v dospelosti neprijíma potravu len vodu, môžu však cucať nektár z kvetov (Lellák a kol. 1985). Dospelce žijú v blízkosti vody a sú aktívne najmä za súmraku a na svitaní. Lietajú ťažkopádne, trepotavo. Žijú asi 30 dní alebo menej. Vývin majú s dokonalou premenou, je prítomné štádium kukly. Larvy majú pretiahnuté telo, ústne ústroje sú hryzavé, až na niekoľko výnimiek sú vodné. Larvy mnohých druhov sú typické tvorbou prenosných púzdier z rôznych materiálov (zrnká piesku, ulity drobných mäkkýšov, kúsky vegetácie), v ktorých sa môžu ukryť, alebo jemných sietí tvorených z výlučkov slinných žliaz. Larvy potočnickov sa môžu živiť rastlinnou potravou (napr. *Hydroptila*, *Agraylea*), dravo (napr. *Hydropsychidae*), organickým kalom (detritom) aj všežravo (napr. *Philopotamidae*). Naopak larvy môžu byť sami potravou rýb. Dýchajú celým povrchom tela a tracheálnymi žiabrami. Potočníky sa vyskytujú od horských jazier po ústia riek do mora, ale vyžadujú vždy vysoký obsah kyslíka vo vode. Vyhýbajú sa znečisteným vodám a dávajú prednosť plytkým vodám.

Dvookrídlovce (Diptera): Fosílné nálezy sú známe z druhohôr. Vývíjajú sa dokonalou premenou, so štádiom kukly. Sú rozšírené po celom svete a sú veľmi bohatou skupinou. Celosvetovo je známych viac ako 100000 druhov. Na našom území sa vyskytuje niekoľko sto druhov dvookrídlovcov, ktorých vývin súvisí s vodným prostredím. Typickým znakom dvojrídlovcov sú zakrpatené zadné krídla, pretvorené na tzv. kyvadielka (haltery), ktoré slúžia na udržiavanie rovnováhy a koordináciu letu. Predné krídla sú blanité. Dvojrídlovce môžeme rozdeliť na 2 základné skupiny – komárovce (Nematocera): majú mnohočlánkové tykadlá dlhšie ako hlava, telo je viac pretiahnuté; muchy (Brachycera): tykadlá majú krátke, trojčlánkové, telo majú mierne oválne. Väčšina múch je suchozemská, naopak väčšina komárovcov má vývin spojený s vodným prostredím. Larvy majú variabilný

tvar tela, ale spoločným znakom lariev dvojkrídlovcov je chýbanie kráčavých hrudných nôh (tento znak však neplatí len pre larvy dvojkrídlovcov). Larvy dvojkrídlovcov sa zvyknú rozčleňovať podľa pretvárania hlavy na 3 typy: 1. eucefálne larvy – hlava je dobre vyvinutá, zreteľne oddelená od tela, ústne orgány sú hryzavé (napr. pakomárovité - Chironomidae, komárovité - Culicidae, muškovitité - Simuliidae); 2. hemicefálne larvy – hlava je silno zakrpatená (môže byť zatiahnuteľná do prvého hrudného článku), ústne orgány sú aspoň čiastočne zakrpatené (napr. tipuľovité - Tipulidae); 3. acefálne larvy – hlava je nezreteľná, zakrpatená, vnorená do prvého hrudného článku tela (napr. Perstricovité - Syrphidae). Druhovo najpočetnejšími čeľadami vodných dvojkrídlovcov sú pakomárovité (Chironomidae; často tvoria 60 – 80 % makrofauny najmä stojatých vodných nádrží), pakomárikovité (Ceratopogonidae), komárovité (Culicidae) a muškovitité (Simuliidae). Ostatné čeľade sú zastúpené malým počtom druhov.

Metódy odchyту vodných bezstavovcov

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

Ďalšie podrobnosti o výskyte bezstavovcov a spôsobe ich odchytu sú súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.4 na strane 63).

Literatúra na ďalšie štúdium

Lellák J., Kořínek V., Fott J., Kořínková J., Punčochář P., 1985: Biologie vodních živočichů. Univerzita Karlova, Praha, skriptá, 220 str.

Hausmann K., Hülsmann N., 2003: Protozoologie. Academia, Praha, 348 str.

Šporka F. (Ed.) 2003: Vodné bezstavovce (makroevertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 str.

5.6 Rastú na lokalite sinice a riasy?

Úvodná časť je venovaná rekapitulácii vedomostí o planktóne, ktorý je nevyhnutnou súčasťou vodných tokov.

Zámer: Vyvolať diskusiu o riasach a siniciach, evokovať potrebné poznatky a skúsenosti žiakov, odhaliť prípadné miskoncepce.

Bude užitočné osvojiť si niekoľko nových pojmov, ak ich žiaci ešte nepoznajú:

Bentos

Vody, napr. moria, jazerá, rieky, potoky, či dokonca dažďové kaluže sú miestom, kde to môže naozaj „žiť“. Okrem vírusov, baktérií a mikroskopických húb sú zvyčajne permanentnými obyvateľmi vodného prostredia (vedci by povedali „akvatických habitatov“) rastliny a živočích. Tieto sa môžu nachádzať na dne (vtedy hovoríme o bentose, s príponou fyto- pre rastlinnú zložku a zoo- pre živočíšnu).

Planktón

Organizmy vo vodnom stĺpci, kde je dostatočné slnečné žiarenie pre proces fotosyntézy (teda tzv. fytoplanktón a zooplanktón).

Stielka

Bez ohľadu na to, do ktorej skupiny jednotlivé riasy patria, poznáme ich najmä ako jednobunkové organizmy alebo ako vláknité organizmy. Bunky rias niekedy vytvárajú zhľuky, tzv. kolónie. Stielka je vegetatívne telo rias, teda štruktúra, ktorú vidíme voľným okom, alebo mikroskopom.

Vo vzorkách z prírody môžeme dokonca v jednej kvapke vody nájsť zástupcov rias z viacerých skupín rias, ktoré sú primárne charakterizované štruktúrou stielky.

Veľkosť rias sa pohybuje od drobného planktónu, ktorý sfarbuje vodu na zeleno. Hoci jednotlivé bunky voľným okom nevidíme, zhľuky ich buniek tvoria veľmi výrazné útvary vo vode alebo povlak na jej povrchu (vodný kvet). Stielka obrovských rias v moriach môžu dosahovať dĺžku až desiatok metrov.

Téma	Ciele aktivity
<p>Biomonitoring znečistenia vôd využitím siníc a rias</p>	<p>Pozorovať vzorku voľným okom a spoznať prítomnosť makroorganizmov.</p> <p>Pozorovať vzorku mikroskopom a presvedčiť sa, že drobné organizmy vo vode môžu byť živočíchy, rastliny alebo jednobunkové mikroorganizmy.</p> <p>V prípade, že ide o nové informácie:</p> <p>Rozpoznať bunkovú a vláknitú organizáciu rias Osvojiť si pojmy</p> <ul style="list-style-type: none"> - stielka - sinica a "vodný kvet" - planktón a bento
Výskumné otázky	Vstupné vedomosti žiaka
<p>Ak je rozmanitosť rias a siníc v študovanom vodnom prostredí? Dá sa konštatovať na základe ich výskytu, že sa jedná o čisté prostredie?</p> <p>Aké je množstvo chlorofylu vo vzorkách planktónu v závislosti od hĺbky odberu vzorky smerom ku dnu?</p>	<p>Pozná rozdiel medzi rastlinnou, živočíšnou a bakteriálnou bunkou.</p> <p>Pozná význam chlorofylu pre fotosyntézu.</p>
Materiálne pomôcky	
<ul style="list-style-type: none"> - Lupa alebo prenosný mikroskop. - Fotoaparát (postačuje mobilný telefón s fotoaparátom). - Pracovný zošit žiakov, a pomôcky pre žiakov, môžu byť aj pre dvojicu alebo trojicu, môžu pracovať po skupinách: <p>Uzatvárateľné zaváraninové poháre (napr. z detskej výživy), kovové sitko z kuchyne, pinzeta, kvapkadlo, permanentná fixka na označenie vzoriek, lupa prípadne aj prenosný mikroskop, oblečenie do terénu.</p>	

1. PRÍPRAVA NA BIOMONITORING S VYUŽITÍM SINÍC A RIAS

Rastliny sa netešia takému spontánnemu záujmu žiakov ako živočíchy. Riasy ich neupútajú ani kvitnutím a zdajú sa im všetky rovnaké.

Motiváciou môže byť aj to, ak im pred terénnou prácou zameranou na túto skupinu živých organizmov ukážete v mikroskope niekoľko natívnych preparátov rias a upozorníte ich na ich zaujímavé rôznorodé tvary. Môžete ich motivovať krátkym videom, ktoré demonštruje tvary rias alebo o ekologickom význame siníc rias či vodného kvetu, napr. vzdelávacie video „Biopalivo z vodných rias?“ vo virtuálnom laboratóriu effuse dostupné na effuse.science.upjs.sk.



Po krátkej motivácii prejdite so žiakmi k samotnej sktivite.

Zámer: Získať zručnosti pre biomonitoring vôd v prírode a údaje, s ktorými budú žiaci v škole pracovať ďalej.

Žiaci postupne riešia úlohy v pracovnom liste. Priebežne s nimi vedte dialóg o riešenej otázke. Návod k postupom pri odbere, príprave vzoriek na pozorovanie majú žiaci priamo v pracovnom liste. Pozorovať riasy pod mikroskopom v teréne je možné, ak máte prenosné malé mikroskopy, inak si vzorku pozrú v škole. Vzorku môžete do druhého dňa uskladniť v chladničke. Na konci sa žiaci vrátia k svojim predpokladom v prvej tabuľke a prehodnotia ich z pohľadu nových poznatkov a zistení.

Prvou aktivitou "Pripravujem sa na pozorovanie prítomnosti siníc a rias vo vode" sa naučia odlišovať riasy od živočíchov a siníc". Súčasťou planktónu je okrem fyto-benotsu (drobné rastlinné organizmy) aj zoobentos (drobné živočíšne organizmy). Ako odlišíme drobné organizmy so schopnosťou fotosyntézy (autotrofné) od živočíšnych (heterotrofné)? Pre obe je typické, že ich základnou stavebnou jednotkou je bunka.

Žiak má v pracovnom liste napísať a vyznačiť rozdiely medzi rastlinnou a živočíšnou bunkou na obrázku, zamyslieť sa nad stavbou organizmov na obrázkoch a vybrať ten, o ktorom si myslí, že predstavuje sinice. Treba diskutovať v tom zmysle, že sinice sú vlastne baktérie a od rias ich rozpoznáme poľa modrozelennej farby.

Nasleduje pozorovanie vzorky vody voľným okom.

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

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

Ak je možnosť, uskutočnite aj meranie základných vlastností vody na odberovom mieste a použij rozšírenú tabuľku:

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

Kľúč na určovanie niektorých nápadných skupín sladkovodných rias a siníc je založený na porovnávaní nájdenej riasy s fotografiami a dichotomickým jednoduchom kľúči. Zaradenie na úroveň druhu nie je adekvátnou úlohou

pre začiatok, postupujte teda na základe podobnosti nájdenej rasy s niektorou fotografiou a takto usmernite aj žiakov.

Pri pozorovaní rias mikroskopom ich zaraďujú žiaci do kategórií pomocou jednoduchého kľúča na základe podobnosti s riasou na fotografiách. Pozorované riasy zakreslia v podobe schematickeho náčrtu do pracovných zošitov. Jednoduché determinačné kľúče sú k dispozícii vo virtuálnom laboratóriu EFFUSE v sekcii pre vysokoškolských študentov effuse.science.upjs.sk//urcovacie-kluce.

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

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

Vedte so žiakmi riadený rozhovor:



„Určite ste už počuli o zákaze kúpania v horúcich letných mesiacoch, ktoré sa neodporúča pri premnožení siníc. Zamyľte sa nad nasledujúcimi otázkami. Čo je príčinou premnoženia? Čo je príčinou zákazu kúpania?“



2. ZISŤOVANIE PRÍTOMNOSTI SINÍC A RIAS NA LOKALITE

Zámer: Zisťovanie prítomnosti siníc a rias vo vode v teréne.

Na prítomnosť fotosyntetizujúcich organizmov vo vode možno poukázať na základe zisteného množstva chlorofylu. Je to jedna z úloh v pracovnom liste žiakov.

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 zavarantinových pohárov. Poháre by mali byť jednej veľkosti a najlepšie aj rovnakého tvaru, aby ste odhadom dokázal odobrať rovnaké množstvo vzoriek vody.

Na navštívenej odbernej lokalite odoberte vzorku z vodného stĺpca, vzorku z vody v blízkosti dna (ak to ráz lokality umožňuje) a vzorku z povrchu kameňov, alebo dreva, ktoré sú ponorené vo vode.

Pri odbere vzorky pracujte bezpečne a dodržiavajte pokyny učiteľa!

Vzorky si v zavarantinových pohároch označte nasledovne:

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

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

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

Každú vzorku vody prefiltruj s použitím filtračného papiera prípadne gazy. Označ si filtračné papiere (gázy) aby nedošlo k zámene vzoriek (písmenami **S,P,D**). Ak sa rozhodnete odorať aj vzorku s vodnej hladiny označte si ju písmenom **H**.

Filtračné papiere (gázy) po filtrácii vzoriek vodných mikroorganizmov vyhodnoť voľným okom. Pozoruj množstvo chlorofylu vo vzorkách vody – teda charakteristické zelené sfarbenie. Množstvo zachytenej biomasy predstavuje množstvo mikroorganizmov vo vzorke Intenzita zeleného sfarbenia reprezentuje množstvo rias vo vzorke.

Pozn.: Aj keď možno objavíte vo svojej vzorke živočíchy, sústredte sa teraz výlučne na prítomnosť zástupcov z ríše rastlín.

Ak máte smartfón odfotíte biomasu na filtračnom papieri.

Vyhodnoťte množstvo biomasy na filtroch a zoradte ich podľa vzostupného poradia. Opíšte miesto odberu vzorky. Na vyhodnotenie odobratých vzoriek použite tabuľku.

Vzorku hodnotil (meno a priezvisko):				
Názov lokalít:			Dátum a čas odberu vzorky:	
Počasie:				
Vzorka č./lokality	Priehľadnosť / sfarbenie pred filtráciou	Množstvo biomasy na filtri 1-3 (1 – najmenej, 3 – najviac)	Popis odberného miesta	Vzostupné poradie vzoriek (1-10) podľa rastúceho množstva biomasy 1 - (vzorka z lokality s najnižším množstvom biomasy) 10 - (vzorka z lokality s najvyšším množstvom biomasy)

Napište názov lokality, kde ste zaznamenali najväčšie množstvo biomasy na filtri

Formulujte predpoklad čím to mohlo byť spôsobené?

Prečítaj si študijný text pod pracovným listom a over svoj predpoklad.

Pozn.: Na odbernej lokalite odoberte ešte jednu sériu vzoriek vody a označte si ich podobne ako pri predchádzajúcej práci.

S Vzorka č.1 - vzorka z vodného stĺpca,

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

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

Tieto vzorky nefiltrujte. Budte ich vyhodnocovať pod mikroskopom po návrate do školy.

3. VYHODNOTENIE POZOROVANÍ V ŠKOLE

Určovanie rias a siníc pomocou určovacieho kľúča

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

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

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

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

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

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

Táto tabuľka je zjednodušením tabuľky vyjadrujúcej indikačnú schopnosť skupín rias a siníc, v ktorej je uvedená stupnica hodnotenia čistoty vody podľa ČSN 75 7716.

Stupeň kvality vody	Spoločenstvo bioindikátorov	Typickí zástupcovia
I. Veľmi čistá	Xenosaprobita	Veľmi málo organických látok a mikroorganizmov vrátane rias a siníc, napr. horské potoky.
II. Čistá	Oligosaprobita	Málo organických látok, zvyčajne vysoký obsah kyslíka, z rias prítomné najmä rozsievky a spájavky, napr. nížinné potoky a malé rieky, jazerá.
III. Znečistená	β -mesosaprobita	Silnejšie znečistenie organickými látkami, dostatok kyslíka, veľká početnosť viacerých druhov rias a siníc, napr. rozsievky, spájavky (tieto sú zastúpené vo väčšom počte), napr. rieky.
IV. Silno znečistená	α -mesosaprobita	Vysoký obsah živín a nižší obsah kyslíka, prevažne tu žijú heterotrofné organizmy, z rias najmä euglény, napr. rybníky a znečistené toky.
V. Veľmi silno znečistená	Polysaprobita	Vysoký obsah živín, nedostatok kyslíka, prevažne tu z mikroorganizmov žijú baktérie a nálevníky, znečistené vody.

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

Výslednú tabuľku a záver odkopírujte do textového editora WORD, vložte tam aj jednu vami zhotovenú fotografiu lokality pre projekt. Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať náčrt prípadne fotografiu. My vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečné slovo.

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Zopakujte si so žiakmi stavbu prokaryotickej a eukaryotickej bunky – študijný text je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.4 na strane 78) a doplňte ďalšie informácie o **hlavných sladkovodných autotrofných organizmoch**.

Sinice (cyanobaktérie)

Sinice sú prokaryotické, stielkaté organizmy, ktoré sa často, najmä z ekologického hľadiska, schopnosti fotosyntézy, rdia medzi „riasy“. Sinice nemajú väčšinu organel typických pre eukaryotické organizmy (mitochondrie, chloroplasty, alebo pravé bunkové jadro). Veľkosť buniek sa zvyčajne pohybuje v mikrometroch, hoci ich vlákna môžu mať veľkosť aj niekoľko centimetrov. Kokálna stielka má zvyčajne guľovitý tvar, združuje množstvo buniek obalených slizom. Nemajú žiadne bičičky umožňujúce pohyb, preto sa vo vode môžu pohybovať len pasívne. Vlákňitú stielku tvoria sinice pospájané do vlákien. Vo vlákňach sa niekedy nachádzajú špecializované bunky heterocyty (schopné viazať atmosférický dusík) a akinety (slúžia na pretrvanie nepriaznivého obdobia, napr. nedostatku vody a minerálov). Sinice majú zelený chlorofyl a. Okrem chlorofylu obsahujú aj farbivá fikobilíny: červený fykoerytrín a modrý fykocyanín. Obsahujú tiež karotenoidy (žltá až červeno sfarbené farbivá). V stojatých a pomaly tečúcich vodách sú sinice súčasťou fytoplanktónu a fytoentosu. Planktónové druhy pri masovom premnožení tvoria vodný kvet. Ten je viditeľný aj voľným okom v podobe zhlukov.

Medzi takéto druhy patria: (Microcystis, Gomphosphaeria, Anabea, Aphanizomenon, Oscillatoria).

Červené riasy

Niektoré červené riasy sú jednobunkové, ale väčšina z nich má vlákňitú, alebo pletivovitú stielku. Bunky červených rias nikdy nemajú bičičk. Asi 90 % červených rias žije v mori, hlavne v tropických vodách. Sladkovodné červené riasy preferujú prudko tečúce vody, napr. Batrachospermum sp..

Rôznobičikaté riasy (najmä rozsievky)

Rosievky sú veľká skupina rôznobičikatých rias. Sú to väčšinou jednobunkové mikroskopické riasy s kremičitanovými schránkami. Žijú v sladkých aj morských vodách, či v pôde. Vyskytujú sa jednotlivito, alebo vytvárajú kolónie rôznych tvarov v ktorých sa bunky k sebe spájajú. Schránka (frustula)

obsahuje aj oxid kremičitý a je rozdelená na dve tvarovo rovnaké časti (misky): vrchná je tzv. epitéka a spodnú menšia tzv. hypotéku. Rozsievky patria medzi najrozšírenejšie a najčastejšie sa vyskytujúce riasy. U nás dosahujú dve maximá výskytu, na jar a na jeseň. Nachádzame ich v stojatých sladkých i tečúcich vodách, ako významnú a často dominantnú zložku fytoplanktónu či fytobentosu. Využívajú sa ako indikátory biologickej kvality vody a stupňa znečistenia.

Euglény (červenoočká)

Euglény sú pohyblivé prvky schopné fotosyntézy. Žijú v sladkých vodách, ktoré sú často znečistené. Tvorí ich zvyčajne jedna bunka. Majú dva nerovnako dlhé bičíky, kratší je v blízkosti červenej škvrny (stigma), kde sa nachádza aj pulzujúca vakuola. Väčšina euglén sa vyskytuje v planktóne v eutrofných nádržiach alebo aj vo vlhkej pôde. Často žijú aj pri dne ako zložka bentosu. Vyskytujú sa v neutrálnej alebo slabo zásaditej vode s množstvom organických látok. Ich bohaté rozšírenie indikuje polysaprobne, alebo alfamezosaprobne vody, hoci sa v menšom počte môžu vyskytovať aj v pomerne čistej vode.

Zelené riasy

Zelené riasy sú veľká skupina rastlín. Ich vegetatívne telo, stielka môže byť jednobunková, hoci morské druhy dosahujú veľkosť až niekoľko metrov. Sú predkami suchozemských rastlín s ktorými zdieľajú mnohé biochemické pochody, vrátane fotosyntézy. Fotosyntetickými farbivami zelených rias (podobne ako u suchozemských rastlín) sú chlorofyly a a b. Obsahujú aj β -karotény a xanthofyly. Jednobunkové zelené riasy majú väčšinou dva bičíky, ktoré sú hladké a rovnako dlhé. Nachádzajú sa v moriach (hlavne v tropických), aj v sladkých vodách. V sladkých vodách sú významnou skupinou rias. Makroskopické sladkovodné zelené riasy sú *Chara* a *Nitella*, ktoré pripomínajú vyššie rastliny, majú makroskopickú štruktúru a ich stielky sa členia na nódy (uzly), z ktorých vyrastajú bočné výrastky a tzv. internódiá, časti stielky medzi nimi. Medzi mikroskopické zelené riasy patria napr. *Chlorella*, *Volvox* (válač), *Scenedesmus* a spájavky. Spájavky sú skupinou zelených rias, pre ktoré je charakteristický typ pohlavného rozmnožovania spájanie (konjugácia). Sú jednobunkové, kolóniové alebo vláknité riasy. Väčšinou sú sladkovodné, napr. jarmovky (vláknité riasy) a dvojčatky (symetrické bunky oddelené na dve polovice zárezom tzv. sinus). Významné sú druhy *Spirogyra*, *Zygnema* a *Mougeotia*, alebo z dvojčatiek *Desmitium*, *Penium*, *Closterium*.

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 ako aj ich vývoja. Dynamická spoločnosť robí stále nové pokroky v oblasti vedy a výskumu a výrazné nároky človeka na život zanechávajú markantné stopy na životnom prostredí. Rôzne typy priemyslu, technického vývoja nedbajú na dopady, ktoré na prírode zanechávajú. Najviac tým trpí ovzdušie, voda a pôda. Všetky tri zložky predstavujú životné prostredie pre rastliny a živočíchy, pre ktoré sú aj domovom. Človek tieto zložky ovplyvňoval od pradávna pozitívne no častokrát aj negatívne. Dnes už vieme povedať, že kvalita životného prostredia je zrkadlom dnešnej spoločnosti. Problematike kontaminácie životného prostredia sa začalo venovať za posledné desaťročia. Najmä ide o polutanty, ktoré sa v prírode nedajú odbúrať, nesú dlhodobé následky a spôsobujú toxicitu pre biologické systémy.

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

Téma	Ciele aktivity
Lišajníky	Poznať základné druhy lišajníkov. Identifikovať nájdené druhy pomocou určovacieho kľúča.
Výskumná otázka	Vstupné vedomosti žiaka
Aká je druhová skladba lišajníkov na skúmaných lokalitách?	Pozná význam pojmov: bioindikátor, biomonitoring, lišajník, stielka, ťažké kovy, kvalita ovzdušia, zdroje znečistenia, akumulácia
Materiálne pomôcky	
<ul style="list-style-type: none"> - GPS navigácia, fotoaparát - zápisník+ písacie potreby - jednoduchý kľúč na určovanie lišajníkov - papierové sáčky na odber materiálu, pinzeta alebo iný tenký nástroj na odobratie lišajníka zo substrátu (kôra stromu), fľaša s vodou, lupa 	

1. ZOZNAMUJEME SA S LIŠAJNÍKMI - PRÍPRAVA PRED PRÁCOU V TERÉNE

Pýtajte sa žiakov



Rozoznáš lišajník od machu?
Čo si predstavuješ pod pojmom lišajník?
Je to mach alebo lišajník?
Čo myslíš koľko druhov lišajníkov môžeme v znečistenom
prostredí očakávať?



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. Jednoduchý kľúč na určovanie lišajníkov je dostupný vo virtuálnom laboratóriu v sekcii pre vysokoškolských študentov effuse.science.upjs.sk//urcovacie-kluce.

Pred samotným použitím kľúča vyzvite žiakov aby vyslovili svoj predpoklad, ktorý organizmus na obrázku predstavuje lišajník. Obrázky sú súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.7 na strane 83)



2. ZISŤOVANIE PRÍTOMNOSTI LIŠAJNÍKOV V TERÉNE

Zisťovanie početnosti lišajníkov

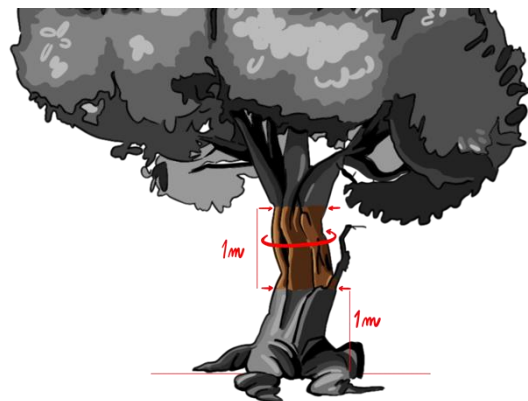
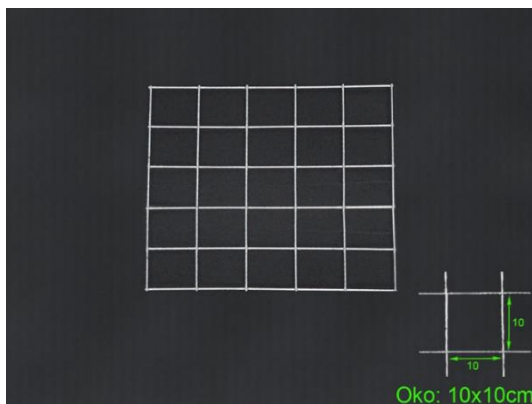
Na určenie znečistenia životného prostredia použijeme priestorové siete, v ktorých stanovíme početnosť lišajníkov v pozorovaných lokalitách.

Návrh na vytvorenie siete:

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

Pomôcka:

Výsledok ako by mala sieť a ako postupovať pri počítaní lišajníkov na stromoch.



Žiaci pracujú v 3-4 členných skupinách.

Odber a fotodokumentácia lišajníkov

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

Úlohou žiakov je nájsť lišajník a odfotiť, napríklad pomocou zapnutej aplikácie
GPS MAP Camera



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

3. VYHODNOTENIE POZOROVANÍ V ŠKOLE

Ak ste náhodou priniesli organizmy o, ktorých ešte neviete s učiteľom rozhodnúť či ide o lišajník alebo mach porzrite sa na informácie uvedené v určovacom kľúči. z terénu Urči druh lišajníka pomocou určovacieho kľúča. Všetky tieto informácie zaznamenaj do tabuľky. Vychádzaj z údajov získaných v teréne, ktoré si si zapísal do predchádzajúcich tabuliek.

Spolu so žiakmi formulujte záver o druhovom zložení lišajníkov vo vzťahu k znečisteniu prostredia:

Stupeň znečistenia v závislosti od počtu lišajníkov v danej lokalite

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

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

IČP index čistoty prostredia

Σ Suma - súčet

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

s istotou nad 97 %

Pomocou tabuľky určte aký je stupeň znečistenia v danej lokalite.

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

Formulujte spoločne záver o stupni znečistenia na základe početnosti lišajníkov nách =udajovv jednotlivách lokalitách. Rozhodnite, ktorá lokalita je podľa zisteb najmenej znečistená a ktorá najviac.

Výslednú tabuľku a záver odkopírujte do textového editora WORD, vložte tam aj jednu vami zhotovenú fotografiu lokality pre projekt. Ak niektorý druh neviete určiť, môžete nám poslať nákras prípadne fotografiu. My vám s tým pomožeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole Záverečne slovo.

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Štúdijný text pre žiakov je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola 5.7 na strane 91) sa s pojmom lišajník. Lišajník je organizmus, ktorý predstavuje symbiotickú asociáciu medzi hubou (**mykobiont**) a fotosyntetizujúcim partnerom (**photobiont**). Spolužitie fotobionta s mykobiontom prináša lišajníku mnoho výhod, ktorých ani jeden z organizmov sám o sebe nemôže dosiahnuť. Mykobiont zaisťuje pre stielku lišajníka predovšetkým príjem vody a minerálnych látok. Tvorí morfológiu **stielky** (telo lišajníka) a vytvára štruktúry, ktoré sa podieľajú na pohlavnom, ako aj nepohlavnom rozmnožovaní. Keďže nie je schopný tvorby organických látok potrebných pre svoj rast, preto ich musí získavať z ekologicky obligátnej symbiôzy. Heterotrofný mykobiont získava v tomto druhu symbiôzy fixovaný uhlík z autotrofných zelených rias alebo siníc. Ide o produkty fotosyntézy (ribitol, sorbitol, glukóza). Presnejšie, výraz „riasa“ označuje buď cyanobaktérie alebo Chlorophyceae (zelené riasy); huba je zvyčajne z oddelenia Ascomycetes (vreckatých húb), hoci v zriedkavých prípadoch to môže byť buď Basidiomycetes (bazídiové huby).

Lišajníky vo všeobecnosti tvoria podstatnú časť biomasy, sú dekompozítormi organického materiálu v pôde, participujú na mineralizačnom procese. Obohacujú ekosystém o plynný dusík, ovplyvňujú tak klímu. Vzťahy medzi mykobiontom a fotobiontom študujeme prostredníctvom opisných taxonomických znakov, akými sú morfológia (tvar stielky lišajníka a jej častí), anatómia (vnútorná stavba stielky, výtrusy), chemotyp.

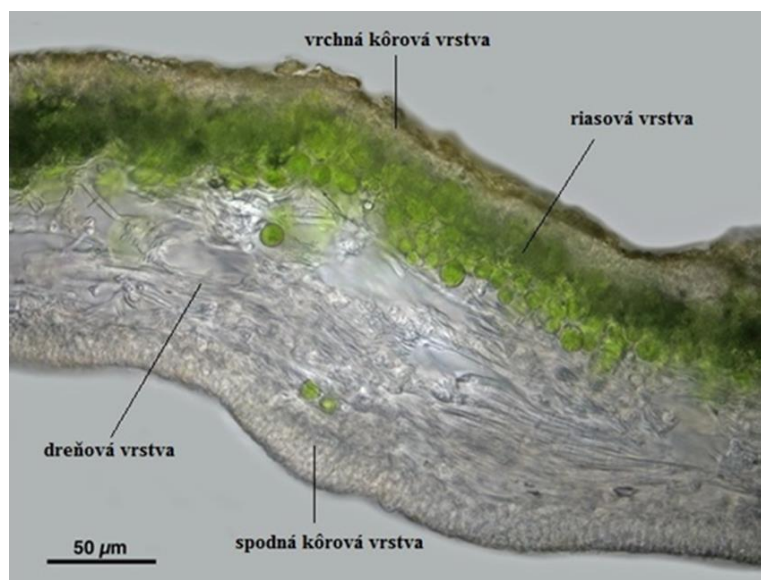
Anatomická stavba stielky lišajníka

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

Morfológia

Vo všeobecnosti lišajníky môžeme rozdeliť na dve skupiny, a to **makrolišajníky**, ktoré sú pozorovateľné voľným okom a **mikrolišajníky**, ktoré pozorujeme pod lupou. Pri makrolišajníkoch sa stretávame najčastejšie

s lupeňovitým a kríčkovitým typom stielky. Mikrolišajníky majú prevažne kôrovitú stielku. Sú prichytené k pôde, skale, alebo kôre stromov hýfami mykobionta, tak pevne, že sú len ťažko oddeliteľné od substrátu. Lišajníky s lupeňovitým typom stielky sú buď v kontakte s podkladom celým spodným povrchom, alebo môžu byť prichytené len v niekoľkých bodoch, pričom ich laloky sa ohýbajú smerom hore. Na spodnej strane majú lokalizované úchytné vlákna-riziny. Pri tomto type stielky sa môžeme stretnúť aj s takými lišajníkmi, ktoré sú špecifické tým, že prirastajú k podkladu len v jedinom bode, napr. (*Umbilicaria*). Lišajníky, ktoré vystupujú k povrchu a prirastajú k podkladu len malou časťou označujeme za kríčkovité. Patria sem aj lišajníky, ktoré od podkladu istým spôsobom odstávajú (*Usnea*, *Bryoria*).



Lišajníky a biomonitoring

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

Lišajníky majú veľký biologický význam pri formovaní životného prostredia a podieľajú sa na udržiavaní rovnováhy našej planéty. Uplatňujú sa v pôdotvorných procesoch, prispievajú k biodiverzite mikro a makroorganizmov, sú súčasťou potravinových reťazcov. Sú prírodnými senzormi zmien životného prostredia. Jednotlivé druhy sa vyznačujú vysokou

citlivosťou voči znečisteniu životného prostredia. Sú schopné absorbovať a udržať znečisťujúce chemické látky vo vnútri stielky, preto sa využívajú k biomonitoringu polutantov v ovzduší. Avšak len niektoré látky negatívne pôsobia na lišajníky a môžu byť teda týmto spôsobom monitorované. Patria sem hlavne polutanty vznikajúce pri priemyselnom spaľovaní, automobilovej doprave. Medzi škodlivé plynné látky patrí oxid siričitý, fluorovodík, ozón a oxidy dusíka. Medzi kovy, ktoré možno monitorovať pomocou lišajníkov, patria napríklad olovo, meď, zinok, kobalt.

Lišajníky možno použiť ako bioindikátory dvoma rôznymi spôsobmi:

Metóda (a) **mapovaním všetkých druhov** prítomných v konkrétnej oblasti a individuálnym odberom vzoriek druhov lišajníkov a meraním znečisťujúcich látok, ktoré sa hromadia v stielke lišajníka.

Metóda (b) **prenesením lišajníkov z nekontaminovanej oblasti do kontaminovanej oblasti** a následné meranie morfológických zmien v stielke lišajníka, hodnotenie fyziologických parametrov alebo hodnotenie bioakumulácie znečisťujúcich látok. Rôzne druhy lišajníkov reagujú na rôzne znečisťujúce látky rôznymi spôsobmi a rôzni autori uvádzajú zoznamy, ktoré ich klasifikujú podľa citlivosti. Najmä citlivosť na SO₂ (oxid siričitý) a oxidy dusíka je základným faktorom pre väčšinu klasifikácií. V mestskom prostredí alebo v kultivovaných oblastiach je možné nájsť druhy tolerantné voči toxínom, ktoré patria – z fyto-sociologického hľadiska – do kategórie odolných druhov lišajníkov napr. *Xanthoria parietina*. Druhy tolerantnejšie voči toxínom zahŕňajú *Pheophyscia orbicularis* a *Candelaria concolor*.

5.8 Určovanie kvality vody – mikrobiologická analýza

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 dôležitými a rozhodujúcimi krokmi predchádzajúcimi samotnej mikrobiologickej analýze sú 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 vody na mikrobiologickú analýzu“

Téma	Ciele aktivity
Odber vzorky vody na mikrobiologickú analýzu	Odobráť a uskladniť vzorky vody tak, aby sa čo najviac znížila možnosť ich kontaminácie, vo vhodných podmienkach ich dopraviť do laboratória.
Výskumné otázky	Vstupné vedomosti žiaka
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ako môže dôjsť ku mikrobiálnej kontaminácii odoberanej vzorky? 2. Ako sa môžeme čo najlepšie kontaminácii vyhnúť? 	<p>Pozná význam pojmov:</p> <p>mikroorganizmus, baktéria, prvok, kontaminácia, dezinfekcia, sterilizácia</p>
Materiálne pomôcky	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nástroje na odoberanie vzoriek vody – jednorazové sterilné pipety alebo vysterilizované sklenené pipety, balónik, prípadne jednorazové sterilné Pasteurove pipety. 2. Uzatvoriteľné sterilné nádoby na odber vody – napr. jednorazové plastové skúmavky alebo vysterilizované malé sklenené zaváracie poháre. 3. Primerane veľká nádoba na transport vzoriek umožňujúca ich chladenie – široká termoska s ľadom, chladiaca taška, prenosná chladnička s chladiacimi vložkami a pod. 4. Fixa a lepiace štítky na označenie vzoriek. 5. Ochranné rukavice. 6. Dezinfekčný sprej alebo gél a papierové utierky. 7. Hrniec, čajové vrecúško, cukor – na žiacky pokus v triede. 	

1. PRÍPRAVA NA ODBER VODY V TERÉNE

Zapojenie

Zámer: Motivovať žiakov uvedením otázok, na ktoré žiaci hľadajú odpoveď:

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

Cieľom je v diskusii dospieť k pochopeniu skutočnosti, že mikroorganizmy sú **všadeprítomné** a riziko mikrobiálnej **kontaminácie** odoberaných vzoriek je závislé od podmienok odberu.

Skúmanie

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

Povedzte žiakom, že ich čaká odber vzoriek vody, v ktorých budú skúmať obsah mikroorganizmov. Zrealizujte so žiakmi **prípravný experiment**.

Pripravte mierne osladený čaj (prevarte ho aj po osladení). Poskytnite žiakom rôzne nástroje na odber vzorky (napr. sterilné Pasteurove pipety, sterilné striekačky, nesterilné pipety alebo hadičky s balónikom, naberačky – jednu nijako zvlášť neošetrenú a druhú oštetrenú varom vo vode)... Žiaci môžu tiež navrhnúť iné vhodné nástroje. Následne poskytnite rôzne nádoby na uskladnenie vzorky – ideálne v multiplikátoch podľa počtu nástrojov na odber (sterilné skúmavky, nesterilné nádoby s vrchnákom, zaváraninové poháre – neošetrené a oštetrené sterilizáciou suchým teplom, napr. pri 150°C počas 20 minút v rúre). Vyzvite žiakov, aby pomocou jednotlivých nástrojov (nech začnú sterilnými) odobrali a preniesli uvarený čaj do rôznych nádobiek, uzavreli ich a uskladnili na teplé miesto (žiaci na každú nádobku označia, akým nástrojom do nej čaj preniesli).

Po 1 týždni žiaci vyhodnotia, či došlo v jednotlivých nádobkách k vzniku zákalu, čo je dôsledok pomnoženia mikroorganizmov.

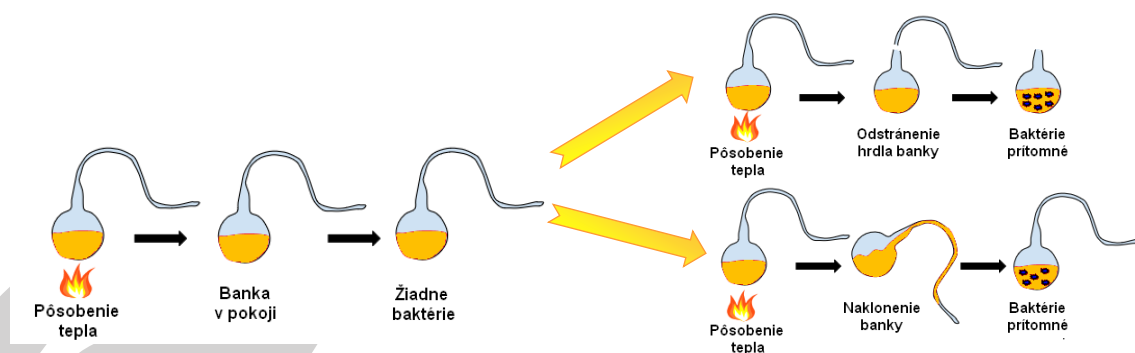
Zámer: Formulovať odpoveď na výskumnú otázku **Čo môžeme urobiť, aby sa do našich odoberaných vzoriek nedostali iné mikroorganizmy?**

Diskutujte so žiakmi o výsledku ich experimentu. Svoje závery nech zdôvodnia argumentáciou.

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

Na záver vyzvite žiakov, aby sami navrhli, ktoré z nástrojov a nádobiek na odber a uskladnenie vzoriek budú vhodné na prácu v teréne.

Cieľom je porozumieť podstate **dezinfekcie a sterilizácie** ako prostriedkom na zabránenie mikrobiálnej **kontaminácii** a nacvičiť si techniku odberu a manipuláciu s odbornými nástrojmi. Školský experiment s čajom popísaný vyššie (Metodický postup č. 1 – Príprava na prácu v teréne) by sme mohli pokladať za zjednodušenú verziu veľmi známeho a dôležitého experimentu francúzskeho chemika a mikrobiológa **Louisa Pasteura** z 2. polovice 19. storočia, ktorým **vyvrátil** dovedy uznávanú **teóriu samoplodenia** (podľa ktorej živé organizmy mohli vznikať samovoľne z neživých látok). 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 krkami** (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 rúрку 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 rýchlo vývar zakalil. Prostredníctvom tohto svojho experimentu Pasteur svoju teóriu choroboplodných zárodkov potvrdil.



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

Uvedeným žiackym pokusom sme analogicky dokázali, že použitie nesterilných nástrojov a nádob môže spôsobiť kontamináciu odobratej vzorky.

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

1. ODBER VZORIEK VODY NA MIKROBIOLOGICKÚ ANALÝZU

Aplikácia teoretických poznatkov a experimentálnych zručností v teréne

Zámer: Odobrať a uskladniť vzorky vody tak, aby sa čo najviac znížila možnosť ich kontaminácie. Vzorky za dodržania vhodných podmienok transportovať do laboratória na mikrobiologickú analýzu.

Žiakom pripomeňte výsledky ich školského experimentu a význam dodržiavania opatrení na zabránenie kontaminácie odobieraných vzoriek (použitie ochranných rukavíc a sterilných, alebo aspoň vydezinfikovaných nástrojov a nádobiek). Rozdeľte ich do dvojíc alebo trojíc, podľa počtu a privedte ich na odberné miesta. Poskytnite im inštrukcie týkajúce sa odberu vody a pomôcky, s ktorými už pracovali v triede v rámci prvej časti aktivity a o ktorých rozhodli, že sú na odber vzoriek vhodné.

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

Vzorku odobral (meno a priezvisko):

Názov lokality:

Dátum a čas odberu
vzorky:

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

Na stanovenie kvality vody sa môžeme pozeráť z viacerých hľadísk. Nie je možné vnímať identicky stanovenie kvality vody v podmienkach školy a vo výskumných prípadne certifikovaných laboratóriách.

Stanovenie kvality vody v podmienkach školy uvádzame v nasledujúcej samostatnej metodike s názvom „Analýza odobratej vzorky – stanovenie počtu mikroorganizmov v odobratej vzorke vody“. Metodika predstavuje stanovenie kvality vody zjednodušenou formou s prihliadnutím na materiálne vybavenie školských zariadení primárneho a sekundárneho vzdelávania.

Stanovenie kvality vody pre vedecké účely a jednotlivé princípy a postupy využívané na pôde vysokých škôl a univerzít sú dostupné na virtuálnom laboratóriu EFFUSE.

Stanovenie kvality vody v certifikovanom laboratóriu je zložitý proces, ktorý podlieha ISO norme a je realizovateľný za prísne definovaných podmienok.

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

Ukážka metód, ktoré sa používajú na kvalitatívne aj kvantitatívne stanovenie kvality vody **pre vedecké účely**, bude dostupná vo virtuálnom laboratóriu. V nasledujúcej časti si ukážeme a vyskúšame kvantitatívnu metódu (MPN, metódu stanovenia najpravdepodobnejšieho počtu mikroorganizmov), ktorá sa používa aj v praxi pri vyhodnocovaní mikrobiologických ukazovateľov kvality pitnej vody.

Téma	Ciele aktivity
Stanovenie počtu mikroorganizmov vo vode	Pomocou metódy MPN stanoviť celkový počet živých kultivovateľných mikroorganizmov vo vzorkách vody.
Výskumné otázky	Vstupné vedomosti žiaka
<p>1. Koľko živých mikroorganizmov sa nachádza v 1 ml vzorky vody?</p> <p>2. Ako môže teplota miestnosti pri pokuse ovplyvniť výsledky?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • vie vymenovať životné prejavy organizmov, • pozná faktory prostredia, ktoré ovplyvňujú život organizmov, • dokáže pracovať tak, aby nekontaminoval skúmané vzorky ani kultivačné médiá.
Materiálne pomôcky	
<ol style="list-style-type: none"> 1. nástroje na odoberanie vzoriek vody – jednorazové sterilné pipety alebo vysterilizované sklenené pipety, balónik, prípadne jednorazové sterilné Pasteurove pipety, striekačky 2. sterilné uzatvoriteľné skúmavky (jednorazové plastové alebo sklenené vysterilizované v tlakovom hrnci alebo suchým teplom v rúre pri 150 °C počas 20 minút, 3. kocka hovädzieho bujónu, 2 čajové lyžičky cukru, 250 ml vody, 4. hrniec s pokrievkou, 5. varič, 6. fixa a lepiace štítky na označenie vzoriek, 7. ochranné rukavice 	

1. PRÍPRAVA NA PRÁCU V TERÉNE

Zapojenie

Zámer: Motivovať žiakov uvedením otázok, na ktoré žiaci hľadajú odpoveď:

- 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?

Cieľom je v diskusii dospieť k pochopeniu skutočnosti, že mikroorganizmy nevzniknú samé od seba, ale pomnožením už existujúcich mikroorganizmov a že vznik zákalu čaju („médiu“) je dôsledkom prítomnosti mikroorganizmov v prenesej vzorke.

Skúmanie (nepovinné)

Zámer: Overiť, či prenesenie zakaleného/nezakaleného čaju do čerstvého čistého čaju spôsobí jeho zakalenie.

Poskytnite žiakom sterilné nádoby s čerstvým, prevareným osladeným čajom. Vyzvite žiakov, aby pomocou sterilného nástroja (pipeta, Pasteurova pipeta, prípadne nerezová lyžička vyvarená vo vode) preniesli do jednotlivých nádobiek malé množstvo nezakaleného a zakaleného čaju z predošlého experimentu, uzavreli ich a uskladnili na teplé miesto (žiaci na každú nádobku označia, aký čaj do nej preniesli). Jednu nádobku s čerstvým čajom použijete ako kontrolu (nepriďavajte do nej nič).

Po 1 týždni žiaci vyhodnotia, či došlo v jednotlivých nádobkách k vzniku zákalu, čo je dôsledok pomnoženia mikroorganizmov.

Vysvetlenie

Zámer: Formulovať odpoveď na výskumnú otázku Ako sa do zakaleného čaju dostali mikroorganizmy?

Diskutujte so žiakmi o výsledku ich experimentu. Svoje závery nech zdôvodnia argumentáciou. V ktorých nádobkách sa čaj zakalil? Mohol by sa zakaliť aj čerstvý prevarený čaj v uzavretej nádobke? Zdôvodni.

Cieľom je porozumieť súvislosti medzi vznikom zákalu a prítomnosti životaschopných mikroorganizmov v čaji (médiu).

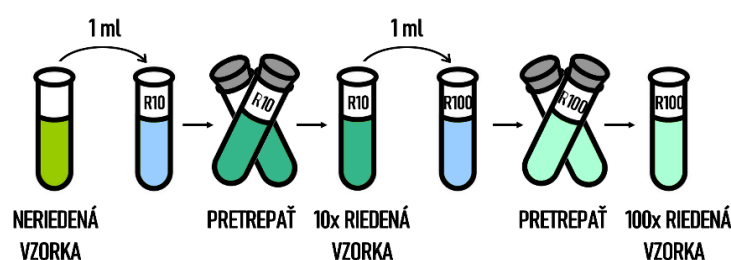
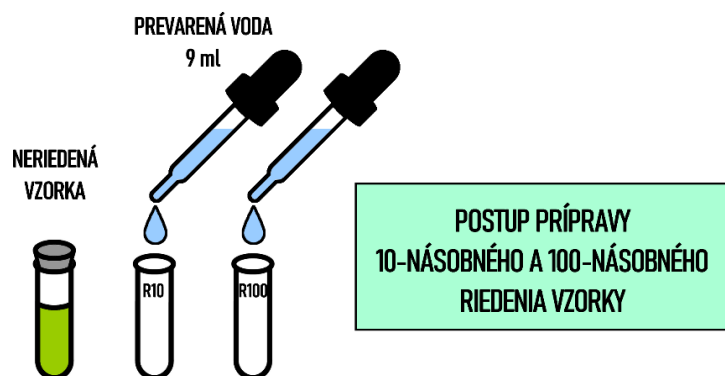
1. STANOVENIE POČTU MIKROORGANIZMOV VO VODE METÓDOU MPN

Aplikácia nadobudnutých poznatkov v školskom pokuse

Zámer: Stanoviť počet mikroorganizmov v odobratých vzorkách vody pomocou zjednodušenej metódy MPN.

Pripravte tekuté kultivačné médium uvarením kocky hovädzieho bujónu a 2 čajových lyžičiek cukru v 250 ml vody (varíte 20 minút v zakrytom hrnci). Zároveň v inej uzatvárateľnej nádobe (alebo rýchlovarnej kanvici) prevarte pitnú vodu. Médium aj vodu nechajte prikryté vychladnúť na izbovú teplotu. Poskytnite žiakom sterilné nástroje umožňujúce prenesenie vzorky o objeme 1 ml (napr. sterilné Pasteurove pipety, sterilné striekačky) a sterilné uzatvoriteľné skúmavky. Rozdeľte žiakov do skupín podľa množstva vzoriek vody, ktoré budete skúmať. Pre každú skúmanú vzorku si žiaci vezmú 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 poriadne pretrepte.“



Príprava

„Deväť

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

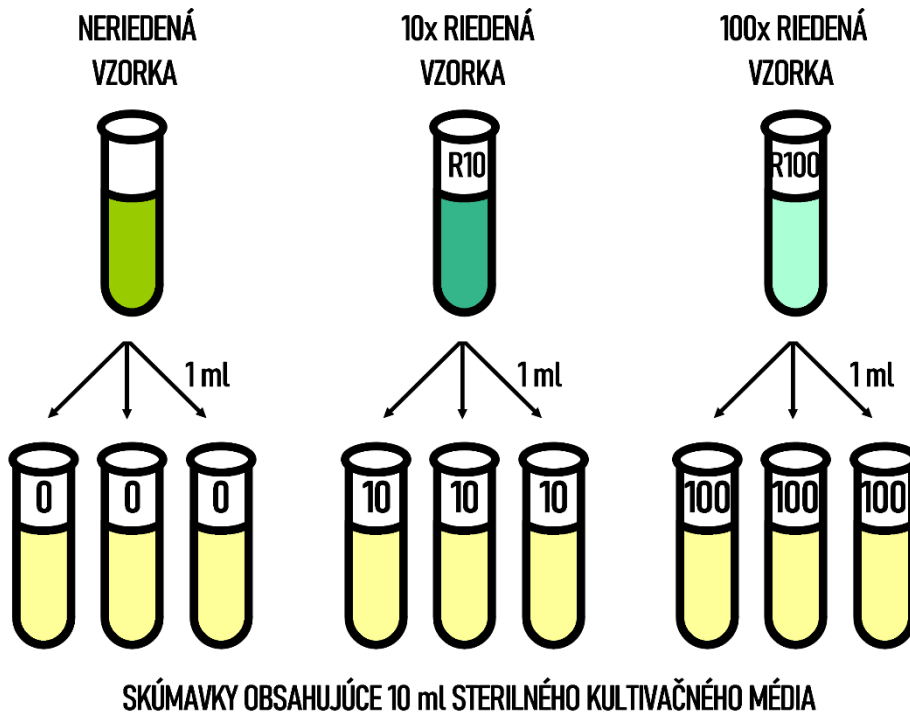
testu:

skúmaviek

- 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



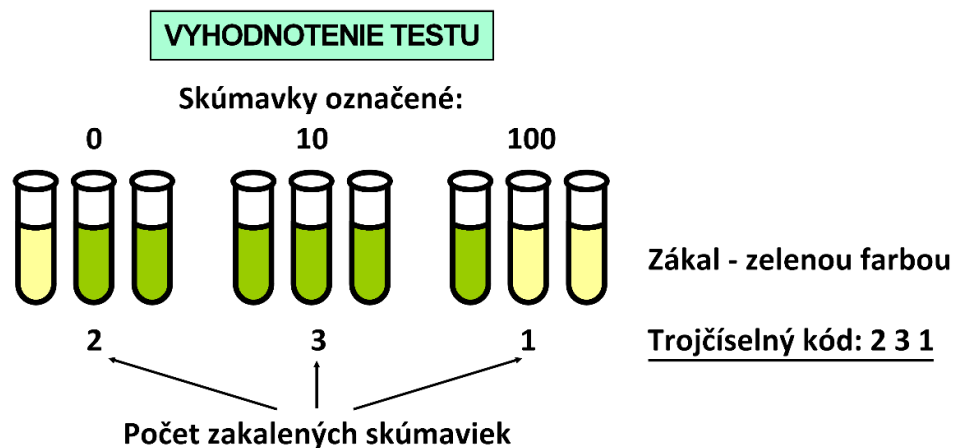
Vyhodnotenie

Zámer: Reflexia z prípravného testu, sumarizácia výsledkov a uvažovanie o riešeníach.

3. VYHODNOTENIE POČTU MIKROORGANIZMOV VO VODE METÓDOU

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

Príklad:



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

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

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

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Stanovenie počtu mikroorganizmov vo vode je bežnou praxou v akreditovaných laboratóriách vyhodnocujúcich kvalitu pitnej vody. Využívajú na to viaceré metódy (napr. membránovú filtráciu, kultivačné metódy, ale aj automatizované systémy založené na tzv. „metóde stanovenia najpravdepodobnejšieho počtu mikroorganizmov“ - MPN, z angl. Most Probable Number). Aj keď našim zámerom nie je sledovať kvalitu pitnej vody, ale spracovať a vyhodnotiť environmentálne vzorky z vodných tokov, metóda MPN v jej pôvodnej skúmkavovej verzii je pomerne jednoduchá a realizovateľná aj v školskom laboratóriu.

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

Pri realizácii metódy MPN sa používajú 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 môže byť ale vhodným nástrojom pre porovnanie počtu mikroorganizmov vo viacerých vzorkách z rôznych prostredí, alebo odobratých v rôznom čase z toho istého prostredia.

6. Závěrečné slovo

Táto príručka poskytuje súbor aktivít outdoorovej výučby v oblasti skúmania vodných tokov. Súčasťou príručky je prepojenie na počítačom podporované vzdelávanie prostredníctvom [virtuálneho laboratória EFFUSE](#). Na tejto platforme nájdete sekciu pre žiakov, pre vás učiteľov, pre vysokoškolských študentov a expertov. Jednotlivé sekcie sú navzájom prepojené a ponúkajú rôznorodý vzdelávací obsah od samotných edukačných materiálov, cez vzdelávacie videá, karty či určovacie kľúče. Súčasťou virtuálneho laboratória je [diskusné fórum](#), ktoré môžete využívať vo svojej výučbe na aktívne zapojenie žiakov vo fáze motivácie, v priebehu riešenia úloh alebo ako priestor na realizáciu spätnej väzby. Prostredníctvom diskusného fóra môžete zasielať otázky nám odborníkom z praxe, a my sa budeme snažiť náhodovať odpovede a riešenia úloh, s ktorými ste mali počas práce v teréne so žiakmi ťažkosti. Poradíme vám v oblasti praktickej výučby v teréne a ak nájdete druhy organizmov, ktoré neviete identifikovať, vložte do príspevku v diskusnom fóre kvalitné fotografie, prípadne krátke video a popis lokality na ktorej ste realizovali pozorovania. Radi vám s identifikáciou pomôžeme a nasmerujeme vás v realizácii vašich outdoorových aktivít. Ak sa pre outdoorovú prácu so žiakmi nadchnete a získate zaujímavé dáta z okolia vodných tokov vo vašom okolí, ktoré budú dokumnetovať vaše vedecké vzdelávanie, môžete nám zaslať podklady do virtuálneho laboratória a byť tak inšpiráciou pre ďalších. Svoje nápady nám posielajte na effuse@upjs.sk a sledujte naše [sociálne siete](#).

tím riešiteľov projektu EFFUSE



PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS

This publication was produced with the financial support of the European Union. Its contents are the sole responsibility of Pavol Jozef Šafárik University in Košice and do not necessarily reflect the views of the European Union.