



PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS

Environment for the future
by science education

EFFUSE príručka pre učiteľov

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

EU Contribution:
364 099,41 €



UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH

Prírodovedecká fakulta



EFFUSE – príručka pre učiteľov

Kolektív autorov

Košice 2025

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

EFFUSE – príručka pre učiteľov

Didaktická príručka

Autori:

RNDr. Ivana Slepáková, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Lenka Maliničová, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Mariana Kolesárová, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Natália Pipová, PhD.

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

RNDr. Monika Balogová, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

doc. RNDr. Andrej Mock, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Peter Ľuptáčík, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

prof. RNDr. Martin Bačkor, DrSc.

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

doc. RNDr. Michal Goga, PhD.

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

RNDr. Dajana Kecsey PhD.

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

RNDr. Andrea Lešková, PhD.

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

RNDr. Anna Mišianiková, PhD.

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

doc. RNDr. Vladyslav Mirutenko. PhD

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

doc. RNDr. Yaroslava Hasynets, PhD.

Katedra botaniky, Fakulta biológie, Uzhhorod National University

prof. RNDr. Maryna Kryvtsova, PhD.

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

doc. RNDr. Roman Kish, PhD.

Katedra botaniky, Fakulta biológie, Uzhhorod National University

Mgr. Helena Bačová

Gymnázium Ludovíta štúra, Michalovce

RNDr. Andrea Ivanová

Gymnázium Pavla Horova, Michalovce

Mgr. Svetlana Murínová

Základná škola Mierová 1, Strážske

Ilustrátor:

Mgr. Alexandra Škovránová

Editor:

RNDr. Beáta Valkay, PhD.

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



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

Umiestnenie: www.unibook.upjs.sk

Dostupné od: 21.10.2025

DOI: <https://doi.org/10.33542/EFF-0447-7>

ISBN 978-80-574-0447-7 (e-publikácia)

OBSAH

1. Predslov.....	5
2 Vodstvo regiónu Zemplín a Zakarpatsko	6
2.1 Vodné toky v regióne Zemplín	6
2.2 Životné prostredie ako jedinečný priestor pre organizmy	9
3. Čo predchádza práci v teréne?	11
3.1 Skúsenostné učenie mimo areálu školy	11
3.2 Bezpečný pobyt so žiakmi v teréne.....	11
3.3 Príprava výučby a plánovanie pobytu žiakov v teréne.....	12
3.4 Práca so živými organizmami v škole.....	14
4. Základné pojmy a terminológia	15
4.1 Tolerančné limity organizmov.....	17
5. Metodický postup realizácie aktivít so žiakmi	18
5.1 Čo viem o lokalite, ktorú budeme skúmať?	19
5.2 Určovanie kvality vody.....	21
2. Zisťovanie kvality vody v teréne	26
5.3 Našli sme obojživelníky. Čo o nich vieme zistiť?.....	31
5.4 Našli sme ryby a ďalšie stavovce. O aké druhy ide?	42
5.5 Našli sme nejaké bezstavovce. Čo to môže byť?	49
Mriežka s rozmerom 1x1 cm.....	55
5.6 Rastú na lokalite sinice a riasy?.....	67
5.7 Našli sme lišajníky. Čo nám hovorí ich prítomnosť o životnom prostredí? ...	78
5.8 Určovanie kvality vody – mikrobiologická analýza.....	87
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 výučby 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 ($Q_{\text{max}} = 15,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ v Michalovciach, $Q_{\text{max}} = 457 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{\text{min}} = 0,49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Laborecká vrchovina je rozsiahle pohorie budované treťohornými horninami vonkajšieho flyšu, prevažne ílovcami a pieskovecami. 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 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 Krivoštiny, 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 Voľu, 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 biomonitring. 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 akumulačnú 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 Krivoštianka). Územie pri rieke Laborec tvoria recentné afosílné 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 ústi 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, zlepenice, evapority, riasové vápence (jakubovské, špačinské, vranovské a zbudzské 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, v okolí majera Pláne a príľahlom 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 vlastné 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 miestach, 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.** Nechoďte 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, nezabudnite 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 rodičov zúčastnených žiakov, vhodné je aj 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 majú vziať a naopak, čo je nežiaduce (napríklad hračky, museli by si ich nechať v škole). Uvedte, 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 svojím podpisom. V prípade úrazu zhotovte do 48 hodín zápis o tom, 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 inštrukcie.** Inštruktáž k úkonom, ako je napríklad odchytenie živočícha na pozorovanie, odber vzorky vody či 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 alebo si vyžaduje predchádzajúcu skúsenosť či tréning. Žiaci sa nemajú dostať do kontaktu s chorými alebo mŕtvymi zvieratami. Ak prenášajú materiál, musia vidieť pred seba. 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.** Zabezpečte osobné hygienické a ochranné prostriedky (sterilizačný sprej alebo gél, rukavice, rúška, okuliare, gumenú obuv a pod.).

Predvedzte a vyžadujte správne používanie ochranných prostriedkov v súlade s ich účelom.

- 5. Neopustiť pracovisko.** Nikdy nenechávajte žiakov na lokalite samotných, bez dozoru dospeljej osoby.

3.4 Práca so živými organizmami v škole

Bezstavovce, huby, rastliny a mikroorganizmy možno transportovať do školy na ďalšie pozorovanie, postupujte podľa odborného návodu. V školskom laboratóriu a odbornej učebni dodržujte bezpečnostné opatrenia podľa laboratórneho poriadku a všeobecného poučenia, ktoré 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.

Brat' 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 pripravený plán riešenia problémov pre prípad alergie alebo strachu zo živočíchov. Ani z rastlín a húb sa nesmú na manipuláciu vybrať známe alergény alebo prudko jedovaté druhy. Je však dôležité, aby ich žiaci vedeli rozpoznať a v prípade náhodného kontaktu boli poučení o účinkoch jedovatých druhov a o 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 ako **životné prostredie**. Môžeme uviesť príklad akéhokoľvek organizmu, ktorý počas života interaguje s miliónmi iných organizmov (baktérie, parazity, predátori), dýcha vzduch a reaguje na každodenné zmeny teplôt a vlhkosti. Preto je užitočné chápať pojem prostredie 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 dodáva energiu potrebnú na ich prežitie priamo. Zvieratá získavajú energiu konzumáciou rastlín alebo iných živočíchov. V konečnom dôsledku je množstvo živých organizmov, ktoré môžu existovať v prírode, určené rastlinami a množstvom energie, ktorú dokážu zachytiť. Ďalšie fyzikálne faktory zahŕňajú pojmy ako klíma (priemerné zmeny počasia za niekoľko rokov), teplota (priemerné ročné aj denné odchýlky), zrážky a typ prítomnej pôdy (piesočná alebo hlinitá, suchá alebo mokrá).

Biotické faktory ovplyvňujúce organizmus zahŕňajú všetky formy života, s ktorými interaguje. Rastliny, ktoré vykonávajú fotosyntézu, živočíchy, ktoré sa živia inými organizmami, baktérie a huby, ktoré spôsobujú rozklad – to všetko je súčasťou biotického životného 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. Naopak, bez takýchto prirodzených stresorov nie je možný žiadny vývoj druhu ani ekosystému ako celku.

V rámci evolúcie sa však niektorým organizmom podarilo prispôbiť sa meniacim podmienkam prostredia a stať sa rezistentnými. Takéto organizmy označujeme ako bioindikátory, ktoré slúžia ako ukazovatele biodiverzity (rozšírenia druhov v životnom prostredí). Bioindikátory sa používajú na objasnenie účinkov zmeny životného prostredia, ako je zmena biotopu alebo 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. Nasledujúca tabuľka uvádza príklady znečisťujúcich a zatažujúcich látok v rôznych sektoroch životného prostredia.

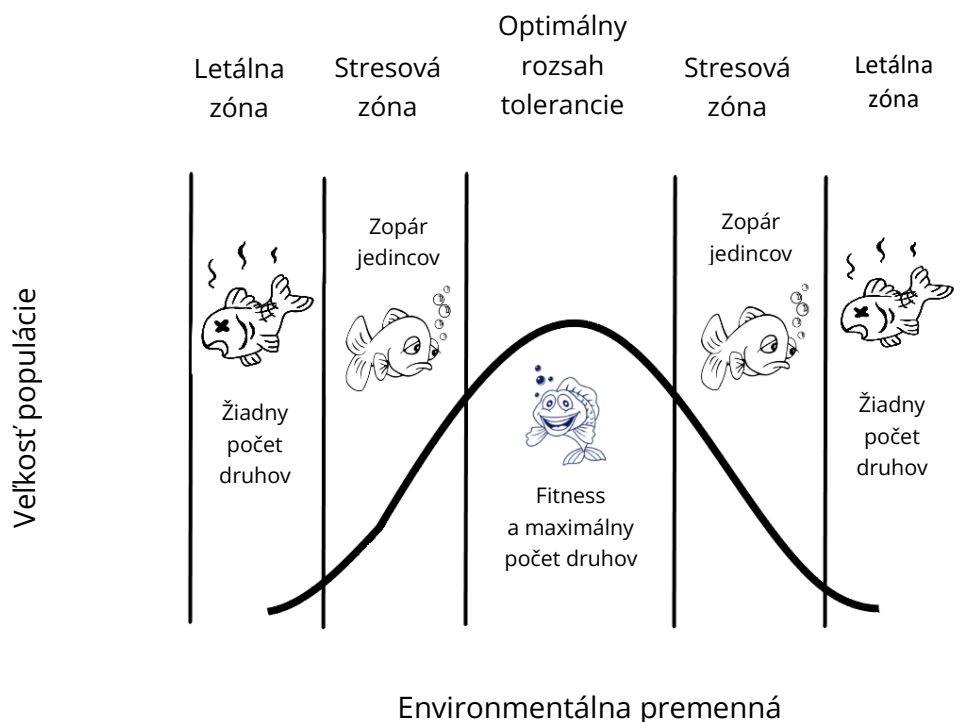
Životné prostredie	Typ znečisťujúcej látky	Príklady	Miesto pôvodu (vzniku)
Voda	Organické zlúčeniny	Výkaly, rozpúšťadlá, tuky, oleje, pesticídy	Mestá, dediny, domácnosti, poľnohospodárstvo, chemický a papierenský priemysel
	Anorganické zlúčeniny	Ťažké kovy, soli, hnojivá	Skládky odpadu, poľnohospodárstvo, 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 chlorovodíková a sírová, amoniak	Priemysel, spaľovne, motorové vozidlá (plyny z výfukov)

Ďalším problémom je posudzovanie účinkov zmesí chemikálií. Hoci môžu byť jednotlivé materiály ako samostatné zlúčeniny relatívne neškodné, po ich zmiešaní sa môžu stať vysoko toxickými a spôsobiť vážnejšie problémy než jednotlivé znečisťujúce látky. Tento jav označujeme ako **synergizmus**.

4.1 Tolerančné limity organizmov

Každý živý organizmus má limity podmienok prostredia, v ktorých dokáže prežiť. Teplota, zásobovanie živinami, chemické zloženie pôdy a vody, životný priestor a ďalšie faktory životného prostredia musia byť v primeraných úrovniach, 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 v okolí optimálnej úrovne kritického faktora pre daný druh. V blízkosti tolerančných hraníc početnosť klesá, pretože menej jedincov je schopných prežiť stres spôsobený 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 k regenerácii 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, 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. Všetky témy sa dajú uskutočniť nezávisle a nie je nutné realizovať ich všetky. Tému vyberajte podľa vedomostí a záujmu žiakov. Niektoré prípravné aktivity je možné realizovať v škole – napríklad aktivitou 6.2 sa môžu pripraviť na zber dát o vlastnostiach vody v rieke na navštevovaných lokalitách, ak ešte nepracovali s meracími senzormi. Pokiaľ ešte nepoznajú lokalitu, kam sa pôjde, je možné zorganizovať na úvod motivačnú návštevu, počas ktorej si v sprievode učiteľa miesto prezrú a zdokumentujú fotografiami. Následne si naštudujú informácie o lokalite 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 pripravené pracovné listy v pracovnom zošite pre žiakov, ktoré zároveň slúžia ako protokol, do ktorého si žiaci zaznamenávajú svoje zistenia. Získané 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 je 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 s najväčšou pravdepodobnosťou 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	
• 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:	Počasiť:
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	Dusičnany (mg/l)	Amoniak. dusík (mg/l)	Rozpustený kyslík (mg/l)	Kyslosť/ zásaditosť (pH)	Minerálne látky /tvrdosť vody (mg/l)
Predpoklad					
Nameraná hodnota					

Prítomnosť nájdených organizmov zaznamenajte do tabuľky, ktorá je súčasťou edukačných materiálov pre žiakov (strana **19**).

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 neznamená, že je pitná. Práve preto, skôr než sa budú žiaci oboznamovať s bioindikátormi v prírodných vodách, odporúčame, aby sa najprv 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 už majú žiaci skúsenosti s meraním pomocou senzorov. Meranie senzormi však nie je podmienkou realizácie aktivity. Vlastnosti vody sa dajú zisťovať aj jednoduchými klasickými metódami a pomôckami, ako sú indikátorové papieriky, obyčajný teplomer alebo pH meter, ktorý nie je prepojený s počítačom. Ak máte meracie zariadenie, ale nemáte k dispozícii všetky senzory, môžete kombinovať meranie meracím systémom a niektoré hodnoty zisťovať testovacím prúžkom. Ten poskytuje informáciu o pH, celkovej tvrdosti vody, uhličitanovej tvrdosti a indikuje prítomnosť dusitanov, dusičnanov a chlóru.

Podrobný postup s fotonávodom pre alternatívne meranie vodivosti pomocou baterky nájdete vo Virtuálnom laboratóriu na stránke effuse.science.upjs.sk v sekcii pre učiteľov.

Na realizáciu tohto alternatívneho postupu budete potrebovať:

- baterku (4,5 V),
- farebnú diódu tmavšej farby – modrú alebo zelenú (3,5 V),
- gumičku,
- priehľadné plastové nádoby so vzorkami vody,
- pero,
- papierové utierky,
- fixku.

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	
• Pripravené vzorky vody zo 6 – 7 rôznych zdrojov (napr. vodovod, studňa, mláka, potok a pod.), • tri uzatvárateľné nádoby na odber vody (najlepšie pre každého žiaka), s dostatočne širokým hrdlom, aby sa do nich 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 aj mobilný telefón s fotoaparátom).	

1. KVALITA VODY A JEJ ZISŤOVANIE V ŠKOLE

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

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

Otázka: Kde je najkvalitnejšia voda?

Ešte pred realizáciou aktivity si v škole pripravte vzorky rôznych vôd v priehľadných nádobách s objemom približne 20 – 50 ml (napr. v kadičkách), ktoré budú žiaci analyzovať vizuálne a meraním. Vzorky označte číslami a zaznačte si, ktoré číslo zodpovedá ktorej vzorke.

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
- dažďová voda
- voda z jazera, rybníka
- ionizovaná voda



Ukážte žiakom vzorky vody v priehľadných nádobách a povedzte im, že pochádzajú z rôznych zdrojov. Potom im položte 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 túto otázku vy počas diskusie

Žiaci pravdepodobne povedia, že sfarbená voda alebo voda obsahujúca časti rastlín nie je „kvalitná“, prípadne môžu uviesť, že je vhodná pre rast rastlín, ale nie na pitie a pod. Aj táto diskusia môže prirodzene viesť k ďalšej otázke:

Vo vzťahu k čomu porovnávame kvalitu vody?

Vo vzťahu k životu organizmov v nej alebo k pitnému režimu 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 hodnotili napríklad pH vody, čistotu (vizuálne alebo pod mikroskopom), priehľadnosť, sfarbenie, zápach, prípadne by uskutočnili chemickú analýzu vody a pod.

Po diskusii rozdajte žiakom pracovný list (*vedecký zápisník*), ktorý je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov, dostupného na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.2** na strane **22**). Nech zapíšu svoju odpoveď na otázku: *Čo je kvalita vody?* V tabuľke majú označiť, aké vlastnosti by priradili ku ktorej vzorke vody. Môžu si tiež poznačiť svoj predpoklad o pôvode vzoriek vody podľa vzhľadu a vône – ešte pred samotným meraním.

Predikčná tabuľka predpokladá použitie 7 typov vôd. Zdroje aj počet vzoriek si však môžete upraviť podľa potrieb a následne prispôbiť 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.	Priehľad- nos /sfarbenie	Prítomnosť organizmov	Kyslosť pH	O ₂	Vodivosť	Tvrdosť	Predpokla- daný 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 materiáli pre žiakov v kapitole 5.2. Zaujímajte sa aj o dôvody, ktoré ich k týmto hypotézam viedli.

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

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

Predvedzte žiakom meranie so senzormi alebo indikátorovými papierikmi, sprístupnite im vzorky na analýzu a nechajte ich pracovať samostatne. Ešte predtým sa rozhodnite, či bude každá skupina (alebo každý žiak) analyzovať všetky parametre všetkých vzoriek, alebo si vzorky a merania rozdelia.

Prítomnosť organizmov nech žiaci preskúmajú lupou alebo mikroskopom – postačí mikroskop s malým zväčšením. Priehľadnosť vody zhodnotia voľným okom, najlepšie na pozadí s bielym a následne čiernym papierom. Zistenia zapíšu do tabuľky meraní v pracovnom liste. Namerané hodnoty si vyžadujú aj od spolužiakov, aby mali tabuľku kompletnú. Pôvod všetkých vzoriek vody doplnia do tabuľky predikčnej karty na základe vlastného úsudku.

Diskutujte so žiakmi o ich zisteniach a záveroch týkajúcich sa pôvodu vzoriek vody. Požiadajte ich, aby svoje závery zdôvodnili 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 kvalite vody prostredníctvom praktického žiackeho bádania a aplikácie zručností nadobudnutých v škole pri práci v teréne.

Poučte žiakov o bezpečnosti práce v teréne, vhodnom oblečení a potrebných pomôckach. Kapitola o bezpečnej práci je súčasťou žiackeho materiálu. Vysvetlite im, že cieľom je získať presné údaje o vlastnostiach vody in situ, meraných pomocou senzorov alebo indikátorových papierikov. Povedzte im, prečo vedci takéto merania realizujú, a nechajte žiakov pracovať v dvojiciach alebo malých skupinách. Dôvera je dôležitá pre zážitok z práce vonku, no nestrácajte ich z dohľadu a buďte pripravení poskytnúť radu alebo pomoc. Sprístupnite žiakom pracovný list (*Môj vedecký denník, časť Práca v teréne*) a zdôraznite, že nimi namerané dáta budú slúžiť ako podklad pre výskum. Preto je dôležité, aby svoju prácu vykonali zodpovedne. Rozdeľte žiakov do dvojíc alebo trojíc podľa ich 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 vykonávať identické merania – rozhodnite sa 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 odberať vzorku. Voľným okom vyhodnoť priehľadnosť alebo sfarbenie vody. Ak je voda sfarbená, zapíš do tabuľky, akú má farbu. Prítomnosť organizmov preskúmaj lupou alebo malým prenosným mikroskopom. Ak sú dostatočne veľké, odfotografuj ich – neskôr sa ti táto fotografia môže zísť. Prítomnosť organizmov stačí v tabuľke označiť ako *áno* alebo *nie*. Pomocou senzorov odmeraj všetky parametre vzoriek vody tak, ako ste to robili v škole. Odmeraj aj teplotu vody – stačí obyčajný teplomer určený na meranie teploty vo vode. Všetky údaje zaznamenaj do tabuľky vrátane presného času a dátumu odberu. Nezabudni zapísať aj informáciu o počasí.“

Poznámka pre učiteľa: Vlastné meranie môže prebiehať buď priamo v teréne, alebo následne 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 možnostiach optimalizácie postupov.

Diskutujte so žiakmi o výsledkoch merania. Ak sa vyskytli výrazné rozdiely pri odberoch z rovnakého miesta, vyzvite žiakov, aby uvažovali, čím mohli byť spôsobené – napríklad, či niekto urobil chybu pri meraní, alebo či sa zmenili vonkajšie podmienky, ako napríklad počasie. Diskutujte tiež o tom, ako by sa dal postup v budúcnosti vylepšiť.

Ak ste odobrali vzorku vody a niektoré merania realizujete až v škole (napr. meranie dusičnanov, ktoré si vyžaduje kalibráciu pred meraním), doplňte tieto údaje do výslednej tabuľky.

Formulujte záver o stave a kvalite vodného toku na základe zistených údajov. Pýtajte sa žiakov, čo by navrhli, aby sa situácia s kvalitou vody v rieke, z ktorej bola vzorka odobratá, zlepšila.

Zhromaždite všetky údaje a spojte ich so žiakmi do jednej spoločnej tabuľky. Spoločne vypočítajte priemerné hodnoty všetkých nameraných vlastností vody. V diskusii porovnajte aj slovné závery, ktoré žiaci navrhli.

*Výslednú tabuľku a záver skopírujte do textového editora Word. Vložte tam aj jednu vami zhotovenú fotografiu lokality pre potreby projektu. Bližšie pokyny nájdete v kapitole **Záverečné slovo**.*

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Vo svojom študijnom materiáli majú žiaci k dispozícii potrebné informácie o vlastnostiach vody, ako aj orientačné hodnoty tvrdosti vody a ďalších 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, ovplyvňuje denný a nočný rytmus, dozrievanie pohlavných buniek, rýchlosť plávania, rastu a ďalšie životné procesy. Oceány v tropickom pásme sú osvetlené do hĺbky približne 100 m, smerom k pólom len do 50 m. V sladkých vodách preniká svetlo do hĺbky 1 – 30 m. Na jednej strane je svetlo pre organizmy nevyhnutné, 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, drobné živočíchy a riasy sa pozorujú v odstreďenej vzorke, aby sa sústredili na dne skúmavky. Voda nad nimi sa musí opatrne zliať.

Kyslosť (pH) závisí od koncentrácie vodíkových iónov. Škála pH siaha od hodnoty 0 (kyslé) po hodnotu 14 (zásadité). Pri pH 7 sa koncentrácie iónov H^+ a OH^- vo vode 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), keďže obsahujú vyššiu koncentráciu iónov OH^- než H^+ .

Kyslík rozpustený vo vode je významným ukazovateľom kvality vody. Do vody sa dostáva kontaktom so vzduchom a vďaka fotosyntéze vodných a močiarnych rastlín. V rybníkoch a jazerách sa jeho množstvo počas dňa mení – skoro ráno ho býva najmenej, popoludní najviac. V bežnej pitnej vode sa jeho hodnoty pohybujú do 10 mg/l. Hodnoty pod 6 mg/l v prírodných vodách už nie sú bezpečné pre organizmy, ktoré dýchajú kyslík z vody. Optimálne hodnoty sa pohybujú medzi 8 – 12 mg/l.

Vodivosť vyjadruje celkové množstvo rozpustených minerálov vo vode. Dažďová voda má vodivosť nízku, zatiaľ čo odpadová, minerálna alebo voda na dolných tokoch riek ju má vyššiu.

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

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

Stupnica tvrdosti vody

Označenie	Stupeň tvrdosti [mmol/l]	Stupeň tvrdosti [°dH]
veľmi mäkká	< 0,5	< 2,8
mäkká	0,7 - 1,25	3,9 - 7
stredne tvrdá	1,26 - 2,5	7,01 - 14
tvrdá	2,51 - 3,75	14,01 - 21
veľmi tvrdá	> 3,76	> 21,01

[°dH] = stupeň nemecký

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

Chemické znečistenie predstavujú látky rozpustené vo vode, ktoré by tam nemali byť vôbec, alebo sa v niektorých druhoch vôd môžu vyskytovať len v malých množstvách. Do vody sa dostávajú splaškami, odpadom, najčastejšie ako dôsledok nevhodnej ľudskej činnosti.

Odporúčané parametre vody v záhradnom jazierku

Parameter	Značka	Ideálna hodnota
Chlór	Cl ₂	0
Kyslosť	pH	7 – 8
Tvrdosť	KH	6 – 14°dH
Celková tvrdosť	GH	7 – 14 °dH
Dusitany	NO ₂	menej ako 1 mg/l
Dusičnany	NO ₃	25 – 100 mg/l

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

5.3 Našli sme obojživelníky. Čo o nich vieme zistiť?

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

Chemické a fyzikálne faktory spolu s vegetáciou, zložením substrátu, stavebnými prvkami prostredia, hĺbkou vody, rýchlosťou vodných tokov a prítomnosťou iných stavovcov a bezstavovcov tvoria základné prvky hodnotenia habitatov, v ktorých obojživelníky žijú. Vďaka týmto podmienkam 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 potrebné žiakov pred prácou v teréne zaťažovať jeho podrobným štúdiom, aby nestratili motiváciu. Počas samotnej práce však v liste ľahko nájdete odborné informácie, ktoré budú potrebovať. Po úvodnej motivácii, keď v žiakoch silnie očakávanie, že v prírodevidia niektoré naše druhy obojživelníkov, pracujte s ich predpokladmi a očakávaniami, ktoré môžu byť dobrým základom pre pozorovanie a diskusiu.

Je dôležité, aby si žiaci svoje predpoklady a očakávania poznačili, aby ich neskôr mohli konfrontovať so skutočnosťou. Tento spôsob práce vytvára vhodné podmienky na diskusiu a analýzu poznatkov, pri ktorej žiaci hľadajú príčiny a formulujú argumenty, prečo sa ich očakávania naplnili alebo nenaplnili. Popri tom sa mimovoľne učia rozoznávať obojživelníky podľa morfológických znakov, ktoré dávajú do súvislosti s ich spôsobom života. Pri práci používajú kľúč na určovanie obojživelníkov, ktorý získavajú v digitálnej forme prostredníctvom QR kódov.

Všetky nájsené obojživelníky žiaci zaznamenávajú, určujú a v prípade potreby aj zmerávajú ich parametre. Tieto údaje môžu záujemcovia pri výskyte väčšieho počtu žubrienok štatisticky spracovať a využiť napríklad pri tvorbe súťažného projektu. Nie je nevyhnutné, aby žiaci vypracovali všetky úlohy.

Pomalší a dôkladnejší postup je niekedy užitočnejší, pretože nadobudnuté poznatky a zručnosti sú trvácnejšie. Ak žiakov práca zaujme a prejaví záujem 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 najmä tí žiaci, ktorí majú vzťah k digitálnym technológiám.

Analýza a jej výsledky môžu byť predmetom otvoreného bádania a slúžiť ako inšpirácia pre vlastný otvorený projekt s možnosťou prihlásiť sa do rôznych biologických či ekologických súťaží.

Téma	Ciele aktivity
Obojživelníky	Poznať naše obojživelníky podľa morfológických znakov. Uvedomiť si, že všetky obojživelníky sú u nás chránené. Merať časti tela živočíchov a zaznamenať údaje. Dať do súvislosti morfológické znaky obojživelníka s jeho prostredím a životným cyklom.
Výskumná otázka	Vstupné vedomosti žiaka
1. Aká je druhová skladba obojživelníkov na skúmaných lokalitách?	Pozná význam pojmov: Bioindikátor, hybrid, permeabilná koža, kožné dýchanie, poikilothermné organizmy, metamorfóza
Materiálne pomôcky	
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).	

ZOZNAMUJEME SA S OBOJŽIVELNÍKMI V PROSTREDÍ

Diskutujte so žiakmi krátko k otázke: „Čo si predstavujete pod pojmom obojživelný?“ Svoju predstavu nech si zapíšu do pracovného listu (vedecký zápisník), ktorý je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov, dostupného na stránke effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.3** na strane **30**).

Na Slovensku nežije veľa druhov obojživelníkov. Nech si žiaci pozrú vyobrazenie všetkých našich zástupcov, v tejto chvíli si ich ešte nemusia pamätať. Pomocou **determinačného kľúča** sa zoznámte s druhmi obojživelníkov, ktoré u nás žijú. Determinačný kľúč je dostupný na stránke 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. Svoj predpoklad nech zapíšu do pracovného listu:

Nie je skokan ako skokan

Na území Slovenska žije päť druhov skokanov a jeden hybrid. Žiaci ich majú na základe vlastnej úvahy zatriediť do dvoch skupín – vodné a suchozemské. Podľa obrázkov alebo vlastných pozorovaní majú slovne popísať rozdiely medzi nimi. Majú si všímať znaky, ktoré skokanom umožňujú pohyb vo vodnom prostredí alebo na súši, a tieto znaky zapísať do pracovného listu.



4

Druh	Typ prostredia	Morfologické znaky

„Som maskovaný, ale viem aj vystrašiť“

Obojživelníky dokážu na jednej strane splynúť s prostredím, hovoríme tomu mimikry, a na druhej strane 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 prehodnotte svoje predpoklady na základe definícií pojmov *mimikry* a *aposomatizmus* a formulujte záver o tom, ktoré žaby využívajú mimikry alebo iné maskovacie stratégie.

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

Aposomatizmus je výstražné sfarbenie živočícha, ktoré slúži na varovanie predátora.

Diskutujte so žiakmi aj o vajíčkach obojživelníkov. Vizuálnym pozorovaním je možné zaradiť ich k jednotlivým rodom (ropuchy, skokany, hrabavka, mloky). Pýtajte sa žiakov, či majú vajíčka vápenatú škrupinku na povrchu, alebo ako povrch vajícok ovplyvňuje ich schopnosť prežiť v prostredí.



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 slúži na**



2. ZISŤOVANIE PRÍTOMNOSTI OBOJŽIVELNÍKOV NA LOKALITE

Keďže všetky obojživelníky na území Slovenska sú zákonom chránené, na ich odchyt je potrebné povolenie od Ministerstva životného prostredia SR. Množstvo informácií o nich však možno získať aj bez priameho kontaktu. Žiaci postupne riešia nasledujúce úlohy a svoje zistenia a odpovede **zapisujú do pracovného listu**.

Úlohy nevyžadujúce povolenie

Našli ste obojživelníky?

Zakrúžkujte štádiá, v ktorých sa vyskytujú:

A. vajíčka

B. larválne štádiá

C. premenené jedince

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 budú zaznamenávať do tabuľky, ktorá je súčasťou pracovného listu (*vedecký zápisník*) v edukačnom materiáli pre žiakov, dostupnom na stránke effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.3** na strane **34**).

Úlohy vyžadujúce povolenie

Ak povolenie nemáte, so živočíchmi nemanipulujte, iba ich pozorujte. Žiakom vopred vysvetlite, prečo sa ich nesmú dotýkať rukami ani pomôckami. Ak povolenie máte, je možné živočíchy dočasne odchytiť na účely pozorovania.

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 platným povolením. Úlohou žiakov je pozorne sledovať prácu odborníka, určiť druhy pomocou determinačného kľúča a zaznamenať do tabuľky príslušné kvalitatívne parametre (napr. farbu, škvrnitosť a pod.). Zároveň majú zaznamenať aj vybrané telesné rozmery, ktoré pomocou posuvného meradla odčíta odborník. Tabuľka je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov, dostupného na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.3** na strane **34**).

Odchyt a manipulácia so žubrienkami

Žubrienky sú ešte krehkejšie ako už aj tak veľmi krehké žabky, preto s nimi treba manipulovať mimoriadne opatrne. Na každej lokalite, kde sa žubrienky nachádzajú, je dôležité odmerať teplotu vody. Pozorujte so žiakmi odchytené žubrienky pomocou lupy v Petriho miske alebo v malej priehľadnej nádobe. Nezabudnite žubrienku odfotografovať. Skúste spoločne nájsť dýchací otvor a určiť, na ktorej strane tela sa nachádza.

3. VYHODNOTENIE TERÉNNÝCH POZOROVANÍ V ŠKOLE

Porovnajte spolu so žiakmi výskyt obojživelníkov na navštívených lokalitách.

Položte im nasledovné otázky:

- Aké druhy a v akom počte ste pozorovali na jednotlivých lokalitách?
- Aké faktory mohli ovplyvniť ich výskyt a aktivitu?

Zistenia nech žiaci prehľadne zaznamenajú do tabuľky v pracovnom liste.

Lokalita	Druh	Počet	Vybrané parametre kvality vody
1			
2			
3			

Určenie druhu analýzou fotografie

1. Analyzujte fotografie, ktoré ste zhotovili počas terénneho výskumu. Porovnajte vývinové štádiá žubrienok a identifikujte prípadné deformity – v rámci jednej lokality aj medzi rôznymi lokalitami. Pred analýzou si preštudujte príslušné informácie v študijnom texte.
2. Odmerajte dĺžku žubrienok na fotografiách pomocou programu **ImageJ**. Pri porovnávaní lokalít sa zamerajte na možný vzťah medzi veľkosťou žubrienok a teplotou vody, v ktorej sa nachádzali. Podrobné inštrukcie k práci so softvérom ImageJ nájdete v časti *Prílohy* vo *Virtuálnom laboratóriu EFFUSE*, sekcia pre učiteľov: effuse.science.upjs.sk/krok-za-krokom
3. Z nameraných telesných rozmerov žubrienok alebo žiab vypočítajte indexy potrebné na určenie druhu. Postupujte podľa metodických pokynov uvedených v študijných materiáloch.
4. Zo zaznamenatej skladby živočíchov na lokalite identifikujte druhy, ktoré by mohli byť korisťou alebo predátormi žubrienok a metamorfovaných žiab.

Od žiakov požadujte, aby formulovali vlastný slovný záver vychádzajúci z ich 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 Záverečné 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 **39**), sú k tejto aktivite na konci pracovného listu 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 tam nájdu vysvetlenie odborných termínov, ako sú 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, ktorú budú žiaci prakticky vykonávať. Budú pritom zaznamenávať nájdené anomálie svedčiacie 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 o tom, či a ako sa môžu obojživelníky adaptovať, ak kolíšu hodnoty faktorov ako sú rozpustený kyslík, teplota, pH, vodivosť, tvrdosť a salinita, celkový a rozpustený organický uhlík. Dozvedia sa aj, čo sú polutanty a rôzne kontaminanty, ako napríklad rozpustené formy kovov, a ako škodia.

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 O_2 a ide o relatívne hojný plyn, aby bol prístupný pre vodné aeróbne organizmy, musí byť rozpustený vo vode. Problémy 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 miešaná so vzduchom a koncentrácia kyslíka je zvyčajne blízko saturácie (nasýtenia). Iné druhy však obývajú pokojné teplé vody, kde koncentrácia kyslíka môže byť veľmi nízka. Živočíchy sa však časom môžu aklimatizovať na nízke koncentrácie kyslíka. Mnoho 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, tvorbu kyseliny mliečnej vo svaloch, letargiu a za určitých podmienok aj úhyn.

Teplota

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

Obojživelníky žijúce v miernom pásme a na severe dokážu prežiť aj teploty blízke 0 °C, ba dokonca aj pod 0 °C, redukovaním svojho metabolizmu a hibernáciou. Zvýšenie teploty v okolí spôsobuje zvýšenie metabolizmu. **Zvýšený metabolizmus však vyžaduje viac kyslíka**, ktorého koncentrácia so stúpajúcou teplotou vody klesá. Pri teplote okolo 0 °C sú obojživelníky veľmi pomalé. Pri vyšších teplotách, povedzme 30 až 35 °C (alebo 25 až 30 °C pre menej tolerantné živočíchy), môže termálny stres spôsobiť zníženie mobility, abnormálne vysokú činnosť srdca a eventuálne smrť.

pH

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

Pri nižšom pH sú kovy rozpustnejšie, čo môže mať taktiež toxický účinok, napríklad hliník, ktorý je jedným z najbežnejších kovov v zemskej kôre.

Vodivosť, tvrdosť a salinita

Vodivosť je schopnosť vody viesť elektrický prúd, čo je možné vďaka celkovej koncentrácii aniónov a kationov vo vode. Napríklad ultra čistá voda má vodivosť $5,5 \times 10^{-3} \mu\text{S/cm}$ (mikrosiemens na centimeter), pitná voda približne 5–50 $\mu\text{S/cm}$, morská voda okolo 5000 $\mu\text{S/cm}$. Voda vhodná pre vodné organizmy má vodivosť v rozmedzí 150–500 $\mu\text{S/cm}$.

Pre obojživelníky sú vhodnejšie stredne tvrdé až tvrdé vody ako mäkké vody, pretože vápnik a horčík môžu zmierňovať toxické účinky kovov a kyslého pH, zlepšujú osmoreguláciu a sú nevyhnutné 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*). Existuje relatívne málo údajov o žubrienkach, vo všeobecnosti však platí: čím nižšia salinita, tým lepšie. **Posypová soľ** môže taktiež spôsobovať problémy obojživelníkom, ktoré obývajú lokality v blízkosti ciest.

Celkový a rozpustený organický uhlík

Celkový organický uhlík vo vode zahŕňa všetky organické molekuly, rozpustné aj nerozpustné. Tento uhlík pochádza z rôznych zdrojov – zahŕňa napríklad to, čo padne na hladinu, ako aj rozklad vodných organizmov. Organický uhlík predstavuje živiny pre baktérie, no jeho prebytok môže zvýšiť dopyt po kyslíku. Istá úroveň organického uhlíka je však dôležitá, pretože slúži ako zdroj živín pre mikroorganizmy. Navyše sa viaže na niektoré polutanty, ako sú kovy, čím znižuje ich dostupnosť pre vodné organizmy.

Polutanty

Množstvo typov znečisťujúcich látok alebo kontaminantov, ktoré môžu ovplyvniť populácie obojživelníkov, je enormné. Patria sem napríklad hnojivá a dusíkaté zlúčeniny, pesticídy (insekticídy, herbicídy, rodenticídy), kovy (ako zinok, meď, olovo, chróm, arzén, kadmium, ortuť, selén a iné). Kovy sa buď prirodzene vyskytujú, alebo sú do prostredia vypúšťané z rôznych priemyselných procesov v koncentráciách, ktoré môžu byť pre obojživelníky toxické. Toxicita kovov je ovplyvnená hladinou pH, keďže ich rozpustnosť vzrastá so zvyšujúcou sa kyslosťou prostredia. **Rozpustené formy kovov sú biologicky dostupnejšie než nerozpustné formy.**

Ďalej sem patria 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 mnohé fyziologické zmeny a zmeny v správaní, ktoré ešte stále nie sú dostatočne preskúmané.

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 vody, 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 na to, aby si žiaci všímali znaky, ktoré sú pre jednotlivé druhy našich rýb charakteristické. Prvé tri úlohy sú zamerané práve na základné rozpoznávanie.

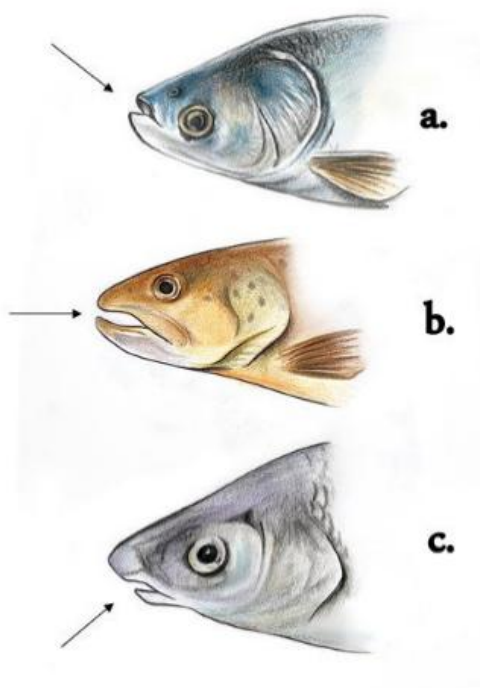
Kým úvod je venovaný rybám, ktoré žiaci automaticky spájajú s vodným prostredím, v závere pozorovania sa zamerajte aj na ďalšie druhy stavovcov, ktoré ste so žiakmi pri danej príležitosti zbadali. Aj ich výskyt si treba poznačiť. Na to žiakov upozornite vopred, aby im neušli pozornosti ani vtedy, keď sú na začiatku sústredení na ryby. Ak sa objaví na brehu zaujímavý druh, ktorý je dostatočne 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 nie je jasné, o aký druh ide. 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 ťažiteľnou 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, ktoré obývajú. To, ako majú ryby orientované ústa, je jeden z mnohých znakov pri ich určovaní. Ich orientácia napovie, či si ryby radšej zbierajú potravu z hladiny alebo z dna vodnej plochy. Môžete žiakom doplniť aj informáciu o pásmach tečúcich vôd a druhoch rýb na obrázkoch, ak ich nepoznajú. Úloha v edukačnom materiáli pre žiakov zameraná na postavenie ústneho otvoru je jednoduchá, ale nechajte ich, aby najprv vlastnou úvahou dedukovali spôsob získavania potravy jednotlivými typmi uloženia ústneho otvoru. Pýtajte sa na ich argumenty.



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

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 s hornou a dolnou orientáciou ústneho otvoru?“



Zistenia nech si žiaci zapíšu, aby sa k nim mohli neskôr vrátiť. Orientáciu úst rýb pozorovaných na lokalitách môžu aj načrtnúť. Výhodou náčrtu oproti fotografii 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, dostupného na stránke effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.3** na strane **48**).

Povedzte žiakom:



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



Nasledujúce otázky majú podnietiť žiaka, aby sa zamyslel, 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 na to 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 fúzy slúžia.“



V ďalšom kroku si žiaci 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. Výskyt na lokalite je dôležitý, je podkladom pre ďalšiu prácu. Po návrate do školy žiaci identifikujú druhy, ktoré nevedeli určiť v prírode, a vrátia sa k morfológickým znakom rýb a ich spôsobu života.

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

Nález č.	Lokalita	Druh	Habite	Počet	Deformity	Poznámky
1						
2						

3. VYHODNOTENIE POZOROVANÍ V ŠKOLE

Vyplňte so žiakmi tabuľku, ktorá je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov, dostupného na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.4** na strane **51**). 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 zhotovili fotografie, pripoja ich k záznamu. 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 inej vhodnej aplikácie, ktorú nájdete.

Príklad zápisku do terénneho zápisníka:

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

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 alebo fotografiu. Radi vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole **Záverečné slovo**.*

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Študijný text nájdete v edukačnom materiáli pre žiakov, dostupnom na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.4** na strane **52**).

Študijný text pre žiakov, ktorý opäť dopĺňa pracovný list, má slúžiť na rýchle nájdenie relevantných informácií o rybách a stavovcoch, o ktorých diskutujú, alebo pri ktorých si žiaci nie sú 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 v 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 žiaci nájdu 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 pravdepodobný. 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 na veľa vecí nespomenuli.

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

Pri riešení prvej úlohy ešte žiak nepozná živočíchy, ktoré sú významnými bioindikátormi, prípadne ich videl len 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 rozpoznat' 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) - literatúra na určovanie bezstavovcov - zápisník, ceruza	

1. PRÍPRAVA NA PRÁCU V TERÉNE

Vyzvite žiakov, aby sa zamysleli nad tým, aké rôzne bezstavovce pozorovali počas prechádzky v blízkosti riek alebo jazier.

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

Pýtajte sa žiakov:

„Aké bezstavovce poznáte?
Aké vodné bezstavovce poznáte?
 Chytili ste už niekedy nejakého vodného bezstavovca alebo stavovca, ktorý sa nachádza v okolí vodného toku alebo na jeho 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, pretože sa rovnakým spôsobom prispôbili prostrediu, hoci nemusia byť príbuzné. Musíme si teda pozorne všímať znaky, ktoré ich odlišujú. Tie bývajú spísané a zvýraznené v príručkách na určovanie, tzv. určovacích kľúčoch. V nich nájdeme slovné charakteristiky druhov, ale stále základom zostáva porovnanie s obrázkom. Doplnujúcimi údajmi sú napríklad aj veľkosť, 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 základné charakteristiky, ako je rozlišovanie na základe veľkosti a tvaru tela, prípadne spôsobu pohybu. Pred samotným pozorovaním bezstavovcov si žiaci do pracovného listu (*vedecký zápisník*) zapíšu základné údaje o lokalite a parametroch vody. Pracovný list je súčasťou edukačného materiálu pre žiakov, dostupného na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.5** na strane **60**). 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:



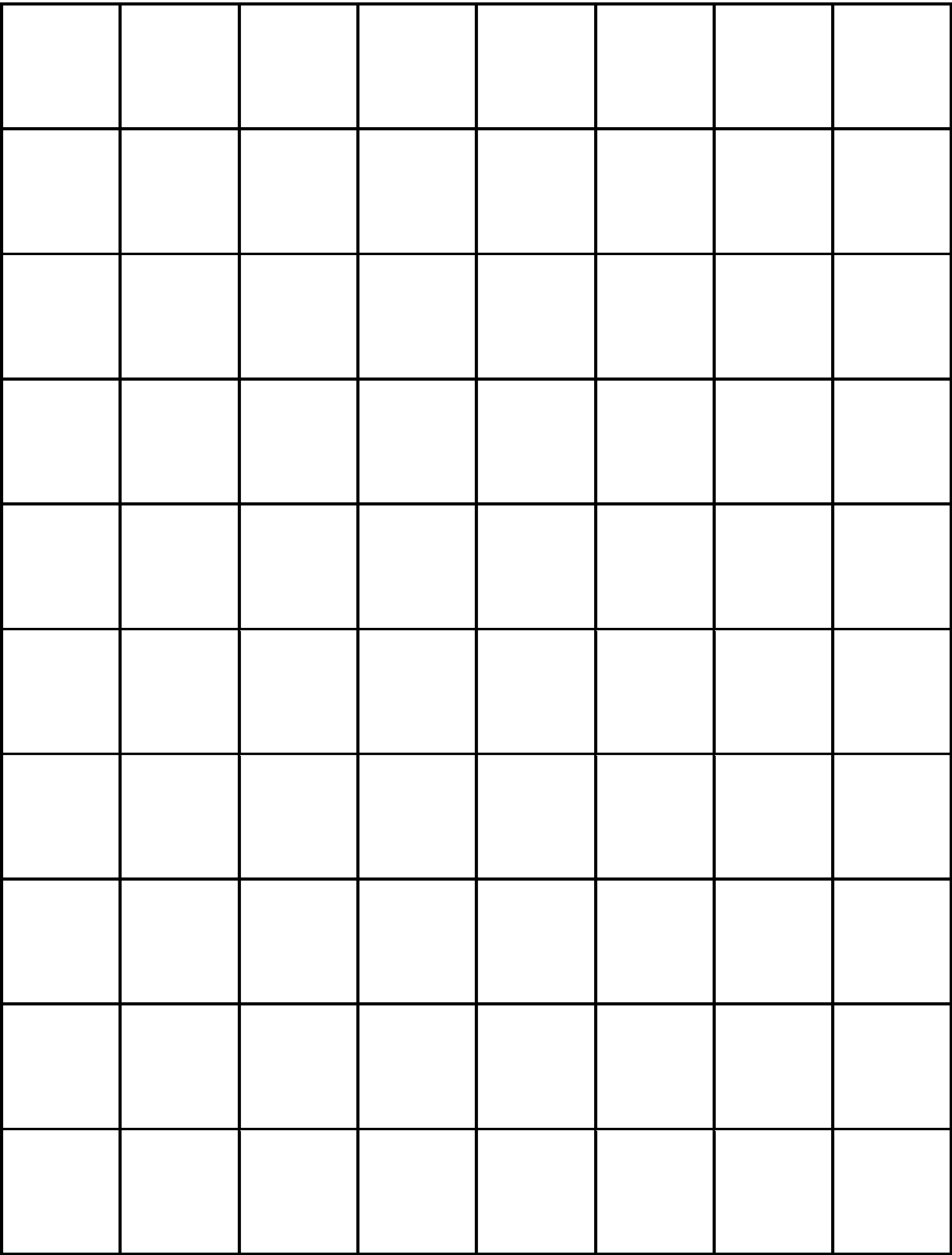
„Aké bezstavovce sú prítomné na odbernej lokalite? Zamyslite sa nad symetriou tela nájdených živočíchov.“



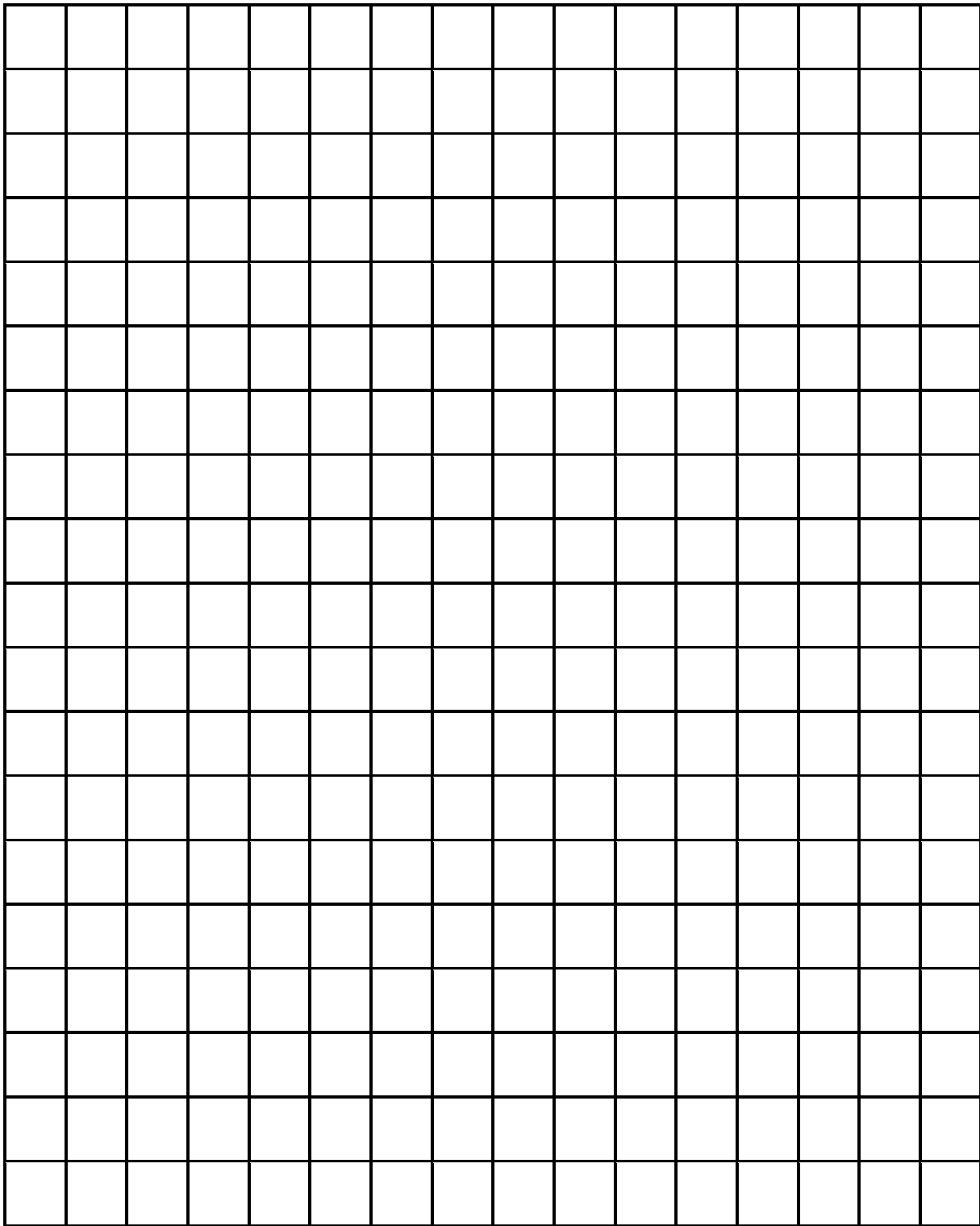
Lokalita	pozorovaný živočích/skupina živočíchov	Symetria tela

Poznámka: Pri zisťovaní symetrie 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. S istotou sa v nich vyzná len špecialista – hydrobiológ. Mnohé sa navzájom podobajú, pretože sa rovnakým spôsobom prispôbili prostrediu, hoci nemusia byť príbuzné. Musíme si teda pozorne všímať znaky, ktoré ich odlišujú. Tie bývajú spísané a zvýraznené v príručkách na určovanie, tzv. určovacích kľúčoch. V nich nájdeme slovné charakteristiky druhov, ale základom zostáva porovnanie s obrázkom. Doplnujúcimi údajmi sú napr. veľkosť, typ prostredia a obdobie roka, v ktorom živočíchy pozorujeme.

Pracujte so žiakmi s určovacím kľúčom zameraným na bezstavovce, ktorý je dostupný na stránke 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, dostupného na stránke effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.5** na stranách **60-67**).

Úlohou žiakov je sledovať prispôsobenia zistených bezstavovcov na skúmané prostredie. Zameriavajú 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 charakteristický spôsob
prijímania potravy? (premenené končatiny, premenené ústne
orgány, zmysly, hydrodynamický tvar tela...)



Aké sú zistené rozdiely v zastúpení bezstavovcov medzi stojatými a prúdiacimi
vodami? Aký je spôsob pohybu a ukotvenia sa 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 pomocou meracích prístrojov 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 alebo fotografiu. Radi vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole **Záverečné slovo**.*

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Vodné bezstavovce

Hmyz (Insecta)

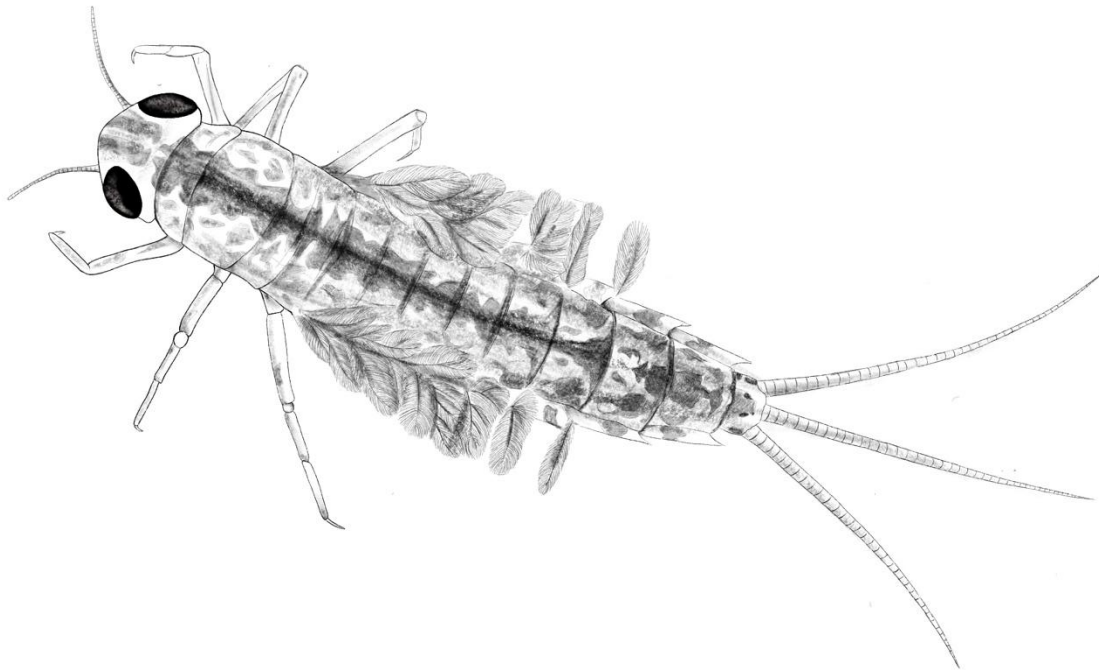
Podenky (Ephemeroptera): starobylá skupina hmyzu známa už z prvohôr. Ide o jemný, rôzne veľký hmyz (3 – 40 mm). Dospelce majú zakrpatené ústne orgány a tráviaci trakt, potravu neprijímajú, pretože žijú krátko. Na hlave majú krátke tykadlá. Majú dva páry blanitých krídel s hustou žilnatinou, z ktorých 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 štádium 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 zaznamenáme 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:

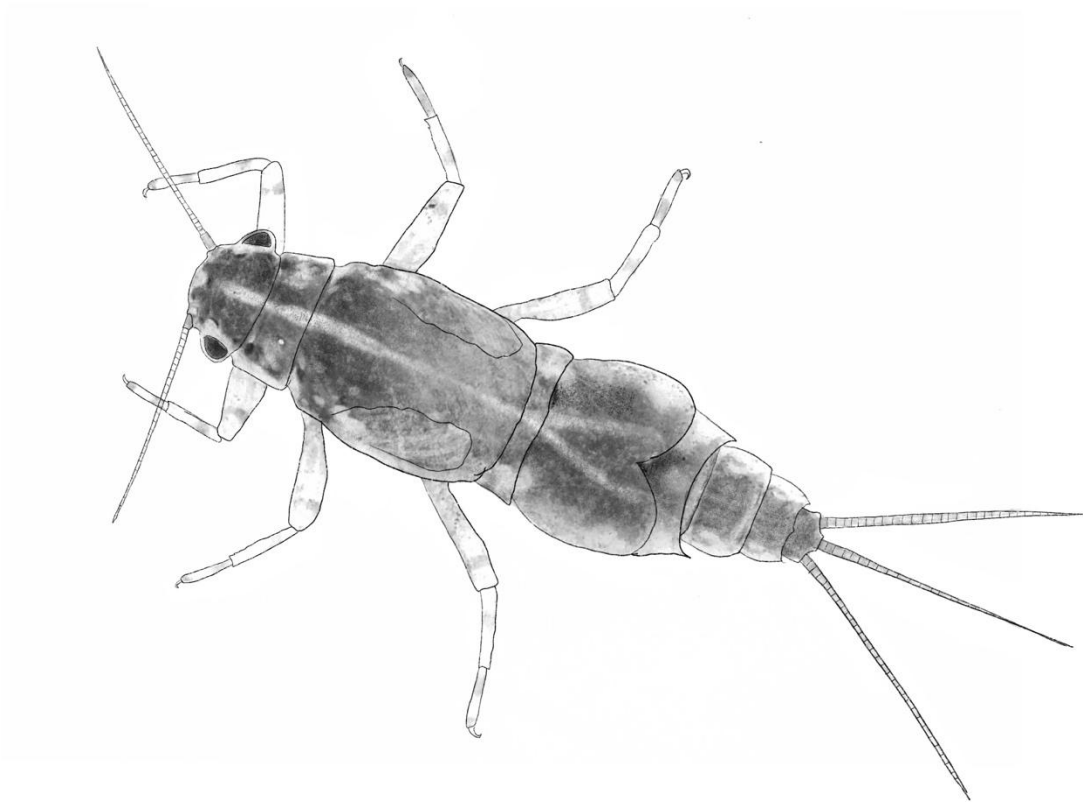
A) najády obývajúce stojaté vody (rybníky, jazerá, staré riečne ramená)

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



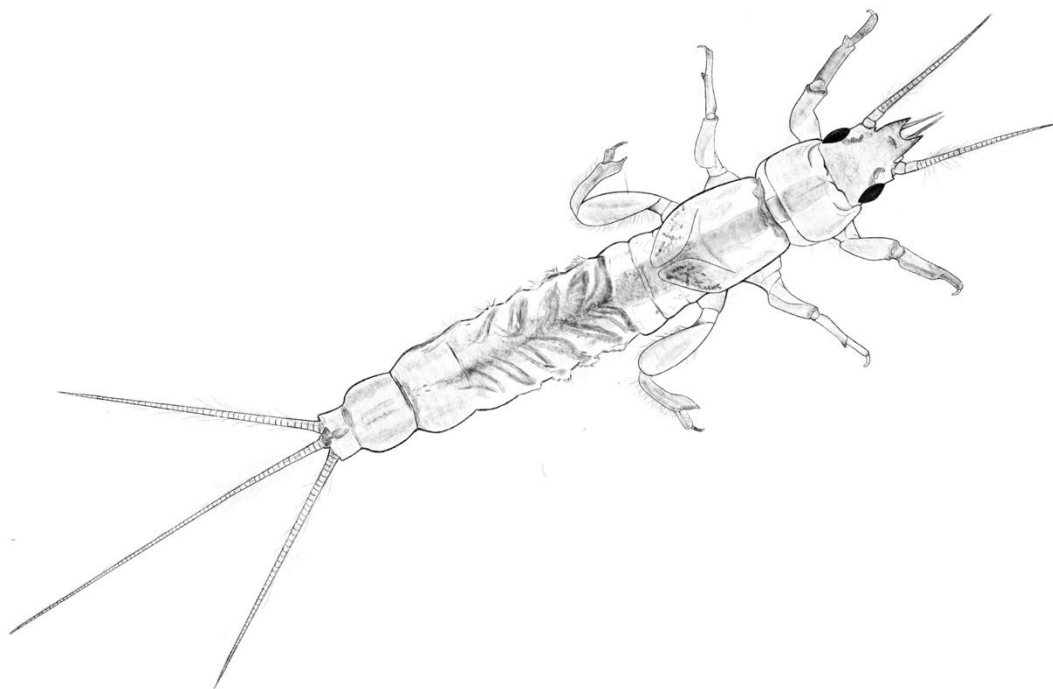
Siphonurus rapidus

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



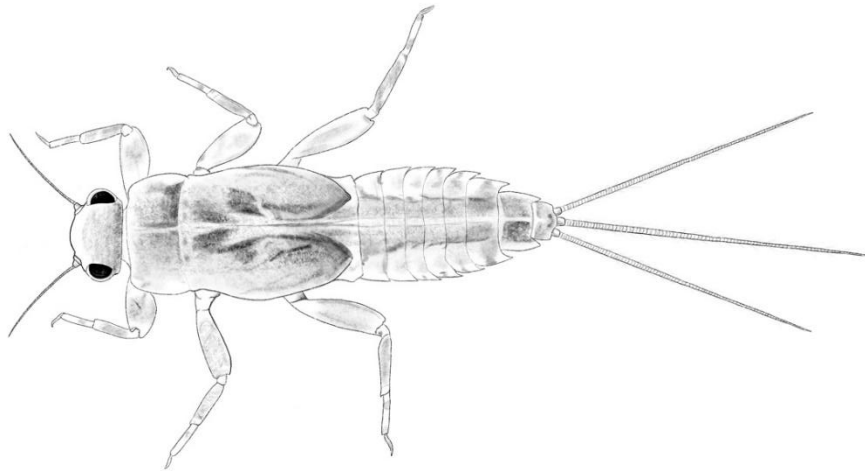
Caenis robusta

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



Ephemera simularis

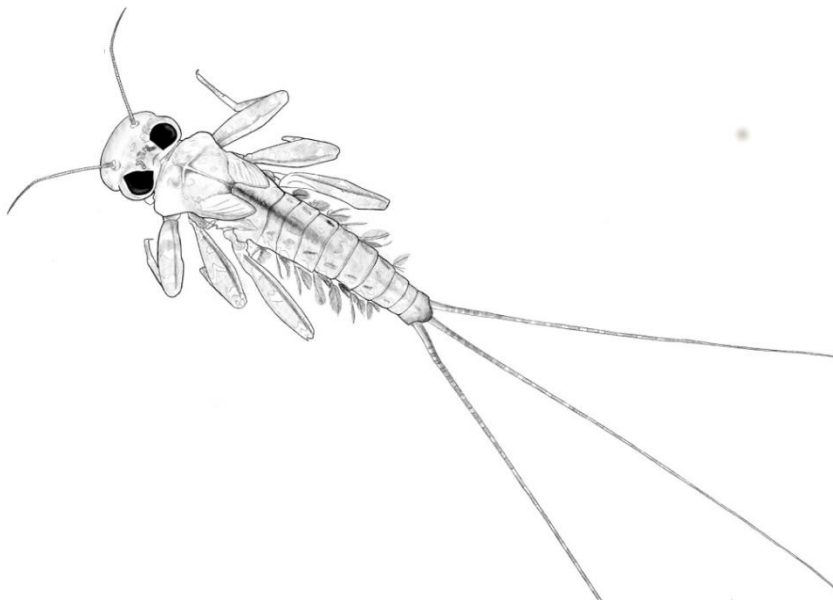
B) najády obývajúce tečúce vody a príbojovú zónu veľkých nádrží



Ephemerella

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

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 *Rhytrogena*).



Heptagenia culacantha

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 ložia po dne alebo sa ukrývajú 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 preto môžu obývať stojaté alebo pomaly tečúce zabahnené vody (napr. rody *Amphineura*, *Nemoura*). Väčšina druhov je viazaná 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 chrbtovo-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 kôrou, v tráve a pod kameňmi.

Vážky (*Odonata*): Opäť ide o starobylú skupinu hmyzu, známou 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 a majú aj tri jednoduché očka (ocelli). Tykadlá sú krátke, štetinovité. Vývin prebieha cez väčší počet larválnych štádií (tzv. archimetabólia). Dospelce veľmi obratne lietajú a vo vzduchu trávia väčšinu aktívneho času. Vo všeobecnosti sú vážky aktívne od konca apríla do neskorej jesene, pričom rôzne druhy majú aktivitu sústredenú na rôzne obdobia. K jarným druhom patrí 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. V mladších štádiách sa živia jednobunkovcami, vírnikmi a drobnými kôrovcami, neskôr larvami vodného hmyzu, obrúčkavcami, larvami vážok iných druhov a aj vlastného druhu. Pri love sa veľmi nepohybujú, na korisť skôr striehnu. Spodná pera najád vážok je pretvorená na tzv. masku, ktorá slúži na chytanie 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 nádržiach (mlákach) aj v tečúcich vodách, okrem veľmi rýchlo tečúcich úsekov.

Bzdochy (Heteroptera): Aj zástupcovia tejto skupiny sú známi už z prvorôd. Môžeme ich rozdeliť na dve 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 tvorí tzv. polokrovky – spodné dve tretiny krídla sú silno sklerotizované a koncová časť je blanitá. Zadný pár krídel je blanitý. Bzdochy lietajú len zriedka, napriek tomu niektoré druhy (napr. ihlica vodná – *Ranatra linearis*) dokážu 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 neslúži na lietanie, ale len ako mechanická ochrana zadných blanitých krídel. Väčšina chrobákov sú typickí suchozemskí zástupcovia, ale niekoľko čeladi sa v rôznej miere prispôsobilo na život vo vode. Žiadny druh však nežije výlučne v mori. Niektoré môžu obývať brakické (mierne slané) vody v ústiach veľkých riek alebo príbojovú zónu morí, kde dokážu 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 rôznym spôsobom prispôsobené 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 a plôdikom rýb. Zásobu vzduchu si nosí pod krovkami. Larvy sú rovnako dravé ako dospelce.

Ešte väčším druhom než potápnik obrúbený je vodomil čierny (*Hydrous piceus*), ktorý je naším najväčším vodným chrobákom. Častým druhom z čeľade Gyrinidae je krútnavec obyčajný (*Gyrinus natator*). Zaujímavý je svojím spôsobom lovu – 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 štyri 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 potočníkov (Šporka, 2003). Dospelce sa podobajú na motýle, ale typickým znakom pre odlišenie je stavba krídel. Potočníky, na rozdiel od motýľov, ktoré majú na krídlach drobné šupinky, majú krídla pokryté chlpkami. Ústne orgány sú silno zakrpatené. Väčšina potočníkov v dospelosti neprijíma potravu, len vodu; môžu však cucat 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 puzdier z rôznych materiálov (zrnká piesku, ulity drobných mäkkýšov, kúsky vegetácie), v ktorých sa môžu ukryť, alebo jemných sietí tvorených z výlučkov slinných žliaz. Larvy potočníkov sa môžu živiť rastlinnou potravou (napr. *Hydroptila*, *Agraylea*), dravo (napr. *Hydropsychidae*), organickým kalom (detritom), aj všežravo (napr. *Philopotamidae*). Naopak, larvy môžu byť samy 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.

Dvojkřídlowce (Diptera): Fosílné nálezy sú známe z druhohôr. Vytvárajú sa dokonalou premenou so štádiom kukly. Sú rozšírené po celom svete a predstavujú veľmi bohatú skupinu. Celosvetovo je známych viac ako 100 000 druhov. Na našom území sa vyskytuje niekoľko stoviek druhov dvojkřídlowcov, ktorých vývin súvisí s vodným prostredím. Typickým znakom dvojkřídlowcov sú zakrpatené zadné krídla, pretvorené na tzv. kyvadielka (haltery), ktoré slúžia na udržiavanie rovnováhy a koordináciu letu. Predné krídla sú blanité. Dvojkřídlowce môžeme rozdeliť na dve základné skupiny: komárovce (Nematocera) - majú mnohočlánkové tykadlá dlhšie ako hlava, telo je viac pretiahnuté; muchy (Brachycera) - tykadlá majú krátke, trojčlánkové, telo je 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 tri typy:

1. **Eucefálne larvy** – hlava je dobre vyvinutá, zreteľne oddelená od tela, ústne orgány sú hryzavé (napr. pakomárovité – *Chironomidae*, komárovité – *Culicidae*, muškovité – *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. persticovité – *Syrphidae*).

Druhovo najpočetnejšími čeľadami vodných dvojkrídlovcov sú pakomárovité (*Chironomidae*; často tvoria 60 – 80 % makrofauny, najmä stojatých vodných nádrží), pakomárikovité (*Ceratopogonidae*), komárovité (*Culicidae*) a muškovité (*Simuliidae*). Ostatné čeľade sú zastúpené malým počtom druhov.

Metódy odchyту vodných bezstavovcov

Mikroskopické organizmy: Jednobunkové mikroorganizmy nežijú voľne rozptýlené vo vode. Potrebujú potravu a nevedia sa rýchlo premiestňovať na väčšie vzdialenosti. Preto sa vyskytujú na povrchovej blanky vody, na povrchu ponorených predmetov a na rastlinách. Práve tam sa uchytávajú a množia baktérie, jednobunkové riasy, sinice či rozsievky, ktorými sa môžu jednobunkovce živiť. Z tohto dôvodu je vhodné mikroskopické organizmy zbierať z povrchov, ktoré sme spomenuli. Okrem jednobunkovcov môžeme takto zachytiť aj mnohobunkové organizmy, napríklad vírniky či pomalky. Na zber použijeme nádobku, do ktorej naberieme vodu z hladiny alebo zoškrabeme povlaky z kameňov, rastlín, ponorených kúskov dreva a podobne.

Ďalšie podrobnosti o výskyte bezstavovcov a spôsobe ich odchytu sú súčasťou edukačného materiálu pre žiakov, dostupného na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.5** na strane **67**).

Literatúra na ďalšie štúdium

Lelek 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 (makroevtebráta) 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 živočíchy. 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, 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 môže dosahovať dĺžku až desiatok metrov.

Téma	Ciele aktivity
Biomonitoring znečistenia vôd s využitím siníc a rias	Pozorovať vzorku voľným okom a spoznať prítomnosť makroorganizmov. Pozorovať vzorku mikroskopom a presvedčiť sa, že drobné organizmy vo vode môžu byť živočíchy, rastliny alebo jednobunkové mikroorganizmy. V prípade, že ide o nové informácie: Rozpoznať bunkovú a vlákňitú organizáciu rias. Osvojiť si pojmy: - stielka - sinica a "vodný kvet" - planktón a bento
Výskumné otázky	Vstupné vedomosti žiaka
Ak je rozmanitosť rias a siníc v študovanom vodnom prostredí? Dá sa konštatovať na základe ich výskytu, že sa jedná o čisté prostredie? Aké je množstvo chlorofylu vo vzorkách planktónu v závislosti od hĺbky odberu vzorky smerom ku dnu?	Pozná rozdiel medzi rastlinnou, živočíšnou a bakteriálnou bunkou. Pozná význam chlorofylu pre fotosyntézu.
Materiálne pomôcky	
– 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: 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.	

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 ekologický význam siníc, rias či vodného kvetu – napr. vzdelávacím videom *Biopalivo z vodných rias?* vo virtuálnom laboratóriu EFFUSE, dostupnom na effuse.science.upjs.sk.



Po krátkej motivácii prejdite so žiakmi k samotnej aktivite.

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

Žiaci postupne riešia úlohy v pracovnom liste. Priebežne s nimi vedte dialóg o riešenej otázke. Návod na postup pri odbere a 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 žiaci naučia odlišovať riasy od živočíchov a siníc. Súčasťou planktónu je okrem fytoplanktónu (drobné rastlinné organizmy) aj zooplanktón (drobné živočíšne organizmy). Ako odlíšime drobné organizmy so schopnosťou fotosyntézy (autotrofné) od živočíšnych (heterotrofné)? Pre obe je typické, že ich základnou stavebnou jednotkou je bunka.

Žiak má v pracovnom liste napísať a vyznačiť rozdiely medzi rastlinnou a živočíšnou bunkou na obrázku, zamyslieť sa nad stavbou organizmov na ďalších ilustráciách 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 podľa ich modrozelenéj 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 to možné, uskutočnite aj meranie základných vlastností vody na odberovom mieste a použite 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 na jednoduchom dichotomickom kľúči. Zaradenie na úroveň druhu nie je adekvátnou úlohou pre začiatočníka, preto postupujte na základe podobnosti nájdenej riasy s niektorou fotografiou – rovnako k tomu usmerníte aj žiakov.

Pri pozorovaní rias mikroskopom žiaci zaraďujú pozorované organizmy do kategórií pomocou jednoduchého kľúča, a to na základe podobnosti s fotografiami rias. Pozorované riasy zakreslia formou schematickeho náčrtu do pracovných zošitov. Jednoduché determinačné kľúče sú dostupné vo virtuálnom laboratóriu EFFUSE v sekcii pre vysokoškolských študentov na stránke effuse.science.upjs.sk//urcovacie-kluce.

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

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

Vedte so žiakmi riadený rozhovor:



„ Určíte ste už počuli o zákaze kúpania v horúcich letných mesiacoch, keď sa neodporúča kúpať pri premnožení siníc. Zamyslite 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. Ide o jednu 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 alebo zeleným povlakom) z vody do zaváraninových pohárov. Poháre by mali byť rovnakej veľkosti a, ideálne, aj rovnakého tvaru, aby ste mohli čo najpresnejšie odhadnúť rovnaký objem vody vo všetkých vzorkách.

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 zaváraninových 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 alebo gázy. Filtračné papiere (alebo gázy) si dôkladne označ, aby nedošlo k zámene vzoriek – napríklad písmenami **S** (stĺpec), **P** (povrch), **D** (dno). Ak sa rozhodnete odobrať aj vzorku z vodnej hladiny, označte ju písmenom **H**.

Filtračné papiere (gázy) po filtrácii vzoriek vodných mikroorganizmov vyhodnot' 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.

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

Ak máte smartfón, odfotťte biomasu zachytenú na filtračnom papieri.

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

Vzorku hodnotil (meno a priezvisko):				
Názov lokalít:			Dátum a čas odberu vzorky:	
Počasie:				
Vzorka č./lokalita	Priehľadnosť / sfarbenie pred filtráciou	Množstvo biomasy na filtri 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)

Napíšte 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.

Poznámka: Na odbernej lokalite odoberte ešte jednu sériu vzoriek vody a označte ich rovnako 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. Budete 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 určovacieho kľúča určte, či ide o sinice alebo riasy. Pokúste sa zistiť, do ktorého rodu patria sinice alebo riasy prítomné vo vzorke vody. Pozorovania zapíšte do tabuľky.

Zakreslené preparáty vyhodnoťte z hľadiska prítomnosti mikroorganizmov – zelené bunky predstavujú autotrofné riasy a sinice. Použite určovacie kľúče.

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

Výsledná tabuľka

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

Pri odhadovaní čistoty vody si pomôžte nižšie uvedenou zjednodušenou tabuľkou, ktorá vyjadruje indikačnú schopnosť jednotlivých 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 zjednodušenou verziou tabuľky, ktorá vyjadruje indikačnú schopnosť skupín rias a siníc. Obsahuje stupnicu hodnotenia čistoty vody podľa normy ČSN 75 7716.

Stupeň kvality vody	Spoločenstvo boindikátorov	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 ho so svojím predpokladom z pozorovania voľným okom. Prepojte vaše zistenia s výsledkami analýzy vody pomocou meracích prístrojov a s výsledkami mikrobiologickej analýzy.

Formulujte záver o stave vodného toku tak, aby zahŕňal všetky pohľady skúmania – vizuálne, chemické aj mikrobiologické.

*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 alebo fotografiu. Radi 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, dostupného na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.6** na strane **84**). Doplňte aj ďalšie informácie o **hlavných sladkovodných autotrofných organizmoch**.

Sinice (cyanobaktérie)

Sinice sú prokaryotické, stielkaté organizmy, ktoré sa často – najmä z ekologického hľadiska a vzhľadom na ich schopnosť fotosyntézy – zaraďujú medzi „riasy“. Sinice nemajú väčšinu organel typických pre eukaryotické organizmy (napr. mitochondrie, chloroplasty ani pravé bunkové jadro). Veľkosť buniek sa zvyčajne pohybuje v mikrometroch, hoci ich vlákna môžu dosahovať aj niekoľko centimetrov. Kokálna stielka má zvyčajne guľovitý tvar a združuje množstvo buniek obalených slizom. Sinice nemajú bičiky umožňujúce pohyb, preto sa vo vode pohybujú len pasívne. Vlákňitú stielku tvoria bunky pospájané do vlákien. Vo vláknoch sa niekedy nachádzajú špecializované bunky - heterocyty (schopné viazať atmosférický dusík), a akinety (slúžia na prežitie nepriaznivého obdobia, napr. pri nedostatku vody a minerálov). Sinice obsahujú zelený chlorofyl a. Okrem neho majú aj farbivá z triedy fikobilínov – červený fykoerytrín a modrý fykocyanín. Prítomné sú tiež karotenoidy (žltá až červeno sfarbené farbivá). V stojatých a pomaly tečúcich vodách sú sinice súčasťou fytoplanktónu a fytobentosu. Planktónové druhy pri masovom rozmnožení tvoria vodný kvet, ktorý je viditeľný aj voľným okom ako zhľuky na vodnej hladine. Medzi takéto druhy patria napríklad: *Microcystis*, *Gomphosphaeria*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*.

Červené riasy

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

Rôznobičíkaté riasy (najmä rozsievky)

Rosievky sú veľká skupina rôznobičíkatých rias. Väčšinou ide o jednobunkové mikroskopické riasy s kremičitanovými schránkami. Žijú v sladkých aj morských vodách, ako aj v pôde. Vyskytujú sa jednotlivito alebo vytvárajú kolónie rôznych tvarov, v ktorých sa bunky navzájom spájajú.

Ich schránka (*frustula*) obsahuje oxid kremičitý a je rozdelená na dve tvarovo rovnaké časti (tzv. misky): vrchnú časť nazývame epitéka, spodnú – menšiu – hypotéka. 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 aj tečúcich vodách, kde tvoria významnú a často dominantnú zložku fytoplanktónu či fytobentosu. Využívajú sa aj ako indikátory biologickej kvality vody a stupňa znečistenia.

Euglény (červenoočká)

Euglény sú pohyblivé prvoky schopné fotosyntézy. Žijú najmä v sladkých vodách, ktoré sú často znečistené. Zvyčajne ide o jednobunkové organizmy. Majú dva nerovnako dlhé bičíky – kratší sa nachádza v blízkosti červenej škvrny (*stigma*), kde je umiestnená aj pulzujúca vakuola. Väčšina euglén sa vyskytuje v planktóne eutrofných nádrží alebo vo vlhkej pôde. Často žijú aj pri dne ako súčasť bentosu. Obývajú neutrálne až slabo zásadité vody s vysokým obsahom organických látok. Ich hromadný výskyt indikuje polysaprobne alebo alfamezosaprobne vody, hoci v menšom počte sa môžu vyskytnúť 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 xantofyly. 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 *Desmidium*, *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, 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 a 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 až v posledných desaťročiach. Najmä ide o polutanty, ktoré sa v prírode nedajú odbúravať, nesú dlhodobé následky a spôsobujú toxicitu pre biologické systémy.

Hlavné zdroje znečistenia životného prostredia sú najmä emisie pochádzajúce z antropogénnej činnosti a banskej činnosti. Ich dôsledkom sa cez ovzdušie (vo forme zrážok, prachu...) 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 alebo riasu). Nakoľko nemajú koreňový systém, zdrojom živín je pre ne najmä atmosféra. Keďže sa v atmosfére nenachádza toľko živín ako v pôde, lišajníky sa adaptovali aj na stanovištia, ktoré sú extrémne pre iné organizmy.

Na základe týchto skutočností predstavujú lišajníky vhodné organizmy z hľadiska biomonitoringu. Pomalý rast a dlhovekosť lišajníkov sú z tohto pohľadu kľúčové. Dajú sa pomocou nich monitorovať oblasti dlhodobo a z viacerých hľadísk – či už ide o prítomnosť lišajníkov citlivých na znečistenie, meranie ich rastu, alebo komplexnejšiu prvkovú analýzu stielky a kumuláciu 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	
- GPS navigácia, fotoaparát - zápisník+ písacie potreby - jednoduchý kľúč na určovanie lišajníkov - papierové vrecká 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 organizmus ide?

Pomocou kľúča na identifikáciu makrolišajníkov, ktoré sú ukazovateľmi kvality ovzdušia, sa oboznám so stavbou stielky (tela) machov 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, dostupného na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.7** na strane **89**).



2. ZISŤOVANIE PRÍTOMNOSTI LIŠAJNÍKOV V TERÉNE

Zisťovanie početnosti lišajníkov

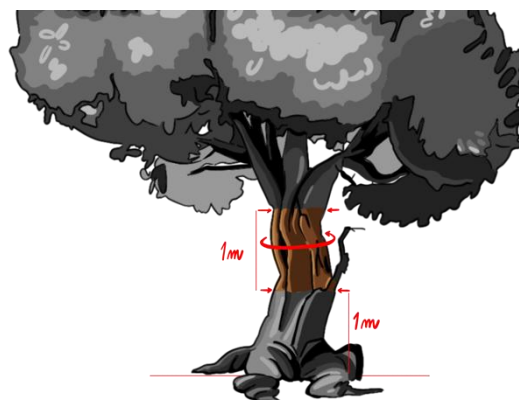
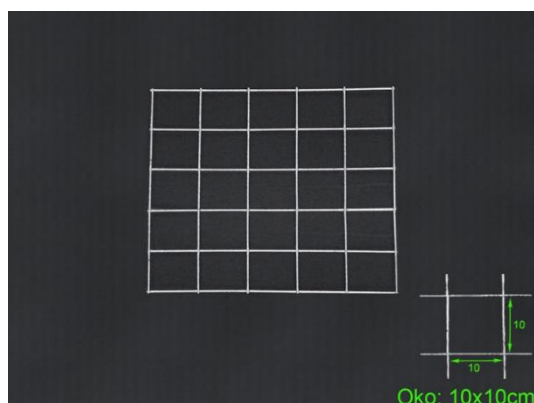
Na určenie znečistenia životného prostredia použijeme priestorové siete, v ktorých stanovíme početnosť lišajníkov v pozorovaných lokalitách.

Návrh na vytvorenie siete:

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

Pomôcka:

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

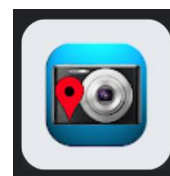


Žiaci pracujú v 3-4 členných skupinách.

Odber a fotodokumentácia lišajníkov

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

Úlohou žiakov je nájsť lišajník odfotiť, napr. 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 určitosťou rozhodnúť, či ide o lišajník alebo mach, pozrite sa na informácie uvedené v určovacom kľúči. Z terénu určite druh lišajníka pomocou určovacieho kľúča. Všetky tieto informácie zaznamenajte do tabuľky. Vychádzajte z údajov získaných v teréne, ktoré ste si zapísali 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:

$$IČP = \sum F$$

IČP index čistoty prostredia

$\sum$ *Suma - súčet*

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

Ukázalo sa, že frekvenčná metóda umožňuje predpovedať úrovne znečistenia s istotou nad 97 %.

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

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

Formulujte spoločne záver o stupni znečistenia na základe početnosti lišajníkov a údajov o jednotlivých lokalitách. Rozhodnite, ktorá lokalita je podľa zistení 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 nákres alebo fotografiu. Radi vám s tým pomôžeme. Bližšie pokyny nájdete v kapitole **Záverečné slovo**.*

DOLŇUJÚCE INFORMÁCIE

Študijný text pre žiakov je súčasťou edukačného materiálu, dostupného na effuse.science.upjs.sk v sekcii pre žiakov (podkapitola **5.7** na strane **97**) a zaoberá sa pojmom **lišajník**. Lišajník je organizmus, ktorý predstavuje symbiotickú asociáciu medzi hubou (**mykobiont**) a fotosyntetizujúcim partnerom (**fotobiont**). Spolužitie fotobionta s mykobiontom prináša lišajníku mnoho výhod, ktoré ani jeden z organizmov sám o sebe nedokáže dosiahnuť. Mykobiont zaisťuje pre stielku lišajníka predovšetkým príjem vody a minerálnych látok. Tvorí morfológiu stielky (tela lišajníka) a vytvára štruktúry, ktoré sa podieľajú na pohlavnom aj nepohlavnom rozmnožovaní. Keďže nie je schopný tvorby organických látok potrebných pre svoj rast, musí ich získavať z ekologicky obligátnej symbiôzy. Heterotrofný mykobiont získava v tomto type symbiôzy fixovaný uhlík z autotrofných zelených rias alebo siníc – ide o produkty fotosyntézy, ako sú ribitol, sorbitol a glukóza. Presnejšie: výraz „*riasa*“ označuje buď cyanobaktérie, alebo zelené riasy (*Chlorophyceae*); huba je zvyčajne z oddelenia Ascomycetes (vreckaté huby), hoci v zriedkavých prípadoch to môže byť aj Basidiomycetes (bazídiové huby).

Lišajníky vo všeobecnosti tvoria podstatnú časť biomasy, sú dekompozítormi organického materiálu v pôde a participujú na mineralizačnom procese. Obohacujú ekosystém o plyný dusík a 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

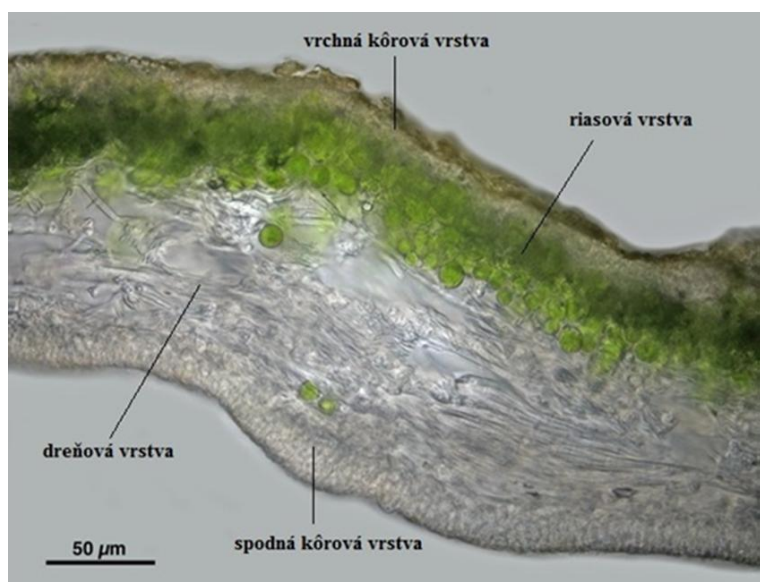
Rozlišujeme: **kôrovú vrstvu**, nachádzajúcu sa na povrchu, niekedy aj na spodnej strane stielky. Pozostáva z buniek mykobionta (hubového partnera), predstavujúceho pseudoparenchymatické pletivo. **Riasová vrstva** pozostáva okrem buniek fotobionta aj z buniek mykobionta, ktoré sa v podobe intracelulárnych haustórií 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 – **rizíny**. Pri tomto type stielky sa môžeme stretnúť aj s takými lišajníkmi, ktoré sú špecifické tým, že prirastajú k podkladu len v jednom bode (napr. *Umbilicaria*).

Lišajníky, ktoré vystupujú k povrchu a prirastajú k podkladu len malou časťou, označujeme ako **kríčkovité**. Patria sem aj lišajníky, ktoré od podkladu istým spôsobom odstávajú (napr. *Usnea*, *Bryoria*).



Lišajníky a biomonitoring

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

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 na biomonitoring polutantov v ovzduší. Avšak len niektoré látky negatívne pôsobia na lišajníky a môžu byť týmto spôsobom monitorované. Patria sem hlavne polutanty vznikajúce pri priemyselnom spaľovaní a 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 a kobalt.

Lišajníky možno použiť ako bioindikátory dvoma rôznymi spôsobmi:

Metóda (a) **mapovaním všetkých druhov** prítomných v konkrétnej oblasti a individuálny odber vzoriek druhov lišajníkov s následným 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, napríklad *Xanthoria parietina*. Druhy tolerantnejšie voči toxínom zahŕňajú aj *Phaeophyscia 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 aj 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	Odobrat' 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
1. Ako môže dôjsť ku mikrobiálnej kontaminácii odoberanej vzorky? 2. Ako sa môžeme čo najlepšie kontaminácii vyhnúť?	Pozná význam pojmov: mikroorganizmus, baktéria, prvok, kontaminácia, dezinfekcia, sterilizácia
Materiálne pomôcky	
1. Nástroje na odoberanie vzoriek vody – jednorazové sterilné pipety alebo vysterylizované sklenené pipety, balónik, prípadne jednorazové sterilné Pasteurove pipety. 2. Uzatvoriteľné sterilné nádoby na odber vody – napr. jednorazové plastové skúmavky alebo vysterylizované 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 závisí 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 ošetrenú 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 ošetrené 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 každú nádobku označia podľa toho, akým nástrojom do nej čaj preniesli.

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

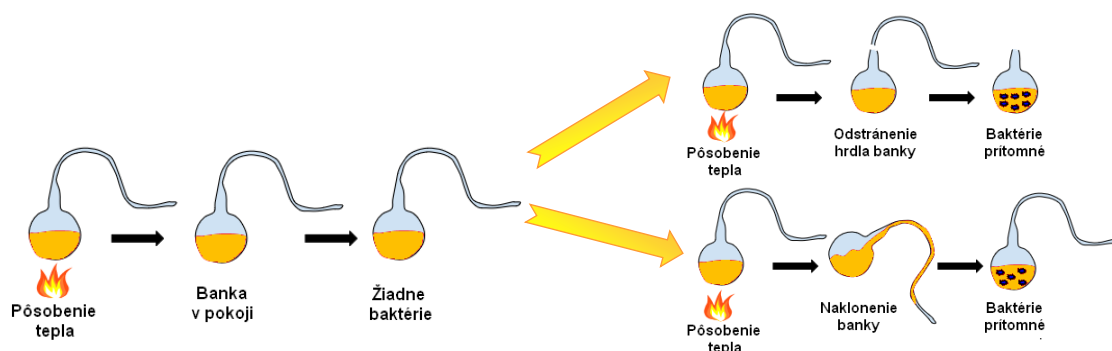
Zámer: Formulovať odpoveď na výskumnú otázku: *Čo môžeme urobiť, aby sa do našich odoberaných vzoriek nedostali iné mikroorganizmy?*

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 odbernými nástrojmi. Školský experiment s čajom popísaný vyššie (*Metodický postup č. 1 – Príprava na prácu v teréne*) môžeme pokladať za zjednodušenú verziu veľmi známeho a dôležitého experimentu francúzskeho chemika a mikrobiológa **Louisa Pasteura** z 2. polovice 19. storočia, ktorým **vyvrátil** dovtedy uznávanú **teóriu samoplodenia** (podľa ktorej mohli živé organizmy vznikať samovoľne z neživých látok). Pasteur už vedel, že existujú mikroorganizmy, a že práve tie sú „zodpovedné“ za skaze jedla a nápojov. Okrem toho neveril, že môžu vzniknúť len tak z ničoho, ale tvrdil, že vznikajú množením už existujúcich mikroorganizmov (tzv. **teória 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 bránil tomu, aby do vývaru padali mikroorganizmy z okolitého vzduchu (zachytili sa v ohybe), vývar sa ani po dlhšom čase neskazil – hoci do fliaš prúdil vzduch. Na niektorých fľašiach však Pasteur rúrky zámerne odlomil, čím umožnil padanie mikroorganizmov do vývaru. V týchto fľašiach sa vývar rýchlo zakalil. Prostredníctvom tohto svojho experimentu Pasteur potvrdil teóriu choroboplodných zárodkov a vyvrátil predstavu, že mikroorganizmy vznikajú zo „životnej sily“ prítomnej v neživých látkach.



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 ich mikrobiologická analýza vykonáva pravidelne v rámci **monitorovania kvality pitnej vody** – tento monitoring musí podľa zákona zabezpečiť každý dodávateľ pitnej vody. Okrem toho sa v rámci výskumných alebo monitorovacích štúdií odoberajú a analyzujú **aj vzorky vody zo životného prostredia**. Dôsledná mikrobiologická analýza vyhodnocuje obsah mikroorganizmov vo vode kvalitatívne (aké mikroorganizmy sú prítomné) aj kvantitatívne (koľko ich je).

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 odoberaných 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.

Inštrukcie pre žiakov:

„Pripravte a označte si nádoby, do ktorých budete vodu odberať. Pred odberom si nasadte ochranné rukavice. Pomocou odberných nástrojov preneste vzorky vody do označených nádobiek. Dbajte na to, aby ste sa odberným nástrojom nedotkli ničoho iného okrem vody. Nádoby dôkladne uzavrite a uložte do prepravnej nádoby.“

Vzorku odobral (meno a priezvisko):		
<td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 5px; vertical-align: top;">Názov lokality:</td> <td style="padding: 5px; vertical-align: top;">Dátum a čas odberu vzorky:</td>	Názov lokality:	Dátum a čas odberu vzorky:

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

Na stanovenie kvality vody sa môžeme pozerat' z viacerých hľadísk. Nie je možné vnímať rovnako stanovenie kvality vody v podmienkach školy a vo výskumných či 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“. Táto 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 vo virtuálnom laboratóriu EFFUSE.

Stanovenie kvality vody v certifikovanom laboratóriu je zložitý proces, ktorý podlieha norme ISO a je realizovateľný len 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
1. Koľko živých mikroorganizmov sa nachádza v 1 ml vzorky vody? 2. Ako môže teplota miestnosti pri pokuse ovplyvniť výsledky?	- vie vymenovať životné prejavy organizmov, - pozná faktory prostredia, ktoré ovplyvňujú život organizmov, - dokáže pracovať tak, aby nekontaminoval skúmané vzorky ani kultivačné médiá.
Materiálne pomôcky	
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 a varič, 5. fixa a lepiace štítky na označenie vzoriek, 6. ochranné rukavice	

1. PRÍPRAVA NA PRÁCU V TERÉNE

Zapojenie

Zámer: Motivovať žiakov uvedením otázok, na ktoré budú hľadať 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 uzatvárateľné nádoby s čistým čajom. Do jednej prenesiete trošku zo zakaleného čaju z predchádzajúceho pokusu a do druhej trošku z nezakaleného čaju. Čo sa stane po pár dňoch?

Cieľom je v diskusii dospieť k pochopeniu skutočnosti, že mikroorganizmy nevznikajú samé od seba, ale pomnožením už existujúcich mikroorganizmov, a že vznik zákalu čaju (tzv. *média*) je dôsledkom prítomnosti mikroorganizmov v prenesenej vzorke.

Skúmanie

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 každú nádobku označia podľa toho, aký čaj do nej preniesli. Jednu nádobku s čerstvým čajom použite ako kontrolu (nepridávajte do nej nič). Po 1 týždni žiaci vyhodnotia, či v jednotlivých nádobkách došlo 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 prítomnosťou životaschopných mikroorganizmov v čaji (médiu).

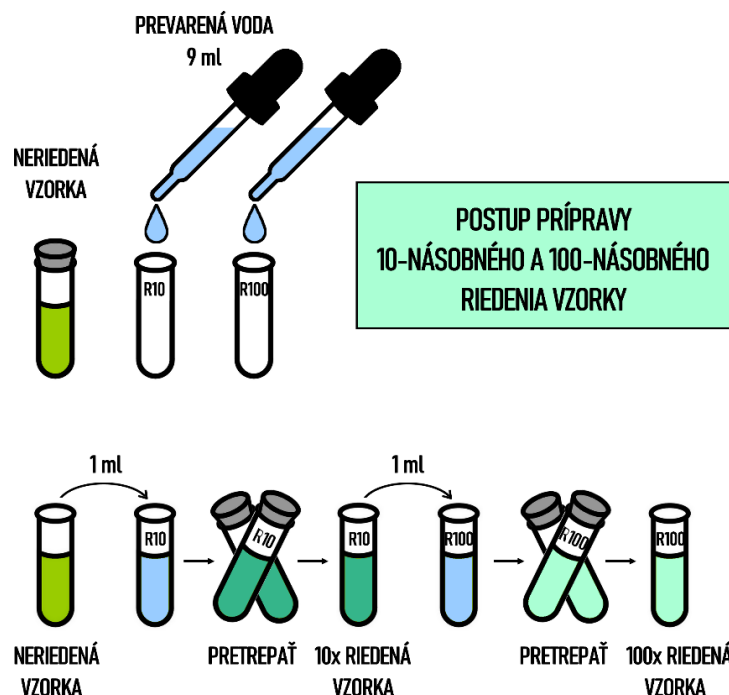
2. STANOVENIE POČTU MIKROORGANIZMOV VO VODE METÓDOU MPN

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 (varte 20 minút v zakrytom hrnci). Zároveň v inej uzatvárateľnej nádobe (alebo rýchlovarnej kanvici) prevarte pitnú vodu. Médium aj vodu nechajte prikryté vychladnúť na izbovú teplotu. Poskytnite žiakom sterilné nástroje umožňujúce prenesenie vzorky o objeme 1 ml (napr. sterilné Pasteurove pipety, sterilné striekačky) a sterilné uzatvárateľné 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 nasadíte ochranné rukavice. Vezmite si dve skúmavky, označte si ich značkou skupiny a stupňom riedenia (R10 pre 10-násobné a R100 pre 100-násobné riedenie). Pomocou sterilných nástrojov preneste do skúmaviek 9 ml prevarenej vody. Pomocou ďalšieho sterilného nástroja preneste 1 ml vašej vzorky do skúmavky označenej R10, uzavrite ju a poriadne pretrepte. Potom pomocou ďalšieho sterilného nástroja preneste 1 ml zo skúmavky R10 do skúmavky R100, uzavrite ju a poriadne pretrepte.“

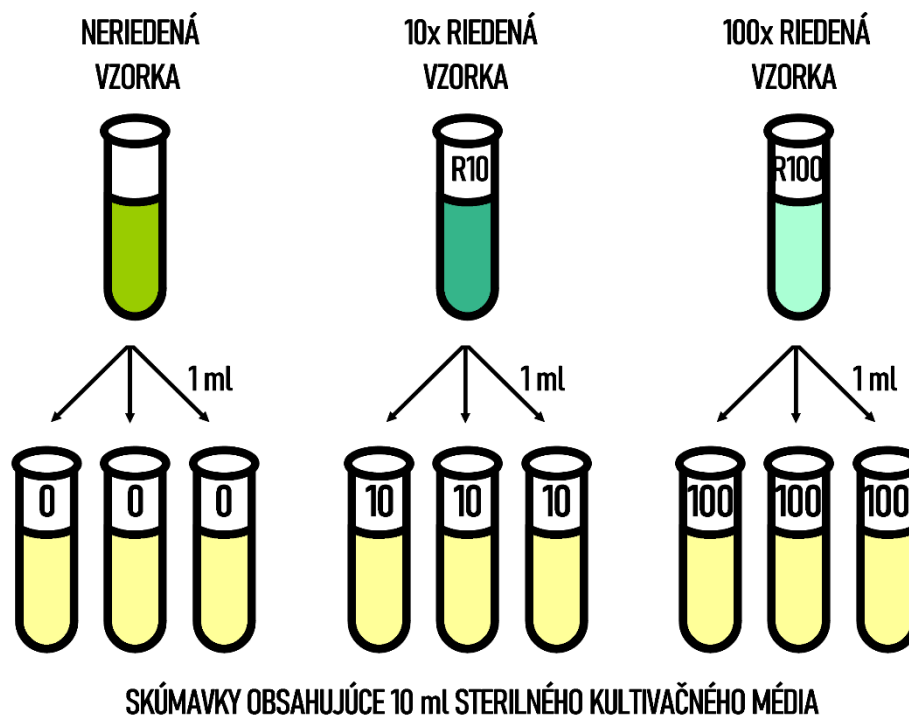


Príprava testu: „Deväť skúmaviek určených na stanovenie počtu mikroorganizmov si označte značkou skupiny. Tri z nich si ďalej označte číslom 0 (pre nezriedenú vzorku), ďalšie tri číslom 10 (pre 10-násobne zriedenú vzorku R10) a posledné tri skúmavky číslom 100 (pre 100-násobne zriedenú vzorku R100).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

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

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

PRÍPRAVA TESTU



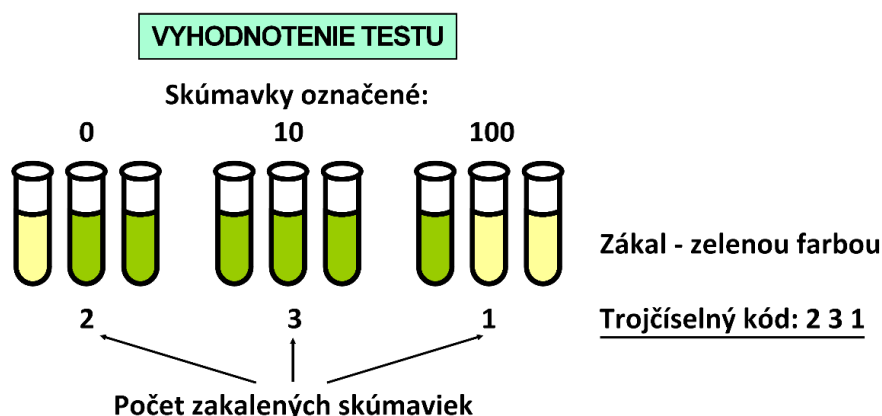
Vyhodnotenie

Záver: 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 na stanovenie počtu mikroorganizmov vo vzorke porovnaním s tabuľkou.“

Príklad:



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

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

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

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 naším zámerom nie je sledovať kvalitu pitnej vody, ale spracovať a vyhodnotiť environmentálne vzorky z vodných tokov, metóda MPN v jej pôvodnej skúmkavkovej verzii je pomerne jednoduchá a realizovateľná aj v školskom laboratóriu.

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

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

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

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 nachádzať 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 dokumentovať 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

EFFUSE – príručka pre učiteľov

Učebný text

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

Vydavateľ: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Vydavateľstvo ŠafárikPress

Rok vydania: 2025
Počet strán: 103
Rozsah: 5,09 AH
Vydanie: prvé



DOI: <https://doi.org/10.33542/EFF-0447-7>
ISBN 978-80-574-0447-7 (e-publikácia)

PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS



Hungary
Slovakia
Romania
Ukraine

