

Téma
Exkurzia Riečny ekosystém
Zaradenie
1. ročník gymnázií (ISCED 3A), téma Život a voda - Život v sladkých vodách
Výchovno–vzdelávacie ciele
• vysvetliť poznatky z tém ekológie jedinca, populácie a spoločenstva na konkrétnych príkladoch z prostredia vodných ekosystémov, • vysvetliť vplyv počasia a antropogénnych faktorov na sfarbenie vody a jej zápach, • na základe obrázka uviesť charakteristické znaky a adaptácie rôznych druhov makrozoobentosu, • vysvetliť dôsledky eutrofizácie na vodný ekosystém a charakterizovať jej príčiny, • určiť fyzikálno-chemické a hydromorfologické vlastnosti vodného toku, • stanoviť ekologický stav vodného toku a stupeň znečistenia, • vysvetliť vzťah medzi ekologickou valenciou a ekologickou náročnosťou druhov žijúcich vo vode, • vysvetliť pojem ekologický priestor a ekologická nika na príkladoch z témy vodný ekosystém, • určiť zdroje energie v rôznych úsekoch vodných tokov, • vysvetliť vlastnosti populácií vo vzťahu k vodným organizmom, • charakterizovať priestorovú štruktúru vodných spoločenstiev, • poznať a charakterizovať spoločenstvá z hľadiska vertikálnej štruktúry vodného toku – neustónne, planktónne a bentosové, • charakterizovať planktón z hľadiska zástupcov, významu a funkcie, podmienok výskytu a poznať základné taxonomické rozdelenie, • charakterizovať fytoobentos z hľadiska zástupcov, významu a funkcie, podmienok výskytu, • poznať druhy rias a vodných rastlín rastúcich vo vodnom toku, • poznať ekológiu rôznych skupín makrozoobentosu, • vedieť zaradiť druhy vyskytujúce sa v odberoch z hľadiska potravinovej a habitatovej preferencie, • poznať vplyv antropogénnej činnosti na kvalitu povrchových vôd,

- **poznať** dopad regulácie vodných tokov na biodiverzitu,
- **definovať** a **charakterizovať** pojmy: *eutrofizácia, neustón, planktón (fyto-, bakterio-, zoo-), fytobentos (perifytón), bentos, makrozoobentos, potravný typ, mikrohabitat, drift, protiprúdová migrácia*

Kľúčové kompetencie

Komunikačné kompetencie

- pružne reagovať na otázky týkajúce sa opakovania poznatkov zo všeobecnej ekológie, charakteristiky vodných ekosystémov a riečnych spoločenstiev,
- vedieť počúvať a reagovať k téme (informácie o hodnotení vodných tokov, charakteristika podmienok tečúcich vôd, aplikácia osvojených poznatkov),
- prezentovať informácie stručne, jasne a zrozumiteľne (vlastné postrehy a zážitky pri vode, odpovede na otázky),
- správne sa vyjadrovať písomne aj verbálne.

Učebné kompetencie

- na pochopenie využívať problémové, úvahové a porovnávacie otázky napr. Ako teplota ovplyvňuje organizmy žijúce vo vode? Predstavte si živočícha žijúceho vo vode. Ktoré faktory vymedzujú jeho ekologický priestor?,
- hľadať logické súvislosti s predchádzajúcimi vedomosťami (ekologický priestor a fyzikálne faktory vodných tokov),
- tvorivo aplikovať vedomosti (určiť horizontálnu a vertikálnu štruktúru spoločenstiev v toku, charakterizovať dynamiku spoločenstiev),
- rozvíjať kritické myslenie, hľadať príčiny, dôkazy a argumenty napr. rozdielnosť druhov z hľadiska potravy a prostredia, súvis potravného typu a mikrohabitatu.

Matematické kompetencie a základné kompetencie v oblasti vedy a techniky

- vedieť argumentovať a vyvodiť závery (ekologická charakteristika na základe vykonaných odberov, ekologický stav toku na základe vybraných parametrov),
- vedieť si vybrať podstatné informácie z pozorovaní a výkladu,
- uviesť príklady praktickej aplikácie poznatkov (v oblasti hodnotenia vôd, biodiverzity rastlín a živočíchov vo vodných ekosystémoch),
- funkčne využívať východiskové poznatky, získané vedomosti a zručnosti, napr. stanoviť pôvodcu eutrofizácie v rieke, stanoviť ekologický stav na základe vybraných parametrov a diverzity druhov, nároky druhov na kvalitu vody a pod.

Digitálne kompetencie

- vyhľadať informácie a obrázky druhov bentických bezstavovcov na internete,
- vytvoriť prezentáciu o jednom živočíchovi, ktorý sa nachádzal v hydrobiologickom materiáli odobratom z dna vodného toku.

Iniciatívnosť a podnikavosť

- schopnosť pracovať samostatne (vyplniť protokol, vytvoriť prezentáciu).

Východiskové poznatky

ISCED 2:

5. ročník, **Téma:** Život vo vode

ISCED 3A:

1. ročník, **Téma:** Život a voda

Poznať a vedieť používať pojmy: *ekologický faktor, ekologické podmienky, zdroje vodného ekosystému (autochtónne a alochtónne), ekologický priestor, ekologická nika (fundamentálna, realizovaná), ekologická valencia, štruktúra, distribúcia, spoločenstvo, populácia.*

Vyučovacie metódy

- pozorovanie,
- výklad,
- opakovací rozhovor.

Vyučovacie prostriedky

Učebné pomôcky

- určovacie kľúče vodných rastlín a makrozoobentosu,
- protokoly,
- pracovné listy z minulej hodiny.

Digitálne technológie

- fotoaparát, pH meter.

ŠTRUKTÚRA EXKURZIE

CHARAKTERISTIKA EXKURZIE

Druh exkurzie

- komplexná medzipredmetová exkurzia (biológia, ekológia, chémia, geológia),
- kombinácia úvodnej a záverečnej exkurzie (cieľom je nielen zhromaždenie učebného materiálu a získanie prehľadu o učive, ktoré sa bude preberať, ale aj upevnenie a prehĺbenie vedomostí z minuloročného učiva).

Ciele exkurzie

- hlavným cieľom je aplikovať už osvojené poznatky z prvého ročníka premetu ekológia (zameraného na ekológiu jedinca, populáciu a spoločenstvo) pri exkurzii zameranom na vodný biotop (spojiť teóriu a prax),
- ozrejmiť a spojiť vedomosti žiakov zo všeobecnej ekológie s poznatkami z ekológie vodných ekosystémov,
- na základe odberov biologického materiálu z rôznych substrátov určiť habitatovú preferenciu bentických bezstavovcov a potravové typy,
- pripraviť pre žiakov zaujímavejší úvod do vyučovania tematického celku vodný ekosystém realizovaný v prírode spojený s vyhodnocovaním nazbieraného biologického materiálu.

OBSAH EXKURZIE

Exkurzia využíva a kombinuje poznatky z týchto tém:

- organizmus ako systém,
- ekologická valencia,
- životné prostredie a jeho zložky,
- abiotické faktory prostredia a ich vplyv na organizmy,
- populácia a vlastnosti populácie,
- vzťahy v populácii,
- štruktúra spoločenstva,
- dynamika spoločenstiev,
- voda ako biotop,
- spoločenstvá vôd, jednobunkovce, fytobentos a makrofyty,
- bentické bezstavovce a ich ekologické charakteristiky,
- klasifikácia tokov,
- teória riečneho kontinua,
- hodnotenie vodných ekosystémov,
- biodiverzita organizmov a príčiny ohrozenia.

MIESTO KONANIA EXKURZIE

Na exkurziu je vhodné zvoliť vodný tok pstruhového alebo lipňového charakteru, prípadne plytší úsek kaprového toku nachádzajúci sa v blízkosti školy. Daný úsek by mal zahŕňať väčšinu typov substrátu, vodné rastliny, do vody popadané lístie a korene, tiež striedanie prúdov a tíšin. Ideálny je nižší stav vodnej hladiny bez zákalu.

ČASOVÝ PLÁN EXKURZIE

1. **Úvodná hodina** – zopakovanie kľúčového učiva využitého pri exkurzii a oboznámenie žiakov s cieľom, obsahom a miestom exkurzie a inými dôležitými organizačnými a bezpečnostnými prvkami.

Model úvodnej vyučovacej hodiny je súčasťou samostatnej prípravy na vyučovanie.

ÚVODNÁ VYUČOVACIA HODINA

Na úvodnej hodine si žiaci zopakujú učivo zo všeobecnej ekológie, ktoré je spracované formou interaktívneho pracovného listu vytvoreného v programe MS Word. Žiaci si na tento účel donesú svoje poznámky zo všeobecnej ekológie, prípadne im učiteľ poskytne vhodnú literatúru, no môžu využívať aj internet. Úlohou žiakov je vypracovať pracovný list s využitím dostupných zdrojov a zaslať ho na učiteľov e-mail do konca vyučovacej hodiny.

Úlohou učiteľa je čo najrýchlejšie poskytnúť žiakom spätnú väzbu, tzn. skontrolovať a odoslať im opravené pracovné listy s pripomienkami na dopracovanie v najbližších dňoch. Skompletizovaný pracovný list si žiaci doma vytlačia a donesú na exkurziu, kde im pomôže pochopiť a spojiť osvojené poznatky zo všeobecnej ekológie s novými poznatkami z témy vodných ekosystémov.

Okrem teoretickej prípravy na exkurziu sú žiaci oboznámení s cieľom, obsahom a miestom exkurzie. Sú im podané informácie o tom, čo si majú so sebou zobrať (pomôcky, oblečenie, strava, lieky, písacie potreby a pod.) a taktiež sú oboznámení s úlohami, ktoré budú v rámci exkurzie riešiť a ako bude exkurzia hodnotená.

2. Exkurzia (ukážka časového harmonogramu)

Plánovaný odchod spreď školy	8:00
Presun	30min.
Príchod k miestu exkurzie	8:30
Úvod – privítanie žiakov, oboznámenie s cieľmi exkurzie	10min.
Oboznámenie s materiálom a pomôckami	5min.
Vodný tok a jeho charakteristika	15min.
Fyzikálno-chemické vlastnosti toku	20min.

Hydromorfologické vlastnosti toku	25min.
Zdroje energie vodného toku	15min.
Predpokladaný čas vyplnenia charakteristík vodného toku	10:00
Desiatová prestávka	30min.
Začiatok ďalšej časti	10:30
Spoločenstvá na hladine	5min.
Spoločenstvá v stĺpci	10min.
Spoločenstvá na dne	
Fytobentos	10min.
Makrofyty	15min.
Makrozoobentos	60min.
Predpokladané ukončenie tejto časti	12:15
Zosumarizovanie výsledkov odberu fauny	7min.
Záverečné zhodnotenie, oboznámenie s ďalšími úlohami	8min.
Predpokladané ukončenie exkurzie	12:30

EXKURZIA

ROZDELENIE ŽIAKOV

Maximálny počet žiakov pri realizácii exkurzie je 15. Pokiaľ je trieda väčšia, je potrebné žiakov rozdeliť v teréne na polovicu. Tomu je potrebné prispôbiť aj počet pedagógov a materiálne vybavenie skupiny zdvojnásobiť. ďalšou alternatívou je ísť s polovicou žiakov do terénu a druhá polovica bude mať vyučovanie v triede, pričom pri ďalšom odbere sa skupiny vymenia.

ZOZNAM MATERIÁLU

Každý žiak si prinesie:

- pracovné listy z úvodnej vyučovacej hodiny,
- protokoly exkurzie,
- podložku na písanie, ceruzku, strúhadlo, gumu,
- vode odolnú fixku,
- plachtu, dáždnik alebo pršiplášť na ochranu pred dažďom,
- gumené čižmy, brodiace čižmy a pod.,
- vodu a občerstvenie,

- náhradné oblečenie (pre istotu),
- opaľovací krém, repelent.

Učiteľ má k dispozícii:

- menný zoznam žiakov s ich e-mailovými adresami,
- protokol o poučení žiakov o bezpečnosti s ich podpismi,
- povolenie na uskutočnenie odberu od Správy povodia,
- lekárničku,
- izotonický roztok kuchynskej soli,
- 70% lieh na fixovanie biologického materiálu,
- uzatvárateľné skúmavky a iné nádoby.

Potreby na odber vzoriek a hodnotenie toku

- gumené čižmy alebo brodiaky,
- väčšia biela miska,
- petriho misky (aspoň 10 ks),
- pinzety (10 ks)
- lupy(5 ks)
- sieť na odber bezstavovcov s mikroočkami,
- určovací kľúč pre makrozoobentos,
- určovací kľúč zameraný na vodné rastliny,
- pH meter / indikátory pH,
- atlas alebo mapu územia,
- fotoaparát,
- meter, pásmo.

DÔLEŽITÉ POKYNY, BEZPEČNOSŤ A SPRÁVANIE SA PRI EXKURZII

- exkurziu je potrebné oznámiť príslušnej „Správe povodia“ daného regiónu,
- skúmaný by mal byť len ten úsek vodného toku, kde žiaci môžu bezpečne brodiť, prípadne im treba vytýčiť, pokiaľ môžu do vody vstupovať,
- nikdy nenechávajte žiakov pri vode bez dozoru,
- dbajte o to, aby žiaci svojim vstupom do rieky zbytočne nestresovali organizmy v nej žijúce, vstup do toku je preto potrebné obmedziť len na odber vzoriek,
- do rieky vstupujeme a vychádzame z nej najlepšie z jedného miesta, aby sme zbytočne nepošliapali rastliny rastúce na brehu,
- upozornite žiakov na klzkosť kameňov na dne rieky,
- nevstupovať do vody, pokiaľ nevidíme na dno,
- do vody vstupujeme najprv za účelom odberu vzoriek, predtým vstupy neuskutočňujeme, alebo na inom mieste, ako je to, kde chceme odoberať biologický materiál,
- kamene, korene a iné materiály vynesené z vody vraciame späť do toku,

- so živočíchmi narábame opatrne a po preskúmaní ich vrátime späť do vody, učiteľ môže odobrať vzorky živočíchov na pozorovanie a fixovať ich v liehu,
- po ukončení exkurzie vyčistíme breh toku od odpadu do pripravených vriec.

PODMIENKY ÚSPEŠNÉHO ABSOLVOVANIA EXKURZIE

Podmienkou úspešného splnenia exkurzie je odovzdanie kompletne vyplneného protokolu a prezentácia jedného živočíšneho druhu, ktorý bol prítomný v rámci vykonaných odberov. Žiaci sa rozdelia do skupín na základe taxonomickej príbuznosti zvolených druhov makrozoobentosu. Každý žiak vytvorí prezentáciu bentického bezstavovca na 1 – 2 snímky, ktoré neskôr žiaci spoja do jednej prezentácie (napr. Podenky vodného toku).

Hodnotenie exkurzie

Protokol – 70 bodov

Prezentácia – 10 bodov

Protokol – rozdelenie bodov

- každý správne doplnený údaj – 1 bod

Všeobecná charakteristika vodného toku	max 6 b.
Fyzikálno-chemické vlastnosti	max 7 b.
Hydromorfologické vlastnosti	max 6 b.
Zdroje vo vodnom prostredí	max 2 b.
Spoločenstvá na hladine	max 2 b.
Spoločenstvá v stĺpci	max 8 b.
Fytobentos	max 4 b.
Makrofyty	max 5 b. (za druhy 2b.)
Makrozoobentos	
Správne vyplnená tabuľka 1	max 10 b.
Správne vyplnená tabuľka 2	max 10 b.
Záver	<u>max 10 b.</u>
	max 70 b.

Stupnica	70-61	1
	60-51	2
	50-41	3
	40-31	4
	30>	5

Prezentácia – rozdelenie bodov

Obsahová stránka	4 b.
Vizuálna stránka	3 b.
Prezentácia	3 b.

Stupnica	10-9	1
	8-7	2
	6-5	3
	4-3	4
	2-0	5

PRIEBEH EXKURZIE

Po príchode k vodnému toku sa žiaci môžu usadiť do trávy alebo na lavičky, ak sa nachádzajú na brehu. Učiteľ skontroluje, či majú všetci žiaci pracovné listy a protokoly. Na začiatku im pripomenie cieľ a obsah exkurzie, čo bude ich úlohou a ako majú pracovať v priebehu exkurzie.

Poznatky, ktoré žiaci pri práci s interaktívnym pracovným listom získali im majú pomôcť pri odpovedaní na učiteľove otázky a zjednodušiť tak zakomponovanie príkladov a pozorovaní do už osvojenej schémy. Príklady začlenenia tém do výkladu sa nachádzajú nižšie.

Okrem vyplňania protokolu si žiaci môžu robiť poznámky z učiteľovho výkladu do zošitov alebo na papier. Poznatky o charakteristikách vodného ekosystému a spoločenstvách jednobunkovcov, rias a makrofýť tak už nebude potrebné preberať v škole na samostatných vyučovacích hodinách.

Úlohou žiakov je odovzdať vyplnený protokol, ktorý majú za úlohu doma dopracovať podľa pokynov a prezentovať svoje poznatky o jednotlivých druhoch, ktoré sa nachádzali v odbere.

Na začiatku sa všetci účastníci exkurzie venujú všeobecnej charakteristike vodného toku, jej fyzikálno-chemickým a hydromorfologickým podmienkam. Za tým účelom sa uskutoční prvý odber vody. V tejto časti je vhodné spomenúť aj informácie o ekologických faktoroch, klasifikácii a hodnotení tokov, ekologickom priestore a niku, zdrojoch vo vodnom toku a vplyvoch človeka na vodný tok a jeho okolie.

Ďalšia časť exkurzie je zameraná na biologické zložky vo vode, ktorým sa venujeme hierarchicky, od najjednoduchších foriem jednobunkových rias až po bentické bezstavovce. V rámci tejto časti sú žiakom vysvetlené poznatky z tematických celkov populácia, spoločenstvo a hodnotenie vodných tokov na základe vodnej bioty. Najviac času je venovaného makrozoobentosu, ako jednej z najvýznamnejších skupín organizmov v rámci hodnotenia ekologického stavu vodných tokov. Exkurzia sa však prioritne nezameriava na exaktné hodnotenie ekologického stavu, ale na spoznanie skupín organizmov žijúcich na dne rieky a ich ekologickú charakteristiku.

V závere majú žiaci za úlohu, okrem doplnenia a dokončenia protokolov, vypracovať a prezentovať na ďalšej hodine jeden zo živočíšnych druhov, ktorý bol pri odberoch zaznamenaný.

PRÍKLAD ZAČLENENIA TÉM VŠEOBECNEJ EKOLÓGIE DO VÝKLADU A OBSAHOVEJ A DIDAKTICKEJ POSTUPNOSTI EXKURZIE

Prvotné hodnotenie kvality vody

Po príchode k vode nás hneď upúta farba vody a jej prípadný zápach, preto je vhodné hneď v úvode exkurzie zhodnotiť čistotu vody na základe jej farby a zápachu. Učiteľ sa môže opýtať žiakov na príčiny rôzneho sfarbenia vody a zápachu. Výsledok je potrebné zapísať do protokolu.

Ako by mala vyzerat' voda nenarušeného vodného toku z hľadiska farby a zápachu?

Mala by byť čistá, priehľadná a bez zápachu.

Učiteľ (alebo žiak) naberie vodu do bielej nádoby a všetci pozorujú jej farbu a zápach.

Čistá voda môže byť znečistená toxickými látkami. Hnedo sfarbená voda môže byť následkom organického znečistenia, či prívalového dažďa. Mnohofarebný lesk na hladine svedčí o prítomnosti olejov v toku. Pena na hladine môže byť prírodného rastlinného pôvodu (peľ, čiastočky pôdy), silné spenenie vody je spôsobované pracími prostriedkami. Zelené sfarbenie je spojené s prítomnosťou rias a siníc vo vode.

V prípade hnedo sfarbenej vody je opodstatnené sledovať počasie pred exkurziou a zaznačiť do protokolu.

Voda čistá môže mať mierny čerstvý zápach. Sírový zápach je spôsobený prienikom odpadových vôd alebo rozkladom živočíšnych tkanív, indikuje tiež nedostatok kyslíka vo vode. Rybací, zemitý alebo trávový zápach môžu byť spôsobené nadmerným nárastom rias, poukazujú na silné slnečné žiarenie alebo **eutrofizáciu** toku. Hnilobný, močkovkový zápach svedčí o silnom znečistení.

V súvislosti so zápachom a stavom fytozentosu a rias vo vodnom toku je vhodné opýtať sa žiakov na pojem eutrofizácia, aké sú jej príčiny a dopad na ekosystém.

Čo znamená pojem eutrofizácia?

Eutrofizácia je súbor procesov spôsobujúci nadmerný rast rastlín a rias zvýšením množstva anorganických živín vo vode, najmä dusíka a fosforu.

Ako sa prejavuje eutrofizácia vo vodnom ekosystéme?

Vyššia koncentrácia týchto živín podmieňuje rast a rozmnožovanie rias a vodných rastlín vo vode, a zvyšuje tiež množstvo fytoplanktónu. V stojatých vodách sa preto prejavuje sýtozeleným sfarbením, v tečúcich premnožením rias a perifytónu na dne.

Aké negatíva má eutrofizácia pre ostatné organizmy?

Najmä znížením (spotrebou) obsahu kyslíka rozpusteného vo vode premnoženými zelenými riasami a rastlinami. Dochádza k narušeniu rovnovážneho stavu v potravinovom reťazci.

Čo spôsobuje eutrofizáciu?

Hnojenie pôd, splašky, rozkladné procesy, kyslé dažde.

Ekologické faktory, podmienky vo vodnom toku

Túto tému môžeme so žiakmi zopakovať už v úvodnej časti exkurzie pri vyplňaní fyzikálno-chemických a hydromorfologických podmienok.

Medzi organizmom a prostredím existujú určité vzťahy.

K výmene čoho všetkého dochádza medzi organizmom a prostredím?

Môžeme ich zhrnúť do týchto kategórií: výmena látok, energie a informácií.

Na vzťah organizmu a prostredia sa môžeme pozerať z niekoľkých hľadísk, pričom vychádzame k predpokladu, že organizmy môžu rásť, existovať a rozmnožovať sa v rozmedzí určitých hraníc podmienok prostredia. Tie nazývame limitujúce podmienky (faktory).

Čo sú ekologické faktory?

Sú to vlastnosti prostredia, ktoré majú priamy vplyv na prvky ekosystému a charakter ich vzájomných vzťahov.

Ako sa rozdeľujú ekologické faktory?

Podmienky prostredia a zdroje prostredia.

Ktoré podmienky (faktory) vodného prostredia sú limitujúce pre organizmy v nej žijúce?

Rozdeľujú sa na **biotické** (pochádzajú zo živej prírody) a **abiotické** (fyzikálno-chemické, hydromorfologické, meteorologické a pod.).

Ktoré abiotické faktory vplývajú na organizmy vo vodnom toku?

Vlastnosti vyznačené kurzívou boli riešené v jednej z úloh pracovného listu v úvodnej hodine.

Fyzikálne a chemické. Z fyzikálnych je to hustota, viskozita, adhezívne a kohezívne vlastnosti, povrchové napätie vody, *teplota vody, prúdenie vody, priechodnosť slnečného žiarenia, zákal, šírka koryta, hĺbka vody, zatienenosť, substrát (zloženie) dna*. Z chemických faktorov je to *množstvo rozpusteného kyslíka* vo vode a iných plynov (CO_2 , N_2), *zloženie a pomer anorganických solí a organických látok vo vode, hodnota pH*.

Ako sa menia fyzikálne parametre v toku od prameňa smerom k ústiu?

Spád toku ↓, rýchlosť prúdu ↓, šírka koryta ↑, teplota ↑, hĺbka vody ↑, zákal ↑, zatienenosť ↓, kyslík ↓, organické látky, anorganické soli.

Ktoré faktory vo vodnom prostredí patria medzi biotické?

Štruktúra spoločenstva mikroorganizmov, množstvo a druhové zloženie rias a vodných rastlín, biodiverzita vodných živočíchov.

Ekologická valencia

Aká je definícia pojmu ekologická valencia?

Je to rozmedzie podmienok prostredia, v ktorom druh môže existovať.

V pracovnom liste, ktorý si žiaci priniesli z úvodnej hodiny, majú obrázok grafu ekologickej valencie pre lepšie pochopenie. Túto tému je vhodné začleniť do výkladu po vyplnení ekologických podmienok v protokole.

Ako teplota ovplyvňuje organizmy žijúce vo vode?

Makrozoobentos a ryby patria k studenokrvným živočíchom, ktorých telesná teplota závisí od teploty vody. S teplotou tela závisí metabolizmus a aktivita jedinca. To je priamy vplyv teploty na organizmy. Teplota môže vplývať na organizmy aj nepriamo.

Akým spôsobom ovplyvňuje teplota organizmy vo vode nepriamo?

So vzrastajúcou teplotou vody klesá koncentrácia kyslíka v nej rozpusteného.

Existuje rozmedzie teplôt, v ktorých môžu určité druhy prežiť. Niektoré majú toto rozpätie široké, iné úzke.

Ekologickú valenciu je vhodné vysvetliť na konkrétnom príklade, napr. výskytu rýb pri určitej teplote, rýchlosti prúdu a pod.

Ekologická valencia vyjadruje náročnosť daného druhu na podmienky vo vodnom toku a jeho rozšírenie v toku. Druhy s nízkou valenciou patria medzi ekologicky náročné druhy ako napríklad larvy pošvatiek. Druhy so širokou ekologickou valenciou, ako larvy pakomárov patria medzi druhy nenáročné, hojne sa vyskytujúce a obývajúce aj značne narušené vodné toky.

Adaptácie

Adaptácie môžeme v krátkosti spomenúť zo všeobecného hľadiska, adaptácie konkrétnych druhov budú preberané neskôr.

Podmienky prostredia nie sú stále, sú dynamické, neustále sa menia, preto sa im organizmy museli adaptovať.

Aké formy adaptácií poznáme?

Morfologické, fyziologické a behaviorálne.

Ekologický priestor a ekologická nika

Túto tému zaradíme do výkladu po určení substrátov nachádzajúcich sa v rieke.

Organizmy žijú v priestore. V matematike je priestor charakterizovaný osami x, y, a z. Organizmy však vnímajú podmienky v ktorých žijú, preto môže byť ich priestor charakterizovaný napr. fyzikálnymi podmienkami.

Ako sa nazýva priestor charakterizovaný podmienkami?

Ekologický priestor.

Žiaci prídu k brehu vodného toku, kde im učiteľ ozrejmí pojmy súvisiace so životným priestorom vodných organizmov.

Predstavte si živočícha žijúceho vo vode. Ktoré faktory vymedzujú jeho ekologický priestor?

Spredu – rýchlosť prúdenia vody a potrava u niektorých druhov,

Zospodu – štruktúra a charakter dna, potrava,

Z bokov – výška stĺpca, s tým súvisí intenzita slnka, zákal,

Okrem toho sú prítomné aj ďalšie faktory, ktoré nevidíme a súvisia s chemizmom vody.

Organizmy neobývajú celý ekologický priestor, ale iba jeho časť ohraničenú zónami tolerancie (optimálne podmienky v grafe ekologickej valencie), kde organizmus plní svoju funkciu v ekosystéme. To sa nazýva **ekologická nika**. Tá sa ešte rozdeľuje na ekologickú niku, v ktorej je organizmus potenciálne schopný žiť (fundamentálna), a tá v ktorej organizmus skutočne žije (realizovaná), ktorá je menšia. Ekologickú niku môže tvoriť habitat. Pokiaľ hovoríme o stanovisku organizmu ide o **priestorovú niku**, ak je kritériom potrava ide o **trofickú niku**.

Ekologické faktory, zdroje vo vodnom toku

Energetické zdroje patria do skupiny ekologických faktorov a nie je ťažké určiť, ktoré v rieke prevažujú podľa zatienenia, množstva fytozobentosu a rias a pod. Konkrétne určiť predchádza krátka teória o zdrojoch prostredia. Učiteľ môže dať žiakom zistiť tento údaj na základe teoretických poznatkov.

Charakterizujte zdroje prostredia.

Sú to zložky prostredia, ktoré organizmus spotrebúva (prijíma) a zabudováva do svojej biomasy. Zdroje sú dôležité pre prežitie všetkých druhov. Už samotný priestor v ktorom sa organizmus nachádza môže byť považovaný za zdroj prostredia, pretože organizmy si väčšinou obsadzujú miesto, ktoré je v rovnakom čase nevyužiteľné inými organizmami.

Zdroje rozdeľujeme na **vonkajšie** (autochtónne) a **vnútorné** (alochtónne).

Čo patrí medzi vonkajšie zdroje energie?

Napadané lístie a konáre do vody.

V ktorom úseku/pásme vodných tokov prevažujú autochtónne zdroje?

V horných úsekoch, prípadne horských až podhorských potokoch, kde je vysoké zatienenie toku stromami, čo obmedzuje primárnu produkciu v toku.

Čo patrí medzi vnútorné zdroje?

Primárna produkcia rias a vodných rastlín.

Druhy organického materiálu:

CPOM

FPOM

DOM

Druhy biologického materiálu sú opísané v prezentácii Teória riečneho kontinua (snímka 8 a 10).

Na obrázku (snímka 10) vidíte priebeh premeny hrubého organického materiálu (CPOM) na jemný (FPOM) až rozpustený organický materiál (DOM).

Aký je rozdiel medzi podmienkou a zdrojom prostredia z hľadiska využitia organizmom?

Podmienky sú také ekologické faktory, ktoré sa pri využívaní organizmom nespotrebovávajú a sú dostupné aj pre iné organizmy (teplota, svetlo).

Zdroje sú také ekologické faktory, ktoré sa pri využívaní organizmom spotrebúvajú a teda pre iné organizmy sa stávajú nedostupné. Sú predmetom súťaže, čiže kompetície.

Spoločenstvá vodného toku.

Spoločenstvá sú už pre žiakov novou témou. V rámci nej sú zopakované poznatky z teórie populácií a spoločenstiev, ktoré sú prevažne riešené v rámci makrozoobentosu.

Čo znamená pojem spoločenstvo?

Je to zoskupenie populácií druhov všetkých organizmov žijúcich spoločne na danom mieste v danom čase.

Aký je odborný výraz pre pojem spoločenstvo?

Biocenóza.

Biocenózu považujeme ju za organizovaný celok, ktorí tvorí spoločenstvo živočíchov (zoocenóza), rastlín (fytocenóza) a spoločenstvo mikroorganizmov, medzi ktorými sú navzájom podmienené priestorové a funkčné vzťahy.

Z každého hľadiska je spoločenstvo otvorený systém a hranice medzi prechodom jednotlivých spoločenstiev vo vode majú charakter postupného prechodu.

Spoločenstvá vodného ekosystému majú svoje usporiadanie. Rozlišujeme **vertikálnu** a **horizontálnu štruktúru**.

Horizontálna a vertikálna štruktúra sa dá určiť vo vodnom ekosystéme na základe výskytu organizmov vo vodnom stĺpci a napríklad na rôznych substrátoch riečneho dna.

Čo predstavuje vertikálnu štruktúru riečneho ekosystému?

Vertikálnu štruktúru vodného ekosystému predstavuje vodný stĺpec. Takto môžeme rozdeliť organizmy žijúce na hladine (neustón), vo vodnom stĺpci (planktón) a na dne (bentos).

Čím je určená horizontálna štruktúra vodného toku?

Horizontálna štruktúra je určená usporiadaním populácií druhov na určitej ploche, napríklad mikrohabitaty, alebo vo väčšej mierke rozdiely medzi spoločenstvami úsekov vodného toku.

Horizontálna štruktúra

Žiaci si v priebehu výkladu zapisujú dôležité poznámky do protokolu, kde sú na ne vyčlenené miesta. Týkajú sa najmä rozdelení, zložiek, podmienok výskytu a funkcií.

Na hladine: Neustón

Je to typ spoločenstva organizmov viazaných na vodnú blanku. Patria sem väčšinou drobné organizmy, ale aj larvy komárov a potápnikov, ktoré sú zavesené pod vodnou hladinou pomocou dýchacích sifónov.

Nachádza sa neustón v tečúcich aj stojatých vodách?

Väčšia diverzita je v stojatých vodách, ale nájdeme ho aj v pomaly tečúcich úsekoch nížinných riek a v mŕtvych ramenách.

Medzi živočíchmi využívajúce tento priestor len dočasne patria vodné ulitníky a vodné bzdochy dýchajúce vzdušný kyslík. V riekach sa pomerne často stretneme s korčuliarkou obyčajnou (*Gerris lacustris*), ktorá má hydrofóbne chlípky na končatinách, ktoré jej pomáhajú sa udržať na hladine.

V stĺpci: Planktón

Čo je to planktón?

Spoločenstvo organizmov vznášajúce sa vo vodnom stĺpci bez schopnosti pohybu, alebo so značne obmedzenou schopnosťou aktívneho pohybu.

Ako rozdeľujeme planktónne spoločenstvo?

Bakterioplanktón, fytoplanktón a zooplanktón.

Bakterioplanktón je dominantnou zložkou vyskytujúcou sa v stĺpci vodných tokov.

Aká je funkcia bakterioplanktónu?

Zabezpečuje rozkladné procesy organickej hmoty vo vode a zároveň sa nachádza na najnižšom stupni potravného reťazca.

Fytoplanktón

- charakterizuje typy vôd a podáva obraz o kvalite vodného prostredia.

Ktoré organizmy sem patria?

Hlavnými zložkami fytoplanktónu sú rozsievky, sinice a zelené riasy, ktoré v určitých prípadoch tvoria okom viditeľné kolónie.

Ktoré fyzikálne podmienky ovplyvňujú existenciu fytoplanktónu v tečúcich vodách?

Svetlo (podmienka fotosyntézy), teplota, živiny a rýchlosť prúdenia vodného toku.

Môže sa fytoplanktón vyskytovať v rieke?

Môže, riečny fytoplanktón je však výsledkom unášania týchto drobných autotrofných organizmov z riečneho dna (bentosu), prípadne ramien alebo vodných nádrží. Pravý riečny planktón sa vyvíja iba v pomaly tečúcich nížinných riekach a stojatých vodách.

Podľa čoho spoznáme prítomnosť fytoplanktónu vo vode?

Zelené zakalenie vody je spôsobené prítomnosťou rias, tmavozelené zafarbenie však poukazuje na nadmerný rast, ktorý môže byť spôsobený **eutrofizáciou** spôsobenou hnojivami alebo inými odpadovými látkami.

Aj na základe fytoplanktónu je možné hodnotiť ekologický stav vodného toku. Ich masový výskyt môže odrážať vplyv stresorov ako eutrofizácia, organické znečistenie, toxicita a zvýšenie kyslosti vody.

Zooplanktón

Ktoré živočíchy sú súčasťou zooplanktónu?

Prvky, vírniky, veslonôžky, perloočky a pod.

Čo je potravou zooplanktónu?

Fytoplanktónom, bakterioplanktónom a detritom sa živia filtrátori a prvokmi a vírnikmi predátori.

Zooplanktón je obmedzovaný zákalom (turbiditou) vody a rýchlosťou prúdu, preto sa vyskytuje v nížinných úsekoch vodných tokov.

Akú má zooplanktón funkciu?

Významný zdroj potravy aj veľkých vodných stavovcov (tolstolobiky, niektoré pleskáče a iné ryby) a fytoplanktón je zdrojom kyslíka a organického uhlíka.

Pri hodnotení kvality vodných tokov sa nevyužíva.

Na dne: Bentos

Čo je to bentos?

Spoločenstvo organizmov žijúcich na dne alebo v jeho povrchových usadeninách.

Rastlinstvo:

Žiaci majú za úlohu zozbierať vegetáciu nachádzajúcu sa vo vode. Pokiaľ nemajú vhodnú obuv (gumáky, brodiaky) materiál prinesie učiteľ. Ďalšou možnosťou je pozorovanie vegetácie, ktorá sa nachádza vo vodnom toku z brehu. Začneme od najmenšieho.

Kameň vytiahnutý z vody je pokrytý zelenkavým a slizovitým povlakom.

1. Perifytón (Fytobentos)

Čo je fytobentos?

Je to nárastové spoločenstvo fotoautotrofných organizmov tvorených baktériami, hubami, riasami a prvokmi žijúcimi na povrchu kameňov, či iných ponorených predmetov vo vode (sú epililitické). Najvyšší podiel pripadá rozsievkam.

Perifytón vytvára na dne biofilm, tvorený biomasou mikroorganizmov a ich výlučkov a má rôsolovitú štruktúru.

Akú má perifytón funkciu?

Je významným zdrojom potravy bentických organizmov a niektorých druhov rýb (podustva severná) a primárnym producentom biomasy. Je ním tvorených viac ako 80 % biomasy organického uhlíka vo vode. Okrem toho je tiež významným zdrojom kyslíka.

Od akých faktorov závisí výskyt a rozvoj perifytónu na dne?

Od svetla, teploty, živín, prúdu, hĺbky a substrátu. Negatívne ho ovplyvňuje obrusovanie vplyvom povodní a spásanie bentickými živočíchmi.

Práve nárastové rozsievky sú považované za významné indikátory acidifikácie, eutrofizácie, organického znečistenia a klimatických zmien. U nás sa fytobentos ako indikátor v rámci hodnotenia ekologického stavu riek využíva veľmi málo, hoci v sebe spája niekoľko výhod.

Učiteľ môže odobrať vzorku rias spolu s vodou do skúmavky. Na ďalšej hodine alebo na hodine laboratórnych cvičení z biológie môže slúžiť k pozorovaniu rôznych druhov a typov stielok rias pod mikroskopom.

Riasy a iné makrofyty vyskytujúce sa vo vode.

2. Makrofyty

Čo všetko zaraďujeme medzi makrofyty?

Cievnaté rastliny, machy a niektoré riasy dosahujúce väčších rozmerov (chary), ktoré sú určitú dobu alebo pravidelne ponorené vo vode, plávajú na hladine alebo sú vynorené.

Ktoré ekologické faktory podmieňujú výskyt a rozšírenie makrofýt?

Geografické a klimatické pásmo, teplota (teplomilné a chladnomilné druhy), prúdenie vody, transparenta (priehľadnosť), hĺbka vody, pH a substrát dna.

Pomocou kľúčov na určovanie rastlín žiaci určia druhy makrofýt rastúcich vo vodnom toku, pokiaľ sa tam nachádzajú a zapíšu ich do protokolu.

Hodnotenie vodných tokov na základe makrofýt prebieha najmä v nížinných tokoch, kde sa vyskytujú vo väčšej miere.

Vo všeobecnosti môžeme povedať, že machy a perifytón prevládajú vo vyšších úsekoch vodných tokov, makrofyty v stredných úsekoch a ramenách, kanáloch, zátokách a popri brehoch nížinných riek a fytoplanktón sa rozvíja vo veľkých nížinných riekach.

Makrozoobentos

Ktoré taxonomické skupiny zaraďujeme medzi makrozoobentos?

Hubky (*Porifera*), ploskulice (*Turbellaria*) mäkkýše (*Mollusca*), mnohoštetinavce (*Polychaeta*), máloštetinavce (*Oligochaeta*), pijavice (*Hirudinea*), kôrovce (*Crustacea*), podenky (*Ephemeroptera*), vážky (*Odonata*), pošvatky (*Plecoptera*), bzdochy (*Heteroptera*), vodnárky (*Megaloptera*), sieťokrídlavce (*Plannipenia*), chrobáky (*Coleoptera*), potočníky (*Trichoptera*), komárovité (*Culicidae*), pakomárovité (*Chironomidae*), muškovité (*Simuliidae*), iné dvojkrídlavce (iné *Diptera*) a machovky (*Bryozoa*).

Vodné bentické bezstavovce sú jednou z najdôležitejších skupín využívaných po celom svete na hodnotenie ekologického stavu.

Prečo sa na hodnotenie ekologického stavu vodných tokov využíva najmä makrozoobentos?

Citlivo reaguje na krátkodobé aj dlhodobé zmeny v chemizme a iných narušení vo vodnom toku.

Aké sú funkcie makrozoobentosu?

Sú základnou zložkou potravy stavovcov, ovplyvňujú procesy rozkladu organickej hmoty a samočistenia vôd a sú významnými indikátormi čistoty.

Keď sa pozriete na dno toku, zistíte, že nie všade má rovnaké zloženie. Na jednom mieste sa nachádza viac piesčitých nánosov, na inom veľké balvany, v plytčinách sú zakorenené riasy, v blízkosti brehov korene stromov atď. Takýmto malým miestam, ktoré sú charakteristické zložením a veľkosťou substrátu hovoríme mikrohabitat. Mikrohabitat predstavuje aj jeden kameň vo vode, či spadnutý konár pri brehu, na ktorom sú zachytené listy.

Aké typy mikrohabitatov sa nachádzajú v našom úseku vodného toku?

Psamál (piesok), akál (drobný štrk), mikrolitál (štrk), mezolitál (menšie kamene), makrolitál (skaly), megalitál (balvany), argylál (íl), pelál (bahno), fytál (vodné rastliny), xylál (drevo).

Na základe toho, ktorý mikrohabitat je daným druhom preferovaný, označujeme ho s príponou (-filný – psamofilný, pelofilný, argyofilný, fytofilný, xylofilný, litofilný je označenie druhu preferujúceho všetky typy skalného substrátu).

Žiaci alebo učiteľ odoberú postupne biologický materiál z rôznych typov substrátov a po každom odbere vyhodnotia biologický materiál tak, že pomocou kľúčov zaradia jednotlivé druhy príslušným taxonomickým skupinám (stačí do čeladi u hmyzu). Výsledky zapíšu do tabuľky 1 v protokole.

Z výsledkov vyplýva, že jednotlivé druhy sa vyskytujú masovejšie v určitých typoch habitatov (napr. v piesku), zatiaľ čo v iných sa nenachádzajú vôbec (napr. na rastlinách a riasach).

Každý druh preferuje len niektoré typy mikrohabitatov, ktoré mu vyhovujú z mnohých hľadísk (zdroj potravy, spôsob príjmu potravy, úkryty, morfológia tela a pod.).

Preto habitaty predstavujú spoločenstvá s rozdielnou biodiverzitou druhov a zložením populácií.

V rámci makrozoobentosu je vhodné zopakovať teóriu o populáciách, charakteristike a vlastnosti populácií a niektoré vlastnosti rozobrať detailnejšie.

Populácia

Čo je to populácia?

Je to súbor jedincov jedného druhu všetkých vývinových stupňov, ktoré spolu žijú v určitom priestore a čase.

Každá populácia sa vyznačuje rôznymi charakteristikami. Ktoré vlastnosti populácie patria medzi základné?

Veľkosť, hustota, distribúcia (priestorová štruktúra), štruktúra (veková), a dynamika populácie. Z nich sa pri hodnotení sledujú len niektoré parametre populácie. Každý parameter sa dá vypočítať jednoduchým alebo zložitejším vzorcom.

Čo vyjadruje veľkosť populácie?

Celkový počet jedincov v populácii. Môžeme ju stanoviť vzhľadom na celý tok rieky, čo by však nebolo uskutočniteľné.

My však môžeme stanoviť veľkosti populácií druhov na základe odobratia viacerých vzoriek z jednotlivých habitatov napríklad v úseku 100 metrov.

Tento údaj sa považuje za hustotu populácie.

Aký je medzi nimi rozdiel?

Hustota je množstvo jedincov populácie na určitú plošnú alebo objemovú jednotku.

Ako sa prakticky vyjadruje hustota jednotlivých druhov?

Nevyjadrujeme ju v jednotkách napríklad 5 ks/50 m², ale len približný výskyt termínom zriedkavý, hojný, priemerný a podobne.

Vo vzorkách sa vyskytujú rôzne druhy lariev a imág makrozoobentosu. Úlohou žiakov je z výsledkov určiť preferencie druhu k typom mikrohabitatu podľa veľkosti populácií v nich zastúpené. Následne žiakom vysvetlíme distribúciu ako vlastnosť populácie.

Čo je to distribúcia?

Priestorová štruktúra populácie.

Rozoznávame tri typy distribúcie: náhodnú, rovnomernú a zhukovitú.

Ktorý typ distribúcie predstavujú živočíchy vo vode?

Zhlukovitú.

Aký je medzi jednotlivými typmi rozdiel?

Náhodná je veľmi zriedkavá v prírode, vyskytuje sa tam, kde sú nehostinné podmienky alebo u druhov, ktoré nemajú sklon vytvárať zhuky.

Rovnomerná sa vyskytuje v prípade silnej konkurencie medzi jedincami. Napríklad v prípade veľmi teritoriálnych živočíchov sa rozmiestnia dochádza k rovnomernému rozmiestneniu.

Zhlukovitá distribúcia je v prírode takmer pravidlom. Živočíchy sa zhukujú v páry, čriedy, krdle, prípadne ako u bentických bezstavovcov podľa preferencií substrátu a potravy.

Pri odobratí makrozoobentosu sme zistili, že jedince toho istého druhu nie sú rovnako veľké. Každá populácia má svoju štruktúru.

Podľa čoho možno rozdeliť jedince rovnakých druhov?

Podľa veľkosti, veku (etilita) a pohlavia (sexilita).

Učiteľ ponorí sieť do vody a čaká 2 minúty. Po vytiahnutí by sa v sieťke, aj keď ju len ponoril, mali nachádzať vodné bezstavovce.

Dynamika spoločenstiev

Bentické bezstavovce nezaberajú celý svoj život len jedno miesto, aktívne sa pohybujú vplyvom rôznych faktorov. Tento pohyb nazývame migrácia.

Ktoré faktory môžu vyvolať zmenu habitatu u vodných lariev?

Vývin štádií u hmyzu, klimatické zmeny, prírodné katastrofy, chemické znečistenie, vyhýbanie sa predátorom, či iným stresorom.

Migrácie zabezpečujú rovnováhu v celoročnom oživení tokov.

Ktorými smermi živočíchov v rieke môžu migrovať?

Hore alebo dole prúdom.

Najčastejšou príčinou je strhnutie jedinca, ktorý je unášaný prúdom vody a stáva sa súčasťou biosestónu alebo driftu.

Drift je nepretržitou súčasťou osídľovacieho kolobehu, pri ktorom sú jedince prúdom strhávané do nižších úsekov rieky.

Drift rozdeľujeme na:

- konštantný (náhodné premiestňovanie),
- katastrofický (záplavy, znečistenie) – nepravidelný,
- behaviorálny (výsledok dennej aktivity) – periodický.

K čomu dochádza vplyvom driftu na určitom mieste/habitate?

K poklesu početnosti organizmov. Drift, ako súčasť kolobehu musí byť preto vyvážený (kompenzovaný).

Ako dochádza ku kompenzácii driftu?

Driftom z horných úsekov, kladením vajíčok imág a protiprúdovou migráciou.

Protiprúdová migrácia

Proti prúdu môžu migrovať larvy vo vode a to buď po dne (bentálom) alebo popod dno (hyporeálom – pri vyschnutí, zamrznutí, znečistení a pod.)
Imága môžu migrovať vodou a vzduchom.

POUŽITÁ LITERATÚRA

BEGON, Michael, HARPER, John L., TOWNSEND, Colin R. 1997. *Ekologie : jedinci, populace a společenstva*. Olomouc : Univerzita Palackého. ISBN 80-7067-695-7

GNOTH, Milan & Branislav PUPALA. 2003. *Vybrané kapitoly z pedagogiky I: Učiteľ a vyučovací proces*. Bratislava : Univerzita Komenského. ISBN 80-223-1803-5

KOVÁČ, Vladimír. 2008. *Ekológia : učebné texty*.

KVASNIČKOVÁ, Danuše & Jan ŠEVČÍK. 2004. *Základy ekologie*. Praha : Fortuna. ISBN 80-7168-902-5

MOJŽÍŠEK, Ľubomír. 1988. *Vyučovací metody*. Praha : SPN

ODUM, Eugen P. 1977. *Základy ekologie*. Praha : Academia

PETTY, Geoffrey. 1996. *Moderní vyučování*. Praha : Portál. ISBN 80-7178-978-X

ŠLÉGL, Jiří, KISLINGER, František, LANÍKOVÁ, Jana. 2002. *Ekologie: učebnice pro gymnázia*. Praha : Fortuna. ISBN 80-7168-828-2

TUREK, Ivan. 1997. *Zvyšovanie efektívnosti vyučovania*. Bratislava : Metodické centrum. Prvé vydanie. ISBN 80-88796-49-0

VIŠŇOVSKÁ, Jana, UŠÁKOVÁ, Katarína a kol. 2008. *Biológia 1: Svet živých organizmov*. Prvé vydanie. Bratislava : Expol Pedagogika. ISBN 978-80-8091-133-1