

1. delavnica - BIOTSKA RAZNOVRSTNOST REČNEGA EKOSISTEMA

Trajanje: 4 učne enote (4 šolske ure)
Učna enota: A) SPOZNAJMO LOKALNI VODOTOK, PRISOTNE VRSTE IN SKUPNOST
Cilji: • Dijaki se seznanijo s konceptom in potekom EkoAvantur, seznanijo se z gradivom, učnimi pripomočki. • Predstavitev cilja in metod delavnice. • Spoznajo rečno biodiverziteto, s poudarkom na bentoških vodnih nevretenčarjih. • Opazujejo okolico, habitate in skupnost ter prepoznavajo medsebojna razmerja (antropogene pritiske). • Ogled mesta vzorčenja in popis habitata in organizmov. • Ko osredotočimo pozornost na izkušnje dijakov (s predmetom preučevanja), spremenimo pristop učenja od učenja za vedenje k učenju za delovanje.
Učne metode: <i>verbalno tekstualna</i> – razlaga, razgovor, pripovedovanje, poslušanje, branje, pisanje, opazovanje <i>demonstrativno ilustracijska</i> – prikazovanje oz. demonstracija
Učne oblike: frontalna, individualna, skupinska
Učni pripomočki/sredstva: delovni list - 1. - 5. naloga, pisala, trdna podlaga, primerna obutev, list papirja
IZVEDBA UČNE URE <i>Pred začetkom aktivnosti predlagamo, da razred razdelite vsaj na 2 skupini, znotraj katerih naj poteka aktivna diskusija in razmišljanje. Vzročno mesto posamezne skupine naj tekom celotne delavnice ostane isto.</i> <i>Za lažje delo in predstavo predlagamo, da preučevano reko pred začetkom delavnice dijaki poiščejo na Zemljevidu Slovenije.</i> I. UVOD

Učence na delo pripravimo preko pogovora – kakšne so njihove osebne izkušnje z rekami oz. z reko, ki jo preučujejo. Ali poznajo njeno ime, kje izvira, se spomnijo kako reka izgleda, ko je suša in kakšna je, ko so vodostaji povišani? Katere živali in rastline so že opazili ob reki? Kaj jih zanima?

II. NALOGE DELOVNEGA LISTA

1. Zaznavanje okolja

Učence vprašamo o čutnih izkušnjah z reko, ter kakšne so le te? Učencem pojasnimo, da reka ni samo nekaj vidnega, ampak jo lahko doživimo z vsemi 5 čutili: vid, sluh, dotik, vonj in okus. Razložimo, kako vsak čut prispeva k temu, kako zaznavamo svet okoli sebe, in zakaj je pomembno razumeti te zaznave.

***Predlagamo, da dijaki nalogo rešijo v petih skupinah, kjer se člani posamezne skupine osredotočijo na en čut.*

Dijake spodbudimo, da pot do vodotoka raziskujejo skozi vseh pet čutil in svojo izkušnjo zabeležijo.

- a. **Vid:** učencem pokažemo različne slike rek in okolice. Dijaki naj opišejo, kaj vidijo (barvo vode, rastlinje ob reki, pokrajino, nebo, človeško grajene objekte na in ob reki itd.). Lahko vključimo tudi video posnetke reke v različnih letnih časih, da dijaki opazijo, kako se narava spreminja. Skico narišejo na list papirja.
- b. **Sluh:** dijakom predvajamo zvoke reke: npr. šumenje vode, žuborenje, veter skozi drevesa ob reki. Naj dijaki poslušajo in prepoznajo, kaj vse slišijo. Lahko se igrajo tudi z različnimi zvoki narave, tako da oponašajo ptice, škržate, veter, zvoke iz urbanega okolja, zvok vode ob padcu skozi jez ipd. Dijaki naj razmislijo o tem, kako se zvoki spreminjajo glede na to, ali je reka mirna ali hitra, ali je ob njej tišina ali živahen zvok narave ali zvok iz urbanega okolja ob reki, kmetijske dejavnosti ipd. Opišejo slišano.
- c. **Dotik:** pripravimo materiale, ki predstavljajo različne teksture, ki jih najdemo ob in v rekah: pesek, kamenje, mokra trava, drevesno lubje, odpadki, ki so jih odvrgli ljudje ipd. Dijaki naj se s prevezo čez oči dotikajo različnih tekstur in poskušajo opisati zaznave (hladno, mokro, mehko, hrapavo, topo ipd.). Zapišejo občuteno.
- d. **Vonj:** dijaki naj bodo pozorni na različne naravne vonjave (npr. eterična olja, posušene zeli, mokro lubje ipd.), ki jih lahko najdemo ob rekah (vonj po sveži vodi, travi, cvetlicah, drevesih, odplakah, vonjavah iz čistilne naprave ipd.). Zapišejo kar vonjajo.
- e. **Okus:** če je mogoče (odvisno od letnega časa) nabereмо sveže sadeže, sveža ali posušena zelišča ali drugo rastje, ki ga lahko najdemo ob rekah (npr. robidovje, divja zelišča ipd.). Zapišejo kaj okušajo.

2. Spoznavanje reke

O odgovorih na vprašanja dijaki razmislijo znotraj skupin (če ste o tem že govorili v uvodu) ali jih pri tem usmerja učitelj.

Poimenujemo vodotok, ki ga raziskujemo. Razmislimo, v katero povodje sodi (Črnomorsko ali Jadransko) in naštejmo imena rek v katere se izliva, preden pride do morja.

Primer1: Mura - Drava - Donava - Črno morje;

Primer2: Pšata - Kamniška Bistrica - Sava - Donava - Črno morje;

Primer3: Tolminka - Soča - Jadransko morje.

- a. Ponovimo, kaj je habitat določene vrste (življenjski prostor rastlinske ali živalske vrste) ter katera življenjska okolja in strukture lahko prepoznamo (ribja skrivališča med koreninami v strugi, tolmini, prodišča, skrivališča ob skalah, skrivališča pod potopljenimi debli, prehranjevalna prodišča,...).
- b. Opisno se pogovorimo o glavnih **značilnostih vodotoka** (kakšna je hitrost toka glede na prečni presek struge, je večja / manjša v različnih delih struge, barva vode (vpliv deževja in/ali globine), ocenimo organsko onesnaženost glede na poraščenost z algami, je hitro tekoč ali počasi tekoč...), **sediment** (tip in velikost: skale, kamni, prod, gramoz, mivka ter mulj - organska snov), ...

***Predlagamo, da si pri določitvi pokrovnosti, vidnosti dna, zasenčenosti in substratu vzamete 50 m odsek vodotoka, ga jasno opredelite in osredotočite le nanj. Najprej si ga dobro ogledate in opišite kaj vidite, nato pa s pomočjo delovnega lista določite kaj je prisotno in kaj ne.*

***Dodatne informacije: lesnato rastlinje kot so drevesa, reko senčijo in jo s tem hladijo ter preprečujejo pregrevanje in izhlapevanje struge, kar predvsem poleti neugodno vpliva na številne vodne organizme. Dodatno drevesa in grmišča z razvitim koreninskim sistemom ob vodotokih črpajo odvečna hranila in potencialne pesti/insekti/fungi/cide, ki se ob dežju iztekajo iz poljščin v reko ter na ta način še dodatno ščitijo reko. Pravimo, da so drevesa »koža« (zaščitni sloj) rek. Korenine dreves dodatno utrjujejo brežine, saj zadržujejo sediment in preprečujejo bočno erozijo, s tem pa izgubo plodovite zemlje. Dodatno nudijo skrivališča najrazličnejšim organizmom.*

3. Rečni in obrečni prostor

3.1. Poimenujte dele rečnega prostora na skici in poiščite, če ste kaj od naštetega opazili tudi na vašem vzorčnem mestu.



3.2. Osredotočite se na brežine reke – kakšne so (naravne ali regulirane) in na podlagi česa (vidnega) ste to določili?

Dijake spodbudimo k razmisleku, kako izgleda naravna struga v primerjavi z regulirano. Ali so prisotne strukture, kot na primer betonski zidovi, utrjeni bregovi, kot na sliki spodaj? Ali gledamo meandre in gosto drevesno vegetacijo? Pri tem ne pozabite, da par dreves še ne naredi gozda.

Dijake vodite, da bodo sami opazili kako pestrost življenjskih okolij, predvsem pa njihova ohranjenost, vpliva na lokalno biodiverzitetu. Kakšna je razlika v številu vrst na reguliranem in naravnem delu reke? Zakaj je takšna razlika? Ali obstaja povezava med lokalno pestrostjo življenjskih okolij in biodiverzitetu?

*****Predlog:** Ta ista vprašanja ponovimo na koncu 1. delavnice, ko bodo dijaki poznali tudi pestrost vodnih nevretenčarjev v reki. Omogočite diskusijo, glasno razmišljanje, sklepanje, primerjavo, nadgradnjo znanja in zavedanja o pestrosti/degradiranosti lokalnega okolja.*



Vir: Primer regulacije struge (kamnomet) vodotoka na Poljani. [Slemenšek d.o.o.](#)

4. Biotska raznovrstnost (raznolikost življenja ali biodiverzitetu)

4.1. Kaj je biotska raznovrstnost, tudi raznolikost življenja in s tujko biodiverzitetu? Ali je biodiverzitetu povsod na svetu enaka? Kako nanjo vpliva lokalna raznolikost življenjskih okolij?

Povzeto po Učbeniku Biologija 4 - Ekologija (Vogel Mikuš in Bavec, 2021): **Biodiverzitetu je bogastvo vseh življenjskih oblik na našem planetu in sicer o njej govorimo na več ravneh: genski, vrstni in ekosistemski. Biodiverzitetu na Zemlji se nenehno spreminja, saj v procesu speciacije nastajajo nove vrste, medtem ko druge vrste izumirajo.**

V splošnem velja, da med kompleksnostjo (pestrostjo) življenjskih okolij in biodiverzitetu obstaja pozitivna korelacija. Torej, bolj kot je okolje pestro, višja je biodiverzitetu.

*****Dodatne informacije:** Vrste imajo različne ekološke potrebe. Določene vrste so **tolerantne** na širok razpon različnih ekoloških razmer (na primer na širok temperaturni razpon, nadmorsko višino, koncentracijo kisika...), medtem ko so druge vrste izredno **občutljive** na specifične dejavnike v okolju oz. specifične ekološke razmere, kar pomeni, da uspevajo le ob točno določenih pogojih. Primer: nekatere vrste, ki jih bomo kasneje določali v poglavju Biotski indeks Trent (7. naloga), kot npr. vrbnice in enodnevnice, za svoje uspevanje potrebujejo visoko koncentracijo kisika v vodi, medtem ko trzače uspevajo tudi ob nižjih koncentracijah kisika. Trzače so torej tolerantna vrsta, vrbnice pa občutljiva. Ta njihova značilnost močno vpliva na to, v kakšnih habitatih jih bomo lahko našli/vzorčili.*

4.2. Ob vodotoku naštejemo živali in rastline, ki smo jih že kdaj opazili tu/vemo, da bivajo tu; opozorimo na vretenčarje (sesalci - vidra, bober, plazilci - močvirska sklednica, kobranka, belouška), dvoživke (različne vrste žab (krastača, rjava žaba, zelena žaba, rega, ..., močeradi, pupki), ribe (klen, kapelj, krap, pisanke, ščuka, sulec, potočna postrv,...), ptice (siva čaplja,

vodomec, štoklja, povodni kos, kvakač,...), nevretenčarje (mehkužci - školjke kot npr. potočni škržek; kolobarniki - npr. pijavke, maloščetinci; členonožci - npr. potočni rak); pomagamo si s priloženim *Določevalnim ključem (ob)vodnih organizmov*, da se dijaki seznani z vrstami.

5. Vpliv človeka (antropogeni vplivi)

5.1. Skupaj naštejemo antropogene pritiske in zgradbe/konstrukcije v bližini našega vzorčnega mesta (mostovi, utrjene brežine - kamnomet, prepusti, rečni pragovi, rečne zapornice, jez, hidroelektrarna, mlin, ribogojnica, čistilna naprava, ...).

5.2. Kaj prisotnost **rečnih ovir** pomeni za vrste, ki bivajo v reki, se po njej selijo in se v njej razmnožujejo?

***Za lažje razumevanje, predlagamo ogled brezplačnega videa »Vrnimo prost tok našim rekam« (https://www.youtube.com/watch?v=-UQeFk1Qm2E) - te teme bomo podrobneje obravnavali v 2. in 3. delavnici.*

5.3. In 5.4. Evtrofikacija

Težava številnih vodnih ekosistemov v Sloveniji je tudi prekomeren **vnos organskih hranil** različnih virov (neurejene kanalizacije, nedovoljeni izpusti tovarn, spiranje gnojil iz kmetijskih površin, pašna živina, ki ima direkten dostop do reke, ...). Hranila sicer v majhnih količinah ne predstavljajo težav, saj ima vsak vodotok samočistilno sposobnost, ki jo opravljajo rastline, mikroorganizmi in vodni nevretenčarji in so nujna za rast in razvoj živali in rastlin. Kadar pa so količine hranil (pre)velike pa pride do **eutrofikacije (preobremenjenost vodotoka s hranili)**. Posebej je opazna v gosto poseljenih območjih in območjih z intenzivnim kmetijstvom ter za hidroelektrarnami in drugimi ovirami (reka upočasni, izpostavljena vodna površina se dodatno segreje, hranila se kopičijo, razrastejo se nitaste alge, reka pridobi vonj po gnilem, na plitvejših delih je prisoten debel in gladek sloj mikroorganizmov, na dnu akumulacije prihaja do pomankanja kisika, poviša se izločanje toplogrednih plinov, itn.).

V stoječih vodnih telesih kot so jezera, je eutrofikacija posledica naravnega procesa zaraščanja in staranja (sukcesije).

5.5. Naštejemo lastnosti tujerodnih vrst (gre za vrste, ki so bile (ne/namerno) vnešene s strani človeka v nov ekosistem, kjer naravno ne bi obstajale; nekatere tujerodne vrste imajo potencial, da postanejo invazivne; nekatere tujerodne vrste nimajo vedno negativnega vpliva). Tujerodna vrsta postane invazivna, ko se hitro razširi v novi areal in tako dobro uspeva v naravnih habitatih, da s svojo prisotnostjo in pogostostjo povzroča opazne spremembe v strukturi in/ali funkciji ekosistema (hitra rast, hitro razmnoževanje, številni potomci); nimajo naravnih sovražnikov; so izjemno prilagodljive (generalisti); izpodrinejo domorodne vrste.

***Predlagamo dodatno gradivo: <https://www.tujerodne-vrste.info/tujerodne-vrste/>. Predlagamo, da učitelj dijake na koncu te učne ure, če jih ni že prej, razdeli v vsaj 2 skupini, da se bo vzorčenje*

izvedlo na vsaj 2 različnih mestih, da bomo lahko na koncu izvedli primerjavo ekološkega stanja/kvalitete vode med skupinama/skupinami.

5.6. Vse tujerodne rastline niso nujno tudi invazivne. Številne se nikoli ne razširijo in preživijo, če jih izpostavimo naravnim dejavnikom.

5.7. Ali so v bližini prisotne tujerodne vrste? (žlezava nedotika, ambrozija, japonski dresnik, signalni rak, nutrija, ...)

- Pogovorimo se o težavah povezanih s tujerodnimi vrstami (kompeticija za prostor (japonski dresnik tvori tako goste sestoje, da zasenči ostale domorodne rastline), hrano, zaradi hitre rasti in širjenja izpodrinejo domorodne vrste, lahko so vir za prenos bolezni (račja kuga pri rakih)

***Predlagamo opozorilo glede odgovornosti pri skrbi za domače ljubljenske (domačih ljubljencev se ne izpušča v naravo, saj gre pogosto za tujerodne/eksotične vrste, ki v interakciji z avtohtonimi vrstami v okolju tekmujejo za omejene vire, kot so hrana, življenjski prostor, itd.; prihaja lahko tudi do prenosa bolezni, parjenja med vrstami in nastanka križancev; kot npr.: zlata ribica in navadni koreselj);*

Učna enota: B) VZORČENJE VODNIH NEVRETEČARJEV

Cilji:

- Seznanijo se kaj pomeni ocenjevanje ekološkega stanja voda.
- Seznanijo se z načini vzorčenja vodnih nevretenčarjev.
- Preizkusijo metodo vzorčenja in naredijo popis dejavnikov, ki vplivajo na vzorčenje.
- Po samostojni izvedbi vzorčenja makroinvertebratov (nevretenčarjev; v skupinah) s pomočjo identifikacijskih ključev določijo različne skupine, sledijo protokolu za BI Trent.
- Glede na prisotne vrste/skupine izpolnijo tabelo za BI Trent in določijo indeks.
- Priprava kratkega povzetka rezultatov za diskusijo, po skupinah.
- Rešujejo probleme, ki zahtevajo zbiranje in urejanje podatkov, njihovo predstavitev ter branje in interpretacijo.
- Razvijajo znanstveno-kritično mišljenje.

Učne metode: *verbalno tekstualna* – razlaga, razgovor, pripovedovanje, poslušanje, pisanje, opazovanje

demonstrativno ilustracijska – prikazovanje oz. demonstracija

eksperimentalna – eksperimentiranje

izkustveno učenje – igra, praktično delo

Učne oblike: frontalna, individualna, skupinska

Učni pripomočki/sredstva:

delovni list - **6. in 7. naloga,**

vodne mreže za vzorčenje, banjica za pregled vzorca, pinceta, pipeta, žlica, plastenka s širokim grlom ali vedro, škornji, popisni list, svinčnik, določevalni ključ, po potrebi etanol za shranjevanje živali

IZVEDBA UČNE URE

I. UVOD

- Zakaj sploh spremljamo ekološko stanje voda?

Ljudje s svojim življenjem in delovanjem nenehno spreminjamo okolje okoli sebe. Naloga Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) je, da spremlja in vrednoti vpliv človeka na zrak, tla in vode (in o tem se tudi poroča na ravni Evropske Unije). Z izvajanjem monitoringa ekološkega stanja rek, jezer in morja spremljamo vpliv onesnaženja na te ekosisteme in njihovo spreminjanje skozi čas. Na podlagi podatkov monitoringa lahko potem predlagamo različne ukrepe za izboljšanje ekološkega stanja naših rek in potokov, kjer to ni najboljše, oziroma drugod ohranjamo dobro ekološko stanje voda in preprečujemo njegovo poslabšanje.

- Zakaj je vzorčenje (oz. konstanten monitoring) pomembno?

Vzorčenje nam zagotavlja osnovne podatke o pojavljanju vrst na določenem območju. S pomočjo podatkov o kakovosti voda lahko pripravimo in izvedemo učinkovite ukrepe za varovanje preučevanega okolja. Več večletnih meritev kot imamo, lažje zaznamo spremembe v okolju in se nanje odzovemo s primernimi naravovarstvenimi ukrepi.

- Kaj nam povedo rezultati **kemijskih analiz vode in rezultati vzorčenja vodnih nevretenčarjev?**

Bentoški nevretenčarji odražajo ekološke razmere posameznega vzorčnega mesta, vključno s hidromorfološkimi razmerami in fizikalno-kemijskimi lastnostmi vode. Sestava združbe nevretenčarjev je odraz naravnih danosti in najrazličnejših stresorjev: organskega in anorganskega onesnaženja ter hidromorfoloških sprememb vodnih ekosistemov. Kot taki so eden ključnih bioloških elementov za vrednotenje ekološkega stanja površinskih voda. Poleg vodnih

nevretenčarjev se za vrednotenje ekološkega stanja voda uporabljajo tudi fitobentos (pritrjene alge), makrofiti (vodne rastline) ter ribe.

***Predlog za dodatno gradivo – brezplačna spletna knjižica Ekološko stanje celinskih voda:*
<https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/ARSO/Vode/Stanje-voda/Ekolosko-stanje-celinskih-voda.pdf>

Bentoški nevretenčarji, ki se uporabljajo za spremljanje ekološkega stanja voda, so majhne živali, večje od 0.5 mm ki živijo na dnu vodotokov ali v sedimentu ter na potopljenih delih makrofitov v rekah in jezerih. Sem spadajo različne skupine nevretenčarjev, kot so mehkužci (poži in školjke), kolobarniki (pijavke, deževniki), žuželke (enodnevnice, vrbnice, vrbnice, kačji pastirji, dvokrilci, hrošči, stenice), raki in druge skupine – žive niti, hidre, nitkarji,...

Rezultati **kemijskih analiz** nam prikažejo trenutno stanje v okolju. Ravno nasprotno nam združba nevretenčarjev pove, kakšno je stanje v vodotoku v nekem daljšem obdobju.

- Kaj so indikatorske vrste?

Bioindikator je organizem, ki je občutljiv na spremembe v okolju in ki ga spremljamo za oceno (»indikacijo«) stanja določenega ekosistema. Številčnost, fiziološko stanje ali vedenje tega izbranega organizma ali skupine sorodnih organizmov (vrsta → rod → družina) odraža stanje okolja, ob dolgoročnem monitoringu pa tudi spremembo okolja, v katerem se nahaja. Uporabljamo jih pri ocenjevanju vpliva človeka na okolje v smislu onesnaževanja in krčenja življenjskega prostora organizmov.

II. NALOGE DELOVNEGA LISTA

Predlog: Dijaki naj na delovni list zapišejo vse podatke, ki jih določijo na terenu, hkrati pa tudi vse opombe in opazovanja. Kasneje jim bo to v pomoč pri diskusiji.

6. Vzorčenje vodnih bentoških nevretenčarjev

Postopek vzorčenja: glej delovni list

Časovno okno: marec – september (idealno obdobje)

Navodila za vzorčenje: (v OŠ poenostavite po zmožnostih razreda)

Na terenu oblikujte delovne skupine in določite vsaj dva rečna odseka (A in B), ki se med seboj vidno razlikujeta. Med njima je lahko bodisi infrastruktura, ki ima vpliv na rečni ekosistem (npr. nad/pod čistilno napravo, hidroelektrarno, iztokom kanalizacije, regulirana oz. naravna struga), bodisi sta odseka del različnih ekosistemov (npr. gozd/travnik). S tem želimo pokazati kako se združba bentoških nevretenčarjev spreminja glede na hidromorfološke, fizikalno-kemijske in druge abiotične dejavnike (pokrovnost, zasenčenost, sediment,...).

Ponovimo kaj je namen tovrstnih dolgoročnih monitoringov, s pomočjo katerih ugotovimo kakšno je ekološko stanje rek (Glej Učna enota B) ter razložimo, da navadno v vzorec, kjer imamo zbrane živali, dodamo etanol, ki živali v nekaj sekundah pomori, s čimer preprečimo njihovo trpljenje, pa tudi kasnejše gnitje, vzorec pa lahko pogledamo tudi več mesecev kasneje, saj je v ta proces vključenih več različnih znanstvenikov, ki se ukvarjajo le z določenimi skupinami nevretenčarjev.

- ❖ Znanstveniki v laboratoriju vzorce naprej sperejo, potem pa iz njih poberejo organizme, ki jih z lupo in mikroskopom določijo do družin, rodov oziroma vrst in tudi številčno ovrednotijo. Mi pa uporabljamo "naravni laboratorij", zato se bomo znašli z opremo, ki jo imamo na voljo.
 - V učilnici vsebino vedra pretresemo v banjice, da je vzorec bolje viden. Vanje nalijemo malo vode in s pincetami pregledamo vsebino. Vsaka skupina se loti svoje banjice. Organizme določimo do glavnih skupin, kot npr. vrbnice, enodnevnice, mladoletnice, vodni oslički, ...Dijaki naj na petrijevke razvrstijo skupine živali glede na podobnost. Živali iz istih skupin zdržite v isti petrijevki. Pri tem si pomagajte s slikovnim materialom. Zapišite opažanja.
 - Napotki za lažje določanje bentoških nevretenčarjev:
 - Opozorimo, da se različne razvojne faze iste vrste po izgledu razlikujejo - npr. jajčece - ličinke - odrasla žival.
 - S pomočjo ključa določimo ličinke enodnevnice, mladoletnic in vrbnic (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). Zapišemo pogostost pojavljanja/številčnost. Določimo torej glavne skupine. V naslednjem koraku podrobneje pogledamo te skupine in zapišemo, če imamo znotraj skupin tudi različne taksone (takson je umetno ustvarjen pojem in velja tako za npr. družine, vrste, kot podvrste).
 - Pozorni bodite na prisotnost postranic, vodnih osličkov, kačjih pastirjev, ploskih črvov, ličink trzače in drugih. Predvsem pri enodnevnicah, mladoletnicah, vrbnicah, kačjih pastirjih in še kakšnem organizmu lahko imamo več različnih vrst – vse to so novi taksoni.

Ko smo zaključili z razvrščanjem in štetjem se osredotočimo na Določanje vrednosti indeksa.

Predlog: Vzorčenje (Učna enota B) in določanje organizmov (Učna enota C) izvedite v dveh zaporednih učnih urah na isti dan, saj so živali zelo občutljive in ob pomanjkanju kisika in dvigu temperature hitro poginejo.

Določanje Biotskega indeksa Trent

Dijaki v skupinah in po korakih izračunajo ekološko stanje vodotoka, s pomočjo biotskega indeksa Trent.

BI Trent je preprost indeks, s katerim lahko ocenimo kakšno je ekološko stanje vodotoka. Bentoški nevretenčarji nam povejo predvsem kakšna je obremenjenost reke z organskimi hranili. Manj se jih uporablja za druge parametre (hidromorfologijo, fizikalno-kemijsko stanje,...). Ker zanj ne potrebujemo nobenega računanja, prav tako pa tudi ni potrebno zamudno določanje organizmov, je primeren za uporabo v šolah. Druge metode za izračun ekološkega stanja, ki jih znanstveniki še uporabljajo, so:

- fizikalno-kemijski parametri
- hidromorfologija
- fitobentos
- makrofiti
- prisotnost določenih ribjih vrst

Določanje vrednosti indeksa:

- Najprej v drugi vrstici obkrožite število, ki ustreza skupnemu številu vseh skupin živali, prisotnih v vzorcu (0-1; 2-5; 6-10; 11-15; <15). *Za primer: imamo 3 skupine, zato obkrožim skupino 2-5.*
- Pred tabelo si s križcem označite katere skupine živali so bile prisotne v vašem vzorcu (primer: enodnevnic, postranica, tubifeks). Pri teh skupinah obkrožite ali je bil prisoten en ali več taksonov (1 ali ≥ 2). *V namišljenem primeru imamo <2 enodnevnice, 1 postranico in 1 tubifeks).*
- V tabeli najvišje uvrščena skupina iz vzorca (v izbranem primeru je to enodnevnic, vrstica <2) določa vrstico, po kateri boste določili vrednost biotskega indeksa. Bodi pozoren na izbiro vrstice, saj je le ta odvisna od števila taksonov pri tej skupini (1 ali ≥ 2).

Končni rezultat:

- Za končno določitev indeksa poišči pravi stolpec, ki ustreza predhodno obkroženemu številu vseh skupin živali v vzorcu (v namišljenem primeru je vrednost indeksa 6).
- Rezultat je vrednost indeksa od 0 do 10, pri čemer višja vrednost pomeni boljšo kakovost vode.
- *Primer uporabe: V vzorcu smo našli 3 različne enodnevnice, postranice in tubifekse. Seštevek vseh skupin živali prisotnih v vzorcu je torej 3. Obkrožimo vrednost 2-5. Pred enodnevnic, postranico in tubifeksom naredimo križec, za lažjo predstavo katere skupine dejansko imamo v vzorcu. V tabeli ima od najdenih organizmov najvišjo vrednost enodnevnic. Opazili smo, da imamo 3 različne enodnevnice, to pomeni, da sta v vzorcu več kot 2 taksona (prva vrstica pri enodnevnicah). Tudi tega obkrožimo. Presek med obema obkroženima številoma je vrednost našega indeksa. Naša končna vrednost BI Trent je 6.*
- V spodnji preglednici na podlagi izračunanega BI Trent določimo oceno kakovosti voda (npr. dokaj dobra) in stopnjo organskega onesnaženja (šibko onesnaženje).

Ponovimo: Vsaka skupina organizmov (npr. vrbnice, enodnevnice, ...) ima drugačno občutljivost na onesnaženje. Višja ocena pomeni večjo občutljivost. Najbolj občutljive so ličinke vrbnic.

Izračun biotskega indeksa Trent

		Seštevek vseh skupin živali prisotnih v vzorcu				
	Obkroži: 	0-1	2-5	6-10	11-15	< 15
Skupina živali:		Vrednost biotskega indeksa Trent				
Vrbnice – ličinke	≥ 2 taksona	-	7	8	9	10
	1 takson	-	6	7	8	9
Enodnevnice - ličinke	≥ 2 taksona	-	6	7	8	9
	1 takson	-	5	6	7	8
Mladoletnice - ličinke	≥ 2 taksona	-	5	6	7	8
	1 takson	4	4	5	6	7
Postranica		3	4	4	6	7
Vodni osliček		2	3	4	5	6
Tubifeks in/ali rdeče trzače		1	2	3	4	-
Drugi nevretenčarji		0	1	2	-	-

		Celotno število skupin, prisotnih v vzorcu				
		0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	>15
Skupina (prisotnost)		Vrednost indeksa				
Vrbnice - ličinke	≥2 taksona	-	7	8	9	10
	1 takson	-	6	7	8	9
Enodnevnice - ličinke	≥2 taksona	-	6	7	8	9
	1 takson	-	5	6	7	8
Mladoletnice - ličinke	≥2 taksona	-	5	6	7	8
	1 takson	4	4	5	6	7
<i>Gammarus</i>		3	4	4	6	7
<i>Asellus</i>		2	3	4	5	6
Tubificidae in/ali rdeči Chironomidae		1	2	3	4	-
Nobeden od naštetih organizmov		0	1	2	-	-

Vrednost biotskega indeksa Trent	Ocena kakovosti vode	Stopnja organskega onesnaženja reke
0 - 2	Zelo slaba	Obsežno, močno organsko onesnaženje
3 - 4	Dokaj slaba	Srednje močno onesnaženje
5 - 6	Dokaj dobra	Šibko organsko onesnaženje
7 - 8	Dobra	Možno šibko onesnaženje

9 -10	Odlična	Ni organskega onesnaženja
Učna enota: C) DISKUSIJA REZULTATOV VZORČENJA IN ISKANJE VZROKOV/ REŠITEV V LOKALNEM OKOLJU		
Cilji: Predstavitev povzetka rezultatov za diskusijo, po skupinah. • Dijaki rešujejo probleme, ki zahtevajo zbiranje in urejanje podatkov, njihovo predstavitev ter branje in interpretacijo.		
Učne metode: <i>verbalno tekstualna</i> – razlaga, razgovor, pripovedovanje, poslušanje, poročanje, grafično delo, branje, pisanje, opazovanje, <i>demonstrativno ilustracijska</i> – prikazovanje oz. demonstracija		
Učne oblike: frontalna, individualna, skupinska		
Učni pripomočki/sredstva: delovni list (8. naloga) z rezultati vzorčenja, podlaga, pisalo		
IZVEDBA UČNE URE • Glavni del te zadnje ure bo predstavitev rezultatov, ki so jih zbrale različne skupine in diskusija. • Učence za potrebe predstavitve spodbudimo k vizualizaciji rezultatov - pripravijo lahko plakat, kjer v tabeli (narišejo s flomastri) primerjajo različna vzorčna mesta. Če imate možnost uporabe računalnika, lahko vse skupine vnesejo svoje podatke v Excelov graf. Za različne skupine uporabimo različne barve/vzorke za lažjo primerjavo. <i>Predlagamo, da se diskusija vodi preko <u>izkušnje učencev</u>, s postavljanjem vprašanj na konkretne prime in rezultate. Na ta način si skupaj oblikujejo zgodbo in osvojeno snov. <u>To je ključno za premik od znanja za vedenje k znanju za delovanje.</u></i> 5. Primerjava rezultatov in diskusija med skupinami		

Pri predstavitvi rezultatov imate proste roke – izberete lahko ustno predstavitev, pripravo plakatov in drug način predstavitve.

Predlagamo, da vsaka skupina pripravi svoj plakat in nanj vnese ključne podatke: podatke reke, čas vzorčenja, opis vzorčnega mesta (substrat, zasenčenost, ...), hidromorfološke značilnosti (naravna/regulirana struga), oceno kakovosti vode in stopnjo organskega onesnaženja. Po alinejah naj naštejejo interpretirajo dobljene rezultate. Predstavitvi naj sledi diskusija med skupinami.

- Skupini predstavi rezultate in povesta, če so se rezultati skladali z njihovimi začetnimi pričakovanji? Če ne, zakaj?
- Če vam je uspelo vzorčiti na 2 različnih mestih, izvedemo primerjavo med dvema mestoma in smo pozorni na razlike. Kakšne so razlike in skupni zaključki?
- Kaj vse menite, da vpliva na združbo vodnih nevretenčarjev?
- Iščemo razloge za konkretno ekološko stanje in identificiramo, ali gre za problem z onesnaženjem, poiščemo lokalne vire onesnaženja.

Ponovimo kaj pomeni, da je vrsta tolerantna ali občutljiva. Skupaj pridemo do ugotovitve, da npr. večja abundanca ličink trzač, organizmov, ki prenašajo višjo organsko onesnaženost, nakazuje na slabšo kvaliteto vode. Na drugi strani pa ličinke enodnevnice, ki so izredno občutljive na koncentracije kisika, temperaturo vode in organsko onesnaženost, potrebujejo točno določene ekološke razmere, ki nakazujejo na neonesnaženost vode.

Zaključek

- Delavnico zaključimo z refleksijo o tem, kako so se dijaki počutili ob doživljanju reke/narave. Delijo naj, kaj jim je bilo najbolj zanimivo, kateri čut jim je pomagal najboljše doživeti reko, in kako bi se počutili, če bi jim manjkalo katero od čutil.
- Kakšen je naš individualni in skupni vpliv na kvaliteto lokalnega vodotoka?
- Naštejte nekaj primerov aktivnosti, ki bodo pozitivno vplivali na ekološko stanje lokalne reke in jih skušajte uresničiti. Kaj bi bilo potrebno spremeniti? Kaj lahko stori razred (čistilna akcija, zasaditev dreves, ozaveščevalni članek v šolskem/lokalnem časopisu, ...).