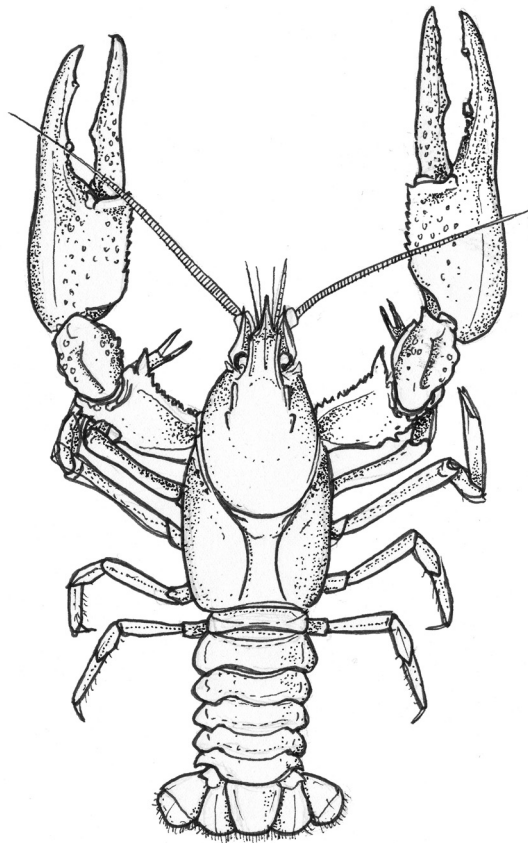


Prírodovedecká fakulta

Hodnotenie tečúcich vôd



Eva Bulánková, Viera Stloukalová

2012

Univerzita Komenského v Bratislave

Podakovanie:

Autori ďakujú za ilustrácie Veronike Holecovej a za finančnú podporu Grantovej agentúre KEGA.

Práca vznikla s podporou Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry MŠVVaS SR,
KEGA 073UK-4/2012

© Doc. RNDr. Eva Bulánková, CSc., Mgr. Viera Stloukalová, PhD.

© Ilustrácie: Veronika Holecová

Recenzenti:

ISBN

OBSAH

1. Úvod	5
2. História hodnotenia vôd.	6
3. Slovník odborných pojmov	7
4. Výskum tečúcich vôd	8
4.1. Organizácia výskumu	8
4.2. Vlastné hodnotenie	10
4.2.1 Všeobecné záznamy o toku	10
4.2.2 Chemicko-fyzikálne hodnotenie vody	11
4.2.3 Hydromorfologické hodnotenie.	21
4.2.4 Biologické hodnotenie	28
4.3. Význam dôležitých faktorov prostredia	35
5. Literatúra	45
6. Terénne protokoly	46

ÚVOD

„Voda nie je obyčajný tovar na predaj, ale zdedený majetok, ktorý treba chrániť, a treba s ním zodpovedne zaobchádzať.“

Toto je prvá veta Rámcovej smernice o vodách (RSV 2000/60 EHS), ktorá vyžaduje od všetkých členských krajín EU, aby do roku 2015 dosiahli povrchové i podzemné vody „dobrý stav“. Stav vôd povrchových vôd sa určuje na základe posúdenia ekologického a chemického stavu. Ekologické hodnotenie sa robí pomocou biologických prvkov, medzi ktoré patrí fyto-bentos a fytoplanktón, vodné rastliny (makrofyty), bentické bezstavovce a ryby. Porovnávame skúmané rastlinné alebo živočíšne spoločenstvo so spoločenstvom v nenarušených, t. j. referenčných tokoch. Referenčné toky nie sú ovplyvnené človekom alebo sú len minimálne narušené. Narušenie tokov môže byť spôsobené organickými alebo toxickými látkami a zmenami v morfológii tokov. Veľmi dobrý stav toku zodpovedá referenčnému stavu, dobrý stav znamená len nepatrné zásahy človeka a zanedbateľné odchýlky od nenarušeného stavu. Predkladaný materiál predstavuje jednoduchú metódu, ako môžeme pomocou makroskopických bentických bezstavovcov (makrozoobentosu) zistiť stav tečúcich vôd.

Publikácia je určená učiteľom a študentom stredných a vysokých škôl na výučbu ekológie a tým, ktorí potrebujú použiť jednoduchý postup na rýchle hodnotenie ekologického stavu tokov. Predkladaná publikácia nadväzuje na prvú časť Bentické bezstavovce, ktorá poskytuje informácie o základných taxónoch bezstavovcov a ich vlastnostiach. Táto časť sa zaoberá vlastným hodnotením stavu vôd. Práca bola vypracovaná v rámci riešenia projektu KEGA č. 073UK-4/2012 a v spolupráci s Dr. T. Kortem v rámci riešenia medzinárodného projektu AquaWis, ktorý bol podporený nadáciou Deutsche Bundesstiftung Umwelt.

2. HISTÓRIA HODNOTENIA VÔD

Vzťah medzi znečistením toku a rozličným zložením vodných organizmov ako prví opísali nemeckí vedci Kolkwitz a Marsson už na začiatku minulého storočia. V znečistených vodách sa vyskytovalo menej organizmov, ktoré dokázali prežiť aj pri malom obsahu kyslíka vo vode. Organické látky spotrebujú pri rozklade kyslík a pri veľkom organickom zaťažení dochádza k takmer úplnému nedostatku kyslíka a k hnilobným procesom. Na vyjadrenie takéhoto znečistenia Kolkwitz a Marsson zaviedli pojem sapróbne zóny (synonymum stupne). Vychádzali pritom z gréckeho výrazu sapros, čo znamená hnilobný. Vody, ktoré majú málo organických látok a sú nenarušené sa preto nazývajú xeno (xeno= cudzí, oligo = málo) až oligosapróbné. Mezosapróbné vody (mezo = stredný) predstavujú už narušenie menšieho (betamezosapróbné) alebo väčšieho stupňa (alfamezosapróbné vody). Polysapróbné vody majú veľa organických látok a málo kyslíka. Na základe výskytu organizmov v jednotlivých zónach saprobity stanovili Pantle a Buck v päťdesiatych rokoch minulého storočia sapróbny index, ktorý sa pohybuje v rozpätí: 1 – 4. Čím nižší je sapróbny index, tým väčšie nároky má druh na čistotu vody. Poznaním druhového zloženia spoločenstva sa na základe početnosti (hustoty) a sapróbneho indexu druhov dá vypočítať sapróbny index celého spoločenstva.

Medzi najznámejšie a najpoužívanejšie sapróbne indexy patrí sapróbny index podľa Zelinku a Marvana, ktorí zaviedli indikačnú váhu druhu, nadobúdajúcu vyššiu hodnotu u dobrých indikátorov. Ďalší český limnológ Sládeček, vytvoril zoznam organizmov s ich sapróbnymi indexami a váhami. Tieto údaje boli použité pri biologickom hodnotení vôd v Československej štátnej norme na hodnotenie kvality vôd. Sapróbný index sa používa aj v súčasnosti na posudzovanie organického znečistenia, vyžaduje však prácu mnohých expertov, ktorí vedú presne určiť vodné bezstavovce či fyto-bentos do druhu. Sapróbný index je súčasťou tzv. multimetrického indexu používaného na hodnotenie kvality povrchových vôd podľa RSV 2000/60 EHS.

Súčasťou multimetrického indexu sú aj iné indexy, medzi ktoré patrí index BMWP (Biological Monitoring Working Party), ktorý bol prvýkrát použitý vo Veľkej Británii v sedemdesiatych rokoch minulého storočia. Patrí k tým hodnotiacim indexom, na základe ktorých sa dá rýchlo a pomerne spoľahlivo určiť kvalita vody. Bezstavovce sa určujú do čeľadí, ktorým je pridelené skóre na základe vzťahu k organickému znečisteniu vody. Tento systém umožňuje posúdiť kvalitu vody aj na základe živých organizmov, preto sa hodí na prácu pre zaškolených študentov, žiakov či dobrovoľníkov. Spolu s hodnotením fyzikálno-chemických vlastností vody a hydromorfológie

podáva rýchlu informáciu o kvalite vody. Princípy tohto hodnotenia súčasne vychádzajú zo štandardizovaných metód pre RSV 2000/60 EHS.

Pri hodnotení ekologického stavu toku sa snažíme zodpovedať tieto otázky:

- Zodpovedá morfológická štruktúra toku prirodzeným podmienkam a poskytuje dostatok rozmanitých podmienok pre život makrozoobentosu?
- Je niva priľahlá k toku natoľko narušená človekom, že dochádza k výrazným zmenám v zložení spoločenstiev vodných organizmov?
- Vykazujú chemicko-fyzikálne faktory zhoršenie kvality vody, ktoré vedie k druhovému ochudobneniu vodných organizmov?
- Žije v skúmanom úseku toku spoločenstvo bentických bezstavovcov, ktorého zloženie je blízke prírodným podmienkam?

Ide o aktuálne otázky, ktoré skúmajú vedci a výskumní pracovníci v Európskej únii. Doterajšie výskumy poukazujú na to, že viac ako 70% tečúcich vôd na Slovensku nedosahuje v súčasnosti „dobrý ekologický stav“!

Zapojenie verejnosti do riešenia problémov týkajúcich sa vôd má pomôcť k zlepšeniu tejto situácie a tým k úspešnému uplatneniu cieľov RSV 2000/60 EHS.

K tomu má slúžiť aj predložená publikácia obsahujúca jednoduché a vedecky overené návody na hodnotenie stavu tečúcich vôd v našich podmienkach.

3. SLOVNÍK ODBORNÝCH POJMOV

CPOM (coarse particulate organic matter) - predstavuje organický materiál tvorený hrubými časticami (napr. lístie a konáre) a **FPOM** (fine particulate organic matter) - predstavuje organický materiál z jemných častíc (organické usadeniny). Pochádza z pobrežnej vegetácie, môže byť prinášaný z vyšších úsekov toku alebo je výsledkom biologických rozkladných procesov, ktoré v tokoch neustále prebiehajú. Rozhodujúcim pre množstvo CPOM respektíve FPOM v tečúcich vodách je jednak naplavený materiál ako aj jeho fixovanie na dne toku tak, že ho prúd neodplaví (mŕtve drevo ako zachytávač).

Detritus – mŕtvy organický materiál, rastlinného alebo živočíšneho pôvodu.

Dobrý (ekologický) stav (good ecological status) - ekologický stav sa určuje pomocou biologických, hydromorfologických a fyzikálno-chemických kvalitatívnych znakov tokov. Ako

referenčné vzorky slúžia spoločnosť žijúce vo vodných tokoch, ktoré vôbec nie sú alebo sú len minimálne ovplyvnené človekom. „Dobrá stav“ znamená nepatrné zásahy človeka a zanedbateľné odchýlky od nenarušeného stavu.

Eutrofizácia (eutrophication) - vysoká koncentrácia živín.

Imago (Imago) - dospeliec - úplne vyvinutý, pohlavne zrelý jedinec.

Intersticiál - systém medzier v dne toku; dutiny pritom vznikajú medzi substrátmi ako sú kamene či štrk. Systém dutín v sedimente býva v prirodzenom stave preplachovaný vodou a tým je dobre zásobený kyslíkom. Intersticiál je dôležitý čiastkový životný priestor pre makrozoobentos, ktorý parciálne môže osídľovať až hĺbku do 70 cm.

Makrozoobentos MZB (macrozoobenthos, aquatic macroinvertebrates) - na dne žijúci organizmus, viditeľný voľným okom

Sapróbny index (SI) - opisuje na základe MZB organické zaťaženie sledovaného úseku. Na základe SI môžu byť toky zaradené do piatich stupňov kvality vody. Hodnoty sú uvádzané na jedno desiatinné miesto a ležia medzi 1,0 a 4,0 pričom 1,0 je najvyššia trieda kvality a 4,0 je najnižšia.

Taxón (taxon) - skupina konkrétnych organizmov, ktoré majú spoločné vlastnosti. Vyjadruje určitú hierarchickú úroveň, používa sa často pre zoznam druhov, rodov, atď.

RSV (Water Framework Directive) - Rámcová smernica o vodách EHS. Európska únia vydala v roku 2000 spoločnú smernicu pre ochranu a hospodárenie s vodami. V oblasti „vodnej politiky“ je RSV prvou európskou smernicou, ktorá sa zaoberá širokou ochranou vôd s účelom zachovania ich dobrého ekologického stavu. Je základom pre modernú, trvalejšiu a hranice krajín presahujúcu politiku vôd v Európe.

4. VÝSKUM TEČÚCICH VÔD

4.1. Organizácia výskumu

Na hodnotenie kvality vôd sa odporúča vytvoriť niekoľko tímov, ktoré plnia presné úlohy v teréne. Na záver výskumu budú výsledky jednotlivých tímov zosumarizované a ich konečným výsledkom bude zistenie kvality vody skúmaného toku v danom úseku.

Ak je to možné, treba vytvoriť tri expertné tímy:

- chemický tím – skúma a hodnotí chemické a fyzikálne vlastnosti vody

- hydromorfologický tím – skúma a hodnotí morfológiu toku a využitie okolitej krajiny
- faunistický tím – skúma a hodnotí živočíchy v toku

Pri väčších skupinách môžu jednotliví účastníci dostať zvláštne úlohy, ktoré slúžia na garantovanie správneho ekologického hodnotenia (Very Important Persons, VIPs).

Patria sem:

Dvaja vedúci tímov

Dvaja vedúci tímov, ktorí sa starajú o to, aby všetky práce prebehli korektne, aby každý poctivo plnil svoje úlohy a členovia skupiny dobre spolupracovali. Pred výskumom a odberom vzoriek, jeden z vedúcich prečíta pravidlá „správania v teréne“. Obaja dbajú na to, aby pravidlá boli dodržiavané. V prípade otázok sú akýmisi hovorcami skupiny. Dbajú o to, aby boli dodržané udávané časy. Vedúci tímov sú oslobodení od všetkých ostatných prác.

Správca materiálu

Správca materiálu vykoná väčšinu práce v príprave pred exkurziou. Zodpovedá za prípravu materiálu a vybavenia v dostatočnej miere pre každú skupinu. „Zoznam materiálu na exkurziu“ obsahuje všetok materiál a vybavenie potrebné na exkurziu. Okrem úplnosti materiálu, treba skontrolovať, aby chemikálie neboli po záruke a boli k dispozícii v dostatočnom množstve, aby sa dali úspešne vykonať všetky potrebné pokusy pri toku.

Informuje ostatných účastníkov, aké pomôcky si musia sami priniesť.

Po exkurzii je správca materiálu zodpovedný za to, že sa zhromaždí všetok materiál a vybavenie. Taktiež skontroluje, že v teréne nezostane žiadny materiál a odpad a že miesto odberu vzorky zostane čisté. V teréne poskytuje pomoc zberateľovi dáť

Dvaja zberatelia údajov

Zberatelia údajov vyplňajú terénny protokol FORMULÁR TOKU, robia náčrt miesta odberu vzoriek a dokumentačné fotografie.

Pred prezentáciou výsledkov jednotlivých skupín, zozbierajú zberatelia údajov všetky vyplnené protokoly a skontrolujú ich úplnosť. Súčasne overia, či výsledky „súhlasia“ (skontrolujú extrémne hodnoty a zistia, či neboli použité nesprávne jednotky). Nakoniec zapíšu výsledky troch tímov na terénny protokol EKOLOGICKÉ HODNOTENIE TOKU v sumarizujúcej diskusii, prečítajú ich celej skupine a zaprotokolujú záverečnú diskusiu.

4.2. Vlastné hodnotenie

Ekologické hodnotenie robíme so študentami alebo žiakmi na bezpečnom úseku toku, ktorý je prebroditeľný.

Najprv musíme zapísať základné informácie o skúmanom úseku, jeho polohu, dátum a čas odberu vzorky a podmienky počas výskumného dňa. Skúmaný úsek by mal byť opísaný najpresnejšie, ako je to len možné. Zber týchto údajov je dôležitý pre správnu interpretáciu výsledkov exkurzie. Napríklad, ak niekoľko dní pred výskumom pršalo, môže byť voda prirodzene zakalená. Súčasne môže byť odobraných menej živočíchov, pretože sa stiahli do úkrytov v dne toku.

Dĺžka skúmaného úseku by mala byť približne 100 m. Tento úsek by mal obsahovať štruktúry, ktoré reprezentujú dlhší úsek (500 m); napr. vo využití nivy, zložení dna, kľukatení toku a využití krajiny.

Výskum 100 m úseku pozostáva z 2 čiastkových hodnotení, ktoré neskôr vedú k celkovému hodnoteniu. Ak sa hodnotenia zúčastňujú mladší žiaci, na dokumentáciu ekologického stavu stačí použiť aj jeden charakteristický 50 metrový úsek. Dĺžka úseku sa môže zistiť odkrokováním, 50 metrov zodpovedá 65 normálnym krokom.

4.2.1 Všeobecné záznamy o toku

Všeobecné záznamy o toku sa robia na začiatku výskumu. Poskytujú prehľad o aktuálnej situácii daného miesta. Tieto údaje pomôžu neskôr pri interpretácii získaných poznatkov a ak je to možné, slúžia aj na porovnanie s predošlým výskumom.

Nasledovné údaje sú zaznačené na terénnom protokole FORMULÁR TOKU (F 1):

Tok: meno skúmaného toku (potoka, rieky)

Miesto odberu vzorky: meno lokality spolu s krátkym opisom stavu miesta odberu a príslušného okolia. Urobíme skratku z mena vodného toku a lokality, ktorú potom uvádzame na každom terénnom protokole

Dátum: deň, mesiac a rok

Čas: začiatok a koniec rozboru

Povodie: meno a povodie, v ktorom sa tok nachádza. Je to spravidla meno najbližšej väčšej rieky.

Škola/meno kurzu:

Mená vedúcich tímov, správcu materiálu, zberateľa údajov, členov chemického tímu, hydromorfologického tímu a faunistického tímu

Meno učiteľa:

Počasié (za posledných 24 hodín): sem sa uvádza odhadované množstvo a trvanie zrážok a teplota vzduchu. Počasié výrazne ovplyvňuje prietok a zakalenie vody. Prúdenie a zákal vody ovplyvňujú výskyt vodných organizmov.

Aktuálne počasié: je potrebné jedným alebo dvoma slovami opísať počasié v deň pokusu: napr. zamračené ale sucho, premenlivo s občasným mrholením, ...

Teplota vzduchu (v tieni):

Fotografie: spolu treba spraviť minimálne štyri snímky; dve fotografie hore prúdom toku a dve fotografie dolu prúdom toku. Tieto fotografie majú poskytovať prehľad o celom sledovanom úseku. Navyše sa spravia detailné fotografie, ktoré zachytávajú určité nápadné zložky. Medzi ne patria zriedkavé a hodnotné biotopy živočíchov, ako napr. mŕtve drevo alebo kmene stromov, ale aj zložky, ktoré môžu poukazovať na problémy, ako napr. skanalizovanie alebo prehradenie toku. Detailné fotografie by mali byť aj stručne opísané vo FORMULÁRI TOKU, aby sme ich neskôr mohli rýchlejšie priradiť.

Náčrt miesta odberu vzorky: dodatočne treba spraviť náčrt sledovaného úseku. Tento má zobrazovať kľukatenie toku v sledovanom úseku, pozíciu najdôležitejších štruktúr toku (substrát dna toku, nazhromaždenie dreva a lístia, plynčiny, hĺbočiny, typ prúdenia) a využitie krajiny.

4.2.2 Chemicko-fyzikálne hodnotenie vody

Chemicko-fyzikálny výskum toku ukáže, či je tok chemicky znečistený, alebo nie a ktoré chemicko-fyzikálne parametre zodpovedajú za zmeny v zložení makrozoobentosu. Odmeraním chemicko-fyzikálnych vlastností vody získame aktuálne hodnoty, ktoré môžeme porovnať s definovanými hraničnými hodnotami. Tak môžeme veľmi presne určiť stupeň odchýlky od prirodzených podmienok. Chemicko-fyzikálne rozborý však zaznamenávajú len momentálnu situáciu v toku. Neposkytujú takmer žiadne závery o predchádzajúcich udalostiach, preto nevyjadrujú dlhodobý stav toku. Zloženie spoločenstva živočíchov dna (bentických bezstavovcov) odráža nielen momentálny stav kvality vody, ale aj dlhodobé zásahy, ktoré mohli pozmeniť životné podmienky makrozoobentosu a prejavujú sa preto v ich skladbe. Citlivé vodné organizmy za priaznivých podmienok (v referenčných podmienkach) zostávajú v toku a naopak. Chemicko-

fyzikálne vlastnosti vody ovplyvňujú výskyt citlivých organizmov vo vode, preto je potrebné ich poznať a skúmať.

Chemicko-fyzikálne vlastnosti vody

Väčšina látok je rozpustná vo vode. Z toho dôvodu neexistuje prírodná „čistá“ voda bez cudzích látok. Množstvo, druh a pôvod cudzích látok určuje chemickú kvalitu vody.

Často používané jednotky miery sú:

1 g (gram) = 1000 mg (miligramov)

1 mg = 1000 µg (mikrogramov)

1 µg = 1000 ng (nanogramov)

1 mg/l (miligram/liter) zodpovedá približne veľkosti špendlíkovej hlavičky rozpustený v 1 litry vody.

Farba

Farba toku je často prvý indikátor kvality vody, s ktorým sa stretneme. Informácie o farbe vody musia byť interpretované spolu s ďalšími získanými údajmi. Zdravý tok môže byť tak priehľadný ako aj hnedý. Zaťažovaný tok môže byť taktiež veľmi čistý. Nasledovné farby vody môžu mať tieto dôvody:

- čistá: za normálnych okolností súvisí s neznečistenou vodou. Čistá voda však môže byť znečistená bezfarebnými látkami. Čistá voda bez živých živočíchov (makrozoobentos) môže obyčajne znamenať závažné toxické znečistenie.
- hnedá: často následok organického znečistenia v toku; hnedá býva voda aj po privalových dažďoch, ktoré vedú k tomu, že do toku je naplaveného príliš veľa organického a anorganického materiálu. Hnedý zákal môžu spôsobovať aj stavebné práce v blízkosti toku.
- mnohofarebný lesk: väčšinou spôsobené olejmi v toku. Tieto sa môžu dostať do toku z nedovoleného vypúšťania na parkoviskách, uliciach alebo vyliatím do kanalizácie.
- tvorba peny: pena môže byť vytvorená prírodne z rastlinných látok, ako je napr. peľ alebo aj čiastočky pôdy. Silné spenenie môže byť podmienené aj pracími a čistiacimi prostriedkami (detergenty).
- špinavá (spenená): toto môže byť spôsobené riasami alebo rozkladajúcim sa rastlinným

či živočíšnym materiálom.

- zakalená s naplaveninami alebo nečistotami: toto môže nastať po zvýšení podielu sedimentov kvôli erózii z vyššie položených miest. Dôvodom môžu byť prudké zrážky alebo topenie snehu, erózia svahov, odlesnenie svahov pri toku.
- zelená:
 - a) svetlo zelená voda je spôsobená prítomnosťou jednobunkových rias (fytoplanktón) a poukazuje na relatívne dobré podmienky vo stojatej vode.
 - b) tmavo zelená voda (zelená ako hrachová polievka) poukazuje na nadmerný rast rias a siníc, ktorý môže byť spôsobený hnojivami (polia, golfové ihriská, zeleň), chovom zvierat a nedostatočným zabezpečením odpadových vôd.

Ako zistiť farbu?

Na určenie farby odoberieme trochu vody do bielej alebo priehľadnej nádoby a porovnáваме ju s farbou pitnej vody.

Zápach

Zápach môže poskytovať informáciu o kvalite vody. Interpretácia výsledkov by mala nasledovať len spolu s inými výsledkami.

- bez zápachu: čistá pitná voda z vodovodného kohútika je bez zápachu. V prírodných podmienkach však môže mať voda mierny „čerstvý“ zápach.
- zápach po pokazených vajciach: sírový zápach môže znamenať aj prienik odpadových vôd alebo rozklad zvierat. Sírový zápach sa vo všeobecnosti spája s rozpadom organických látok v anaeróbných podmienkach. Preto zápach po pokazených vajciach indikuje nedostatok kyslíka vo vode.
- rybací, zemitý, aromatický alebo trávový zápach: zápachy tohto druhu môžu byť spôsobené nadmerným/masovým nárastom rôznych rias. Poukazujú na silné slnečné žiarenie a/alebo vysokú koncentráciu živín (eutrofizácia).
- hnilobný, močovkový: tieto zápachy svedčia o silnom alebo veľmi silnom znečistení vody

Ako merať zápach?

Zápach vodnej vzorky sa porovná so zápachom vzorky pitnej vody.

Teplota (°C)

a) Všeobecná charakteristika

Na zahriatie vody je potrebné oveľa viac energie ako na zahriatie iných látok: voda sa zohrieva a ochladzuje oveľa pomalšie.

b) Význam pre organizmy

Teplota vody silne ovplyvňuje vodné organizmy, pretože ich látková výmena závisí od teploty. Organizmy, ktoré tvoria makrozoobentos, sú poikilotermné (studenokrvné), takže nie sú schopné aktívne regulovať svoju teplotu. Ich látková výmena narastá a klesá v závislosti od teploty vody, pričom každý organizmus je prispôsobený na určitý rozsah teplôt; to znamená, že kolísania môžu znášať len po určitý známy stupeň.

c) Čo prirodzene ovplyvňuje hodnotu teploty vody?

Teplota vody závisí od:

- geografickej polohy
- nadmorskej výšky
- ročného obdobia a
- zatienenia toku

Teplota sa mení aj v priebehu dňa; pričom menší tok prekonáva zvyčajne počas dňa väčšie kolísanie teploty.

d) Vplyv človeka na teplotu

Teplovodné potrubia zariadení elektrární ovplyvňujú vodné živočíchy, môžu napr. urýchliť vývin lariev hmyzu. Horské chladnomilné druhy sa pri otepľovaní vody posúvajú do vyšších pásiem alebo vymiznú z toku. Na ich miesto sa dostávajú druhy, ktoré uprednostňujú vyššie teploty, môžu byť medzi nimi aj zavlečené (invázne) druhy z iných geografických oblastí, napr. lastúrnik kopýtko prirastené (*Dreissena polymorpha*).

Po odstránení tieniacej pobrežnej vegetácie sa tečúce vody rýchlejšie zahrievajú.

Materiály, použité na spevnenie brehov a dna, majú iné teplotné vlastnosti ako prírodné. Na spevnenie používaný betón zadržiava napr. veľa slnečnej energie, a to vedie k otepľovaniu vody. Súčasne takýto materiál zabraňuje hrabavým druhom makrozoobentosu zahrabať sa do substrátu (dna) toku.

Ako merať teplotu vody?

Nádobu naplníme vodou zo sledovaného úseku a teplomerom odmeriame aktuálnu teplotu.

pH-hodnota (jednotky: logaritmy medzi 0-14)

a) Všeobecná charakteristika

Hodnota pH udáva, či je voda neurálna, kyslá alebo zásaditá. Vyjadruje sa v škále 0-14. Neutrálna voda má hodnotu $\text{pH} = 7$.

Čo znamená neutrálny?

Vo vode sa rozpadajú molekuly vody H_2O na elektricky nabité častice (ióny) OH^- a H^+ . OH^- ióny (hydroxid ióny) sú negatívne nabité a H^+ -ióny (protóny) pozitívne nabité. Teda, keď sa rozpadne jedna molekula vody, vznikne zakaždým jedna negatívne a jedna pozitívne nabitá čiastočka. Ak sa súčasne vyskytuje rovnaký počet negatívne a pozitívne nabitých čiastočiek, voda je neurálna ($\text{pH} = 7$). Ak sa vyskytuje viac H^+ -iónov ako OH^- -iónov je voda kyslá (hodnota pH klesá); ak prevažuje množstvo OH^- -iónov ide o zásaditú vodu (hodnota pH narastá). Škála pH je logaritmovaná. Zmena jednej jednotky, napr. zo 7 na 6 znamená teda 10-násobné zmenenie koncentrácie H^+ -iónov. Pri hodnote $\text{pH} = 7$ sa v jednom litri vody nachádza $1/10.000.000$ g protónov ($=10^{-7}$ g = 0,0000001 g).

b) Význam pre organizmy

V rámci určitého rozsahu môžu ryby a makrozoobentos tolerovať určitú kyslosť alebo zásaditosť. Hranice sú však pomerne úzke. Vo všeobecnosti sa považujú hodnoty pH medzi 7 a 8 ako ideálne. Tabuľka 1 ukazuje pôsobenie rôznych hodnôt pH na organizmy.

c) Čo prirodzene ovplyvňuje hodnotu pH vo vode?

1. Prirodzene vo vode rozpustené minerály, ako napr. uhličitan vápenatý, sa môžu spájať s hydroxid iónmi a protónmi. Ak sú takéto rozpustené minerály prítomné, mení sa hodnota pH vo vode len málo. Voda má výbornú pufrovaciu kapacitu.

Mnohé pôdy a horniny obsahujú tieto minerály. Ak sa v povodí toku nachádza len málo takýchto minerálov, môžu kyseliny a zásady pridané do vody zmeniť hodnotu pH .

2. Ihličnaté lesy v povodí toku môžu viesť k zvýšeniu kyslosti vody, pretože pri rozklade ihličia sa uvoľňujú kyseliny. Toto zvýšenie kyslosti môže byť tokom „odoslané ďalej“. Aj rozklad opadaných listov listnatých stromov na jeseň môže dočasne mierne znížiť hodnotu pH .

3. Aj efekty súvisiace s ročným obdobím môžu ovplyvniť hodnotu pH vody. Dážď je prirodzene

Tabuľka 1: Hodnoty pH a ich pôsobenie na akvatické organizmy.

	látky	hodnota pH	biologické efekty vo vode
KYSELINY	žalúdočná kyselina	1	
	pomarančová šťava		
		2	
	ocot	3	
			Úhyn rýb
		4	
	paradajková šťava		Úhyn potočníc a podeniak
		5	
	dážď		Úhyn vajčiek a lariev lososov
		6	Začínajú hynúť ostrieže a pstruhy, úhyn ploskúľ
	mlieko		Ulítníky, lastúrníky a žubrienky začínajú hynúť; poškodenie žiabier a pokožky rýb, poškodenie membrán a žiabier u makrozoobentosu; škodlivý vplyv na obojživelníky
NEUTRÁL		7	
ZÁSADY	ľudská krv, vaječný bielok		Optimálne prostredie pre väčšinu rýb
		8	
	sušené droždie	9	
			Úhyn rýb
		10	
	amónium		

kyslý. Pri dlhotrvajúcich obdobiach dažďov, nie je pôda schopná absorbovať všetky zrážky a tak ich pufrovať, ale dostávajú sa priamo do vôd. To môže viesť k miernemu zníženiu hodnôt pH.

4. Zmeny hodnôt pH v priebehu dňa môžu byť spôsobené fotosyntézou vodných rastlín. Rastliny prijímajú vo vode sa vyskytujúci hydrouhlíčan vápenatý ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), ktorý pôsobí ako pufer a menia ho na kyselinu uhličitú (H_2CO_3). Zostatkový hydroxid vápenatý sa rozpadá na vápnik a hydroxidové ióny. Zvýšenie podielu negatívnych hydroxid iónov vedie následne k zvýšeniu hodnoty pH.

d) Ovplynenie pH človekom

1. „kyslý dážď“ môže byť spôsobený výfukovými plynmi, kyslými dažďami
2. lokálny prienik škodlivých látok do vôd môže okamžite ovplyvniť hodnotu pH

Hodnota pH a amoniak

Pri rozpade bielkovín vzniká ako konečný produkt buď amónium alebo amoniak. Amónium je neškodné, ale amoniak je silný jed, hlavne pre ryby. Či z rozkladajúcich sa bielkovín vznikne amónium alebo amoniak výrazne závisí od hodnoty pH. Pri hodnote pH 10 vzniká 20% amónia a 80% amoniaka. Pri tejto hodnote pH hynú okamžite všetky ryby a väčšina druhov makrozoobentosu.

Rozpustený kyslík (jednotky: mg/l, %)

a) Všeobecná charakteristika

Kyslík, ktorý majú vodné organizmy k dispozícii na dýchanie, sa nachádza vo vode vo forme rozpustených O₂ molekúl. V čistom toku pripadá na približne jeden milión molekúl vody len 6-12 molekúl kyslíka. Naproti tomu v atmosfére nájdeme medzi piatimi molekulami jednu molekulu kyslíka. Kyslík sa dostáva z atmosféry do vody len na hraničnej ploche voda/vzduch a v tečúcich vodách zvlášť na miestach, kde prevládajú turbulencie. Čím viac turbulencií sa nachádza v toku, tým je tam viac kyslíka. Ďalej je kyslík produkovaný fotosyntézou vodných rastlín (riasy, machy a iné). Vo všeobecnosti by mal byť obsah kyslíka podľa možnosti čo najvyšší a na hranici nasýtenia. Hranica nasýtenia je možná maximálna hodnota rozpusteného kyslíka vo vode. Na interpretáciu obsahu kyslíka v úseku tečúcej vody musíme porovnať nameranú hodnotu kyslíka s maximálnou možnou hodnotou (Tabuľka 2). To nastane udaním relatívneho (%) nasýtenia sledovaného úseku; až uvedenie percentuálnej hodnoty nasýtenia nám umožní hodnotiť situáciu kyslíka.

Percentuálne nasýtenie vypočítame nasledovným vzorcom:

$(100 \cdot \text{nameraná hodnota}) / \text{hodnota nasýtenia (Tabuľka 2)} = \text{relatívne (\%) nasýtenie}$

Príklad: voda zo sledovaného úseku má obsah kyslíka 8,8 mg/l pri teplote vody 11,4 °C.

Percentuálne nasýtenie je:

$$100 \cdot 8,8 / 10,57 = 83\%$$

b) Význam pre organizmy

Mnohé živočíchy makrozoobentosu využívajú určité rozpätie koncentrácie kyslíka, aby prežili. Väčšina druhov podeniiek, pošvatiek a potočníkov sú vo všeobecnosti náročné na kyslík. Ak je obsah kyslíka dlhodobo znížený, najcitlivejšie druhy vymiznú zo spoločenstva.

Organizmy, ktoré sú prispôsobené na nízke koncentrácie kyslíka sú napr. larvy pakomárov a

Tabuľka 2: Hodnoty obsahu (mg/l) kyslíka vo vode pri rôznych teplotách

Teplota °C	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8
5	12,37	12,31	12,25	12,18	12,12
7	11,76	11,70	11,64	11,58	11,52
9	11,19	11,14	11,08	11,03	10,98
11	10,67	10,62	10,57	10,53	10,48
13	10,20	10,15	10,11	10,06	10,02
15	9,76	9,72	9,68	9,64	9,60
17	9,37	9,33	9,30	9,26	9,22
19	9,01	8,98	8,94	8,91	8,88
21	8,68	8,65	8,62	8,59	8,56
23	8,38	8,36	8,33	8,30	8,27
25	8,11	8,09	8,06	8,04	8,01
27	7,86	7,84	7,82	7,79	7,77

niektorých iných dvojkrídlavcov (Diptera), obsahujú hemoglobín, t.j. také isté krvné farbivo ako ľudia, preto sú sfarbené do červena. Vďaka naviazanému kyslíku sú schopné prekonať obdobie chudobné na kyslík. Druhy dýchajúce atmosférický kyslík (napr. larvy potápnikov, larvy pestríc) pomocou dýchacej rúrky patria k menej náročným vodným organizmom na obsah kyslíka vo vode.

c) Čo ovplyvňuje prirodzený obsah kyslíka vo vode?

Teplota výrazne ovplyvňuje maximálne množstvo kyslíka, ktoré sa nachádza vo vode. Hranica nasýtenia klesá so zvyšovaním teploty vody; alebo ináč povedané, čím nižšia je teplota, tým viac kyslíka majú organizmy k dispozícii na dýchanie (Tabuľka 2).

Rastliny tiež ovplyvňujú obsah kyslíka vo vode. Počas dňa produkujú rastliny kyslík. Keď sa dosiahne maximálne nasýtenie, nadbytočný kyslík sa uvoľňuje do atmosféry. Počas noci dýchajú rastliny kyslík. Pri masovom výskyte rastlín, môžu vydýchať toľko kyslíka, že ho zostane len málo pre ryby a iné organizmy.

Zatienená voda sa nezohrieva tak výrazne ako nezatienená, preto sa v zatienenom toku nachádza viac rozpusteného kyslíka.

d) Ako človek ovplyvňuje obsah kyslíka

Pôsobením človeka sa znečistenými odpadovými vodami, chovom dobytká, obrábaním polí, rybolovom a lesným hospodárstvom (napr. hnojom, hnojivami, chovom pstruhov, odkôrovaním stromov) dostáva do vody organický odpad. Zvýšený objem organického odpadu môže viesť k

masovému rozmnoženiu mikroorganizmov. Tieto mikroorganizmy vydýchajú toľko kyslíka, že iné organizmy nemajú k dispozícii dostatok kyslíka. Prežijú len živočíchy prispôsobené nižšiemu obsahu kyslíka vo vode (napr. tie, ktoré majú hemoglobín ako dodatkový nosič kyslíka) alebo dýchajú atmosferický kyslík. (napr. dýchacou rúrkou = siphon). Organické odpady premenené dekompozítormi na minerálne látky, sú potom opäť k dispozícii rastlinám ako živiny. Zaradenie charakteristických taxónov vodných živočíchov a rastlín do potravného reťazca je uvedené v tabuľke 3.

Narušenie prirodzenej vegetácie brehov vedie k zvýšeniu teploty toku (minimálne zatienenie

Tabuľka 3: Vzťah medzi amóniom a amoniakom v závislosti od hodnoty pH.

hodnota pH	podiel amoniaku (%)	podiel amónia (%)
6	0	100
7	1	99
8	4	96
9	~ 25 pri 20°C, ~ 50 pri 30°C	~ 75 pri 20°C, ~ 50 pri 30°C

a odparovanie). Prítok vody z vodnej priehrady a klimatické zmeny vedú tiež k zvýšeniu teploty tečúcej vody.

Príznaky nedostatku kyslíka:

Nedostatok kyslíka v tečúcich vodách môžeme zistiť aj bez merania množstva kyslíka. Pomocou niektorých charakteristík môžeme dokázať dočasný nedostatok kyslíka, ktorý nemusí byť práve zaznamenaný pri jedinom meraní. Pri nedostatku kyslíka vznikajú sulfidy, ktoré zistíme na kameňoch ako čierne škvrny, bahno sa sfarbuje do čiernej; navyše bahno a kamene obyčajne nepríjemne páchnu, často po pokazených vajciach. Dôležité je overiť si, či sa škvrny nachádzajú v pomaly tečúcich a rýchlotečúcich úsekoch toku; navyše, či sa nachádzajú len na spodnej strane alebo aj na vrchnej strane kameňov. Pri overovaní musíme brať do úvahy prirodzené sfarbenie kameňov, ktoré môžu byť aj tmavé. Spolu by sme mali preskúmať päť kameňov z rýchlo tečúceho úseku a pomaly tečúceho úseku a bahno do hĺbky 5 centimetrov.

Fosforečnany, dusičnany, dusitany a amónium (mg/l)

a) Všeobecná charakteristika

Fosforečnany sú pre nenarušené vody najdôležitejším faktorom pre rast rastlín, ak sa vyskytujú v nepatrnej koncentrácii. Pôsobením človeka (hnojivá, nekontrolované odpadové vody) sa fosforečnany dostávajú do vody vo vyšších koncentráciách, čo vedie k zvýšenému rastu

rastlín. Našťastie sú v súčasnosti ich koncentrácie v tokoch tak nízke, že fosforečnany väčšinou nemôžeme dokázať bežnými terénnymi rýchlotestami.

Zlúčeniny dusíka prenikajú do toku priamo z dna alebo z brehu. Zlúčeniny vznikajú pri odbúravaní bielkovín prostredníctvom mikroorganizmov. Nájdeme ich v prostredí v rôznych formách; najdôležitejšie sú dusičňan (NO_3^-), dusitan (NO_2^-) a amónium (NH_4^+). Obsah dusíka sa mení nitrifikáciou a denitrifikáciou. Nitrifikácia znamená oxidáciu amónia, ktoré vzniká z rozkladu bielkovín cez amoniak (NH_3) na dusitan a dusičňan. Čím viac kyslíka voda obsahuje, tým rýchlejšie prebehne oxidácia. Rýchlosť premeny má veľký význam, pretože amoniak a dusitan sú pre organizmy jedovaté. Vo vodách chudobných na kyslík, dochádza k uvoľňovaniu dusičňanu, ktorý mikroorganizmy využívajú na dýchanie. Ako výsledný produkt vzniká molekulárny dusík (denitrifikácia) alebo amoniak.

Amónium a amoniak

Či z rozkladajúcich sa bielkovín vznikne amónium alebo jedovatý amoniak, závisí od hodnoty pH a teploty vody. Čím je hodnota pH a teplota vyššia, tým viac amoniaka vzniká (tabuľka 3).

b) Význam pre organizmy

Dusík je stavebným prvkom bielkovín a je esenciálnou živinou pre všetky rastliny. Dusičňan a amónium sú prijímané priamo z rastlín ako živiny.

c) Čo prirodzene ovplyvňuje obsah dusíka vo vodách?

Koncentrácia zlúčenín dusíka vo vode, zvlášť dusičňanov, kolíše počas ročných období. Na jar a na jeseň, keď veľa prší, sú z brehu vyplavované zlúčeniny dusíka do vody a koncentrácia sa zvyšuje. V lete, kedy je najväčší rast rastlín, odoberajú rastliny dusičňan a amónium ako stavebnú látku a koncentrácie klesajú.

d) Vplyv človeka na obsah dusíka vo vode

Dusičňany sa používajú v poľnohospodárstve ako hnojivo. Ak sú polia v blízkosti vôd hnojené, dusičňan je spláchnutý dažďom do vody, čím pohnojí rastliny, ktoré tam rastú. To môže viesť k väčšiemu rastu rastlín (eutrofizácia). Z toho profitujú živočíchy, ktoré sa živia rastlinami. Odbúranie tejto nadmernej biomasy (z rastlín a živočíchov) mikroorganizmami, môže viesť k nedostatku kyslíka vo vode. Vstupom amónia do vody, napríklad vo forme hnojiva či hnojovnice (močovky), môže tiež dôjsť k výraznému poklesu kyslíka vo vode, pretože na oxidáciu amónia na dusičňan treba veľa kyslíka.

Prejavy eutrofizácie:

Nadmerný prísun živín môže viesť k výraznému nárastu rias. Riasy môžu byť vo vode prítomné vo forme zelených zväzčkov s krátkymi alebo dlhými vláknami alebo môžu rásť ako hrubé zelené alebo hnedé klzké povlaky na kameňoch. Riasy by sa nemali zamieňať s inými rastlinami, ako napr. machmi, ktoré majú zreteľne poznateľné štruktúry, ako sú listy a sú robustnejšie ako tenučké vlákna rias.

V terénnom protokole TP 1: Chemicko-fyzikálna kvalita vody sú uvedené hodnoty opísaných parametrov pre jednotlivé triedy kvality vody.

4.2.3 Hydromorfologické hodnotenie

Výskum morfológie toku sa zaoberá zhodnotením využitia nivy, klukatením toku, skúma zloženie substrátu na dne, pobrežnú vegetáciu a využitie krajiny. Tieto parametre prostredia sú dôležité, pretože hovoria o počte a kvalite habitatov (životný priestor), ktoré majú živočíchy v toku k dispozícii. To platí zvlášť pre ryby a makrozoobentos.

Každá tečúca voda má svoje vlastné spoločenstvá v závislosti od polohy a prevládajúcich podmienok prostredia. Morfologické narušenie toku môže výrazne zmeniť podmienky pre život vodných rastlín a živočíchov. Prehradenie, prehĺbenie a iné využívanie vôd ako aj zničenie prirodzenej pobrežnej vegetácie vedie k zmenám: prirodzeného prietoku, koryta toku, tvaru brehov. Pri hodnotení morfológie toku sa zameriavame na tieto charakteristiky:

Niva / pobrežný pás

a) Všeobecná charakteristika

Niva je prirodzená záplavová zóna tečúcich vôd. Predstavuje ploché roviny na dne riečnej doliny pozdĺž riečnych koryt, ktoré boli alebo sú stále zaplavované riečnymi záplavami. Riečne nivy sú tvorené naplaveninami zo štrku, piesku alebo ílu. Niva začína na okraji brehu a končí na mieste, kde sa najďalej voda vylieva pri záplavách. Niva predstavuje zamokrené stanovište pre rastliny; v ideálnom prípade je porastená typickým lužným lesom. V súčasnosti je veľká časť nív využívaná ako poľnohospodárska pôda alebo sú tu postavené ľudské sídla.

b) Význam pre organizmy

Fungujúca niva má dôležitú úlohu v ekosystéme. Pri vysokej vode chráni tok a v ňom žijúce organizmy: znižuje vplyv extrémneho prietoku (napr. pri silných zrážkach) na organizmy, pretože vytečená voda zostáva v nive. Vysoká voda rýchlejšie opadne, takže organizmy sú

kratšie vystavené neprijemným životným podmienkam ako je napr. zákal, drift a naplaveniny. Prepláchnutie nivy pri prirodzených záplavách môžeme označiť za očistný proces toku.

V nive zostanú aj živiny, ktoré priniesla voda, čím sa súčasne bráni eutrofizácii vodného toku. Vo všeobecnosti označujeme nivu ako látkovú a vodnú zásobáreň; je to veľký retenčný systém. V súčasnosti vo väčšine prípadov, preberá túto funkciu len pás pobrežnej vegetácie. Jedná sa o pás rastúcich rastlín vybiehajúci do vnútrozemia, ktorý začína priamo pri vode. Čím je širší, tým lepšie sú jeho retenčno-pufrujúce vlastnosti. Pás pobrežnej vegetácie má však aj priamy význam pre vodnú biotu. Do vody opadané lístie je potravou pre živočíchy a predstavuje východzí bod potravného reťazca. Mnohé imága vodného hmyzu potrebujú rozmanité štruktúry brehu na orientáciu, aby mohli dokončiť svoj vývinový cyklus (napr. kladenie vajíčok). Konáre stromov zasahujúce do vody poskytujú úkryt mnohým rybám a miesto na kladenie vajíčok pre niektoré druhy vodného hmyzu. Zatienie toku zabraňuje nadmernému prehriatiu vody.

c) Čo prirodzene ovplyvňuje nivu?

Niva je prirodzene ovplyvňovaná frekvenciou záplav. V našich zemepisných šírkach vytvárajú nedotknuté nivy charakteristický lužný les, ktorý môžeme zhruba rozdeliť na mäkký, ktorý rastie v blízkosti brehu a tvoria ho jelšové a vrbovo-topoľové porasty. Tvrdý lužný les rastie vo väčšej vzdialenosti od brehu toku a tvoria ho brestovo- jaseňovo-dubové porasty. Pri záplavách preteká voda cez násyp brehu. Stromy a iná vegetácia brzdia šírenie vody; následne vsiakne voda do pôdy a tvorí hladinu podzemnej vody. Pomalý tok transportuje aj naplavovaný materiál. Tento potom vytvára naplaveninu – veľmi úrodnú pôdu. Keď sa zvyšná vyliata voda vracia do toku je znova filtrovaná koreňmi pobrežnej vegetácie nivy.

d) Vplyv človeka na nivu

Človek využíva nivu na poľnohospodárske účely – polia, pasienky; na zástavbu a rekreačné využitie, napr. záhrady. Spôsoby využitia môžeme rozdeliť na „únosné“ a „neúnosné“. Únosné sú také, pri ktorých nezaniká trvalé zamokrenie a preto sú veľmi podobné prirodzeným podmienkam. K takým patrí v blízkosti toku vytvorený les podobný pôvodnému lesu (listnatý a zmiešaný listnatý les tvorený jelšou, jaseňom, hrabom a dubom), úhor a extenzívne poľnohospodárstvo.

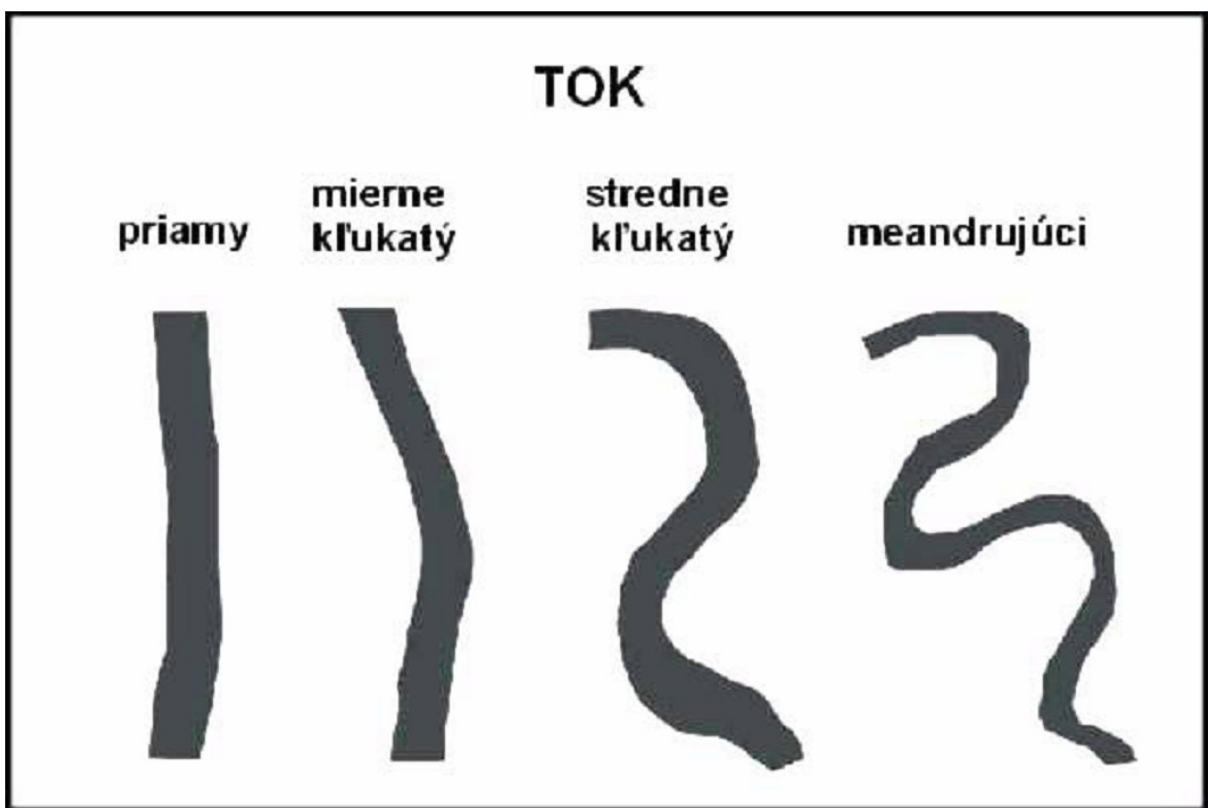
K neúnosným spôsobom využitia nivy patrí poľnohospodárska činnosť, intenzívna tvorba pasienkov a zástavba. Využívanie nivy človekom sa veľmi silne prejaví na ekosystéme vodného toku. Nepriepustný povrch, napr. kvôli zástavbe, vedie pri vysokej vode k zvýšenému prietoku a povodniam, pretože voda nemôže vsiaknuť do pôdy. Naopak, v lete býva prietok ešte viac

redukovaný, pretože v podloží je k dispozícii menej vody. V prípade dažďa sú časti pôdy, hnojivá a jedované látky z okolia splavované do toku. Zvýšené množstvo pôdných častí vedie k zakaleniu a zabahneniu toku. Hnojivá vedú k eutrofizácii a jedovaté látky, napr. pesticídy sú toxické pre vodné organizmy.

Kľukatenie toku

a) Všeobecné

Kľukatosť toku určuje množstvo existujúcich ohybov na toku (Obr. 1). Vodný tok v horách tečie priamejšie ako prirodzený kľukatiaci sa tok v nížine.



Obr.1: Príklady kľukatenia toku (Lehotský, M, Grešková, A., 2004)

b) Význam pre organizmy

Prirodzene tečúci tok sa vyznačuje veľkou rozmanitosťou biotopov. Vyskytuje sa tu viacej typov prúdenia a pestrá skladba substrátov na dne toku. Táto rozmanitosť morfológie toku poskytuje životný priestor mnohým organizmom. Napr. potočník potrebuje drobné kamienky, aby si mohol postaviť schránku. Ak je vodný tok umelo napriamený a tým sa zvýši rýchlosť prúdu, malé kamienky sú odplavené a tento druh potočníka z ekosystému zmizne a to má ďalej vplyv na potravinový reťazec v toku. Iný príklad: niektoré larvy pošvatiek menia typ potravy počas svojho vývinu. Mladé larvy sa napr. živia opadaným lístím (CPOM). Keď sú staršie, zmenia

sa na predátorov. Z toho vyplýva, že tieto živočíchy majú variabilné nároky na svoje životné prostredie a na prežitie potrebujú rozmanité habitaty. Na kladenie vajíčok vodného hmyzu je u niektorých druhov potrebná prítomnosť vynorených kameňov (podenky z rodu *Baetis* sp.) alebo prevísajúce konáre stromov (potočníky, dvojkrídlovce čeláde Athericidae).

c) Čo prirodzene ovplyvňuje kľukatosť toku?

Priebeh toku závisí od sklonu, podkladu a prietoku. Čím strmší je spád, tým väčšia je rýchlosť prúdu a tým môžu byť transportované väčšie a ťažšie substráty dna. Tento proces (erózia) je vo svojej podstate určený prietokom a charakterom podložia. Neovplyvnený tok nikdy netečie priamo. V prirodzenom stave môžeme odlíšiť tri základné formy kľukatenia toku.

Meandrujúci tok:

Tok je po celej dĺžke veľmi intenzívne a veľmi nepravidelne stáčaný. Tok prebieha v S zákrutách. Táto forma toku sa často vyskytuje v údoliach, ktoré majú len minimálny spád.

Napriamený tok:

Toky, ktoré tečú cez strmšie údolia, nemôžu meandrovať. Nie je na to miesto; preto sa na toku nevyskytujú žiadne väčšie ohyby. Podľa spádu a podložia odnáša rýchlo tečúca voda časti dna, až kým tam nezostanú len veľké kamenné bloky alebo iné neporušené skaly. Takýto priebeh toku nájdeme často v horách.

Rozvetvený tok:

Tento typ toku obyčajne pozostáva z jedného hlavného toku a jedného alebo viacerých bočných ramien (žľabov). Plochy medzi rôznymi ramenami (žľabmi) môžu byť porastené bylinnou, alebo stromovou vegetáciou. Tieto toky tečú v širokých, plochých údoliach, kde je naplavovaný materiál súčasne prinášaný aj odnášaný.

d) Vplyv človeka na kľukatenie toku

Mnohé toky sú v mestských a poľnohospodárskych oblastiach umelo napriamené, preložené a ich prirodzený priebeh je zmenený technickou výstavbou. Vo všeobecnosti to vedie k zníženiu diverzity toku a zníženiu rozmanitosti substrátov dna. Ekosystémy tečúcich vôd strácajú svoje prirodzené habitaty pre rastliny a živočíchy. Napriamenie vedie k zvýšeniu rýchlosti prúdu a tým k silnejšej erózii brehov. Tok sa zarýva ne prirodzene hlboko do koryta. Teplotný režim sa tiež mení, pretože zahĺbené a úzke toky sa ťažšie zahrievajú.

Navyše materiály použité na spevnenie brehov a dna môžu tiež meniť teplotný režim, napr.

betón spôsobuje, že sa tok zahrieva ináč ako pri prirodzených brehoch; betón absorbuje veľa slnečnej energie a následne ju vydáva zo seba ako tepelné žiarenie.

e) Zaznamenávanie údajov

Okolie toku/niva

Poskytuje informáciu o stupni využitia nivy človekom

Čo môže sa môže vyskytovať v okolí toku?

- les blízky pôvodnému lesu: (listnatý a zmiešaný listnatý les pozostáva z vrb, jelší, jaseňov, hrabov a dubov)
- prirodzené biotopy nivy: mokrade, staré ramená, trasoviská, porasty trstiny a ostrice
- úhor: veľké nevyužívané a súvislé plochy s pionierskymi rastlinami (napr. devätsil, túžobník, žihľava)
- extenzívne využívané zelené plochy: pôdohospodársky využívané plochy s miernym hnojením a pasienkovou činnosťou; spoznáme podľa nepatrného rastu „bledých“ tráv a s množstvom kvitnúcich lúčnych rastlín.
- intenzívne využívané zelené plochy: pôdohospodársky využívané plochy s vysokou intenzitou hnojenia a pasienkovou činnosťou; spoznáme podľa vysoko rastúcich tráv sviežozelenej farby a minimom kvitnúcich lúčnych rastlín
- ihličnatý les
- pole
- zelené plochy (záhrady/parky)
- zástavba (domy/priemysel) / dopravná infraštruktúra
- intravilán: niva je v sledovanom úseku celá využívaná ako sídlo alebo ako priemyselná zóna

Ako hodnotíme nivu?

Za nivu môžeme považovať v zásade celé údolie, ktorým tok preteká. Taktiež musíme mať na mysli, že využitie nivy nad miestom odberu vzorky má tiež vplyv na spoločenstvo na mieste odberu. Na základe toho treba skúsiť odhadnúť relatívne (%) využitie nivy veľkej plochy („tak ďaleko, ako sa dá len vidieť“).

Na hodnotenie indexu využitia musíme vypočítať (pozri protokol INDEX VYUŽITIA) :

Pobrežný pás

Šírka pobrežnej vegetácie môže byť:

- lužný les: šírka > 50 m
- pobrežný pás: šírka 5-50 m
- okrajová zóna: šírka 2-5 m
- okrajová zóna: šírka 1-2 m
- žiadna pobrežná zóna: šírka < 1 m

Ako vypočítame šírku pobrežnej vegetácie?

Priemerná šírka pobrežného pásu sa odhaduje samostatne pre každý breh. Rozhodujúca je hodnota dominantného parametra pre breh (> 50% podiel).

Ak získame rozdielne hodnotenie pre pravý a ľavý breh, do konečného hodnotenia zapisujeme horší výsledok (pozri formulár Index využitia).

Rozmiestnenie pobrežnej vegetácie

Opisujeme podiely a rozdelenie stromovej a krovinej etáže.

- súvislá pobrežná vegetácia: pravidelný, kontinuálny porast.
- polosúvislá pobrežná vegetácia: vyskytujú sa prerušenia medzi stromami, ktoré nie sú široké.
- príležitostné zoskupenia: rady stromov s pomerne veľkými medzerami.
- sporadické: izolovane stojace stromy.
- žiadne stromy.

Kľukatosť toku:

Hodnotíme množstvo vyskytujúcich sa ohybov na toku, pozri obr. 1

Ktorý parameter zapíšeme?

- meandrujúci: tok sa priebežne veľmi intenzívne a pravidelne stáča. Môže dôjsť k odškrtaniu slučiek toku, ktoré potom majú alebo už nemajú spojenie s hlavným tokom.

- stredne kľukatý: tok sa priebežne intenzívne a nepravidelne stáča.
- mierne kľukatý: tok vykazuje priebežne alebo nepravidelne oblúky s veľkým rádiusom.
- priamy: prirodzený tok sleduje napriamenú alebo mierne zvlnenú líniu. Väčšie zákruty sa tu nevyskytujú.
- napriamený: umelý tok (kanál), priamočiary ako natiahnutý podľa pravítka.

Zloženie substrátu

Dno tokov je tvorené rôznymi anorganickými a organickými substrátmi. Čím je vyššia pestrosť týchto substrátov, tým viac habitatov poskytuje živočíchom. V tabuľke 4 je uvedený zoznam substrátov s uvedením veľkosti, podľa ktorej môžeme kamene zaradiť do niektorej kategórie.

Tabuľka 4: Zoznam substrátov dna

Balvany: >20 cm
Skaly/okruhliaky: 6 - 20 cm
Hrubý štrk: 6 - 2 cm
Jemný štrk: 2 - 0,2 cm
Piesok
Íl/Bahno
Umelé substráty
Riasy
Ponorené rastliny
Vynorené vodné rastliny
CPOM (lístie vo vode, konáre)
FPOM (jemná organická hmota)
Drevo

Na výskyt živočíchov vplývajú aj typy prúdenia. Ak sa v toku vyskytujú na skúmanom úseku rôzne typy prúdenia, sú tam vytvorené aj podmienky pre živočíchy s rôznymi nárokmi na obsah kyslíka vo vode. Hlavné typy prúdenia sú opísané v tabuľke 5.

V rýchlych úsekoch žijú živočíchy s vyššími nárokmi na obsah kyslíka, ktoré majú spravidla aj telo hydrodynamicky prispôbené silnému prúdu (podenky čeľade Heptageniidae).

Vo vzťahu k prúdeniu rozoznávame tieto typy:

Limnophil: druh stojatých vôd, vyhýba sa prúdu; len zriedka sa vyskytuje v pomaly tečúcich úsekoch (napr. bzdocha *Nepa cinerea*)

Limno-rheophil: druh stojatých vôd; ale pravidelne aj v pomaly tečúcich tokoch (vážka *Platycnemis pennipes*)

Tabuľka 5: Typy prúdenia s opisom ich charakteristických znakov a rýchlosti prúdu

Prúdenie	Charakteristika	Skratka
Nepoznatelné	Nedá sa spoznať žiadna rýchlosť prúdu, 0 cm/sec; alebo obrátený smer prúdu pri brehu	NP
Hladké	Veľmi pomalé prúdenie, väčšinou v blízkosti brehu; 1-10 cm/sec	SM
Čeriny (vlnky do 2 cm výšky)	Pomalý prúd, hladina vody je pred prekážkami prúdu len mierne zvlnená mnohými malými, s prúdom bežiacimi a nie proti sebe smerujúcimi vlnami; zčasti s vysoko bublajúcou vodou (ako mlieko krátko pred varením), 11-30 cm/sec.	RP
Nelomené vlny	Rýchly prúd, povrch vody je deformovaný množstvom malých alebo veľkých vln (vlnenie); hrebene vln však len zriedkakedy prelomia povrch vody; 30-50 cm/sec.	UW
Lomené vlny (biele)	Veľmi silný prúd, hladina vody je výrazne rušená (vlny); 50-100 cm/sec.	BW
Vodopády, sklz	Turbulentné prúdenie, s „padajúcou“ bielo spenenou vodou; rýchly prúd (rapid), prírodné vodopády; > 100 cm/sec	CH

Pozn. Skratky označenia prúdenia vychádzajú z medzinárodne používaných výrazov v angličtine:

NP – No perceptible, SM – smooth, RP – rippled, UW – unbroken waves, BW – broken waves, CH - chute

Pre zjednodušenie je možné použiť v nákrese toku vlastné symboly, napr. nelomené vlny \approx , lomené vlny: δ

Rheo-limnophil: prevažne v tečúcich vodách, preferuje pomalý prúd (napr. vážka *Calopteryx splendens*)

Rheophil: prioritne v stredne rýchlom až rýchlom prúde (mušky rodu *Simulium* sp.)

Rheobiont: viazaný na vysokú rýchlosť prúdu (podenky čeľ. Heptageniidae)

Indiferent: žiadne výrazné preferencie (Oligochaeta)

4.2.4 Biologické hodnotenie

Biologické hodnotenie toku vychádza z posudzovania organizmov, ktoré sa v toku vyskytujú, pretože ich prítomnosť závisí od ich ekologických nárokov a podmienok prostredia. Narušenie alebo zachovalosť toku zistíme, ak porovnáme skúmanú biocenózu s charakteristickou biocenózou v prirodzených, t.j. nezmenených podmienkach (referenčných). Stupeň odchýlky spoločenstva od referenčnej cenózy vyjadríme triedou kvality. Biologické hodnotenie toku má dve veľké výhody. Sú zohľadnené všetky negatívne vplyvy prostredia, ako napr. zhoršenie kvality vody, pretože živé spoločenstvo reaguje na všetky zmeny životného prostredia. Biologické hodnotenie odráža vplyv pôsobenia človeka v dlhom časovom horizonte; naproti tomu napr. chemické hodnotenie zachytáva len aktuálny stav kvality vody. Na biologické hodnotenie sa najčastejšie používajú makroskopické bentické bezstavovce (makrozoobentos), pretože sa v toku vyskytujú v dostatočnom množstve, ľahšie sa odoberajú a majú výborné indikačné vlastnosti.

a) Všeobecná charakteristika

Čo je MakroZooBentos (MZB)? Doslova preložené to znamená makroskopické (Makro) živočíchy (Zoo), žijúce na dne (Bentos). Pojem zahŕňa bezstavovce (Vertebrata), ktoré žijú v tečúcich i stojatých vodách a sú viditeľné voľným okom. Makrozoobentos obýva dno tokov, iné vodné bezstavovce môžu žiť vo voľnej hladine (nektón: niektorý hmyz, ryby) alebo na hladine vody (pleustón). Medzi makrozoobentos patria druhy žijúce celý život vo vodnom prostredí, t.j. permanentná fauna (máloštetinavce, mäkkýše, kôrovce) a temporálna fauna, kde patrí väčšina druhov vodného hmyzu, ktorý v štádiu imága (dospelca) opúšťa vodné prostredie.

b) Čo prirodzene ovplyvňuje zloženie biocenózy MZB?

Ročné obdobie

Biocenóza MZB sa mení v priebehu roka. Niektoré druhy, ktoré majú viac generácií do roka, nájdeme počas roka vo vode stále. Jarné druhy, ako napr. niektoré larvy podeniek a pošvatiek či prísavkáre (dvojkřídlovce) sa na jar premenia na imágo a v larválnom štádiu ich nájdeme zas na ďalšiu jar či v jeseni.

Z toho dôvodu sa odporúča robiť odber makrozoobentosu na jar a neskôršie v jeseni, aby sme zachytili celé druhové spektrum makrozoobentosu. V lete bývajú mnohé druhy hmyzu (predovšetkým pošvatky) v štádiu imága, takže takýto odber by neposkytoval reprezentatívnu vzorku makrozoobentosu.

Rozpustený kyslík

Väčšina druhov MZB dýcha prevažne kyslík rozpustený vo vode. Niektoré druhy, zvlášť z radov podeniek, pošvatiek a potočníkov, potrebujú vysokú koncentráciu kyslíka. Ak je koncentrácia kyslíka nízka, napr. v teplých a pomaly tečúcich vodách (pozri vysvetlenie pri chemicko-fyzikálnej kvalite vody) môžu tieto druhy uhynúť.

Zloženie substrátu

Kvalita substrátu výrazne ovplyvňuje zloženie biocenózy MZB. Najvyššiu diverzitu nájdeme na kameňoch a štrku so štrkovo-piesočným podložím. Na piesku nachádzame najmenej druhov MZB, ktoré sú na tento substrát prispôsobené spôsobom života a morfológicky, napr. podenka *Ephemera danica*, *Ephemera vulgata*. Medzi rastlinami sa v tokoch môžu ukrývať niektoré dravé druhy vodného hmyzu, napr. bzdochy *Nepa cinerea*, *Ranatra linearis*, ktoré tu číhajú na korisť. V horských tokoch zas machy nachádzajúce sa na kameňoch poskytujú miesto, kde sa

zachytávajú larvy hmyzu alebo kriváky v prudkom prúde vody. Túto funkciu majú aj ponorené korene predovšetkým v podhorských ale aj nížinných tokoch.

Úsek toku

V horských tokoch nachádzame iné živočíchy ako v podhorských či nížinných. Štruktúra spoločenstiev toku závisí od podmienok prostredia, ktoré sa prirodzene menia od prameňa k ústiu. S touto zmenou druhového zloženia sa mení aj štruktúra potravných skupín jednotlivých úsekov toku.

Poznáme tieto potravné skupiny makrozoobentosu:

Spásač – zoškrabávač (grazer – scraper): získava rastlinnú potravu spásaním alebo zoškrabávaním z minerálnych a organických povrchov. Patria k nim napr. rôzne druhy ulitníkov, larvy podeniiek (Heptageniidae), larvy pošvatiek, larvy potočníkov ako aj vodné chrobáky. Dôležitým zoškrabávacím nástrojom sú na „hrable“ a kefy premenené ústne ústroje hmyzu a struhák (radula) u ulitníkov.

Mínovač (miner): vyhryzáva, vrta chodbičky v živom rastlinnom tkanive

Xylofág (xylophage): druh živiaci sa odumretou drevnou hmotou

Drvič – kúskovač (shredder): vyhryzávajú väčšie časti z vodných rastlín (makrofytov), predovšetkým však z opadaného lístia (CPOM), ktoré do vodného toku opadalo z pobrežnej vegetácie. Patria medzi ne napr. kriváky, žižavice, larvy niektorých potočníkov, larvy niektorých pošvatiek, larvy tipúl.

Zberač – zhŕňač (gatherer/ collector): živí sa zberaním alebo zhŕňaním jemnej organickej hmoty (FPOM)

Zberač – aktívny filtrátor (active filter feeder): aktívne získava z voľnej vody jemnú organickú hmotu tým, že vytvárajú sami potrebný vodný prúd k svojmu filtračnému aparátu (napr. lastúrniky)

Zberač – pasívny filtrátor (passive filter feeder): pasívne – pomocou sietí získava z voľnej vody jemnú organickú hmotu FPOM. zachytávajú svojimi filtračnými aparátmi čiastočky z vody. Samé nevytvárajú prúd (napr. mušky – Simuliidae).

Detritofágy: živia sa bahnom, detritom a jemným pieskom. Trávia predovšetkým baktérie ako aj drobné živočíchy, ktoré sa nachádzajú v substrátoch. Typickými detritofágmi sú máloštetinavce a larvy pakomárov.

Tabuľka 6: Zaradenie druhov tečúcich vôd do jednotlivých potravných typov

Taxón	Názov	filtrátori	drviče	zberače	zoškrabávače	detritofágy	predátori	parazity
Pijavice (Hirudinea)	chobotnatka (<i>Piscicola</i> sp.)							+++
	pijavice (Erpobdellidae)						+++	
Podenky (Ephemeroptera)	<i>Ecdyonurus</i> sp.			++	++			
	<i>Epeorus</i> sp.			(+)	++			
	<i>Ephemera</i> sp.	++		(+)				
	<i>Rhithrogena</i> sp.				+++			
Ryby (Pisciformes)	pstruh (<i>Salmo trutta</i>)						+++	
	Pleskáč vysoký (<i>Abramis brama</i>)						+++	
	Lipeň tymiánový (<i>Thymallus thymallus</i>)						+++	
	Mrena obyčajná (<i>Barbus barbus</i>)						+++	
	Hrebenačka (<i>Gymnocephalus</i> sp.)						+++	
Chrobáky (Coleoptera)	(Elmidae)				+++			
	Potápniky (Dytiscidae)						+++	
Potočníky (Trichoptera)	<i>Rhyacophila</i> sp.						+++	
	Polycentropodidae	(+)					++	
	<i>Hydropsyche</i> sp.	++			(+)		+	
Kôrovce (Crustacea)	Krivák (<i>Gammarus</i> sp.)		++	+	(+)		(+)	
	Krivák hrebenitý (<i>Gammarus roeseli</i>)		++	+	(+)		(+)	
	Kaprovec obyčajný (<i>Argulus foliaceus</i>)							+++
	Žižavica vodná (<i>Asellus aquaticus</i>)		+	++	+			
Vážky (Odonata)	Hadovkovité (Calopterygidae)						+++	
Lastúrniky (Bivalvia)	Hrachovka (<i>Pisidium</i> sp.)	+++						
	Korýtko (<i>Unio</i> sp.)	+++						
	Kopýtko prirastené (<i>Dreissena polymorpha</i>)	+++						
Ulitníky (Gastropoda)	Čiapočka potočná (<i>Ancylus fluviatilis</i>)				+++			
	Kotúľka veľká (<i>Planorbarius corneus</i>)		+	+	++			
	Uchatka (<i>Radix</i> sp.)		(+)	+	++			
	Vodniak vysoký (<i>Lymnaea stagnalis</i>)		++		++			
Pošvatky (Plecoptera)	<i>Leuctra</i> sp.		+	++	+			
	<i>Nemoura</i> sp.		++	(+)				
	Perlidae				(+)		++	
Ploskulice (Turbellaria)	Ploskuľa hranatohlavá (<i>Dugesia gonocephala</i>)						+++	
Bzdochy (Heteroptera)	Splošťuľa bahenná (<i>Nepa cinerea</i>)						+++	
Máloštetinavce (Oligochaeta)	Branchiobdellidae							+++
	Lumbriculidae					+++		
	Tubifex (<i>Tubifex</i> sp.)					+++		
Dvojkřídlovce (Diptera)	Muškovité (Simuliidae)	+++						
	Pestricovité (Syrphidae)					+++		
	Kútovkovité (Psychodidae)		(+)		+	++	(+)	

Vysvetlivky: +++ = výhradne, ++ = podstatne, + = čiastočne, (+) = zriedka
 Úloha bude splnená, aj keď bude potravný typ označený ako (+) zriedkavý

Predátor (predator): požíra alebo vyciava iných živočíchov. Významnými predátormi medzi makrozoobentosom sú ploskulice (Turbellaria), pijavice (Hirudinea), larvy viacerých potočníkov (Trichoptera), larvy niektorých pošvatiek (Plecoptera) a mnohé chrobáky (Coeloptera).

Parazit (parasite): vonkajší alebo vnútorný cudzopasník.

V jednotlivých úsekoch relatívne prirodzeného toku sa mení zloženie potravinových skupín makrozoobentosu nasledovne:

Horný úsek:

Zberače (Filtrátori a detritofágy) = 40%

Drviče = 30%

Predátori = 20%

Spásače-zoškrabávače = 10%

Stredný úsek:

Zberače (Filtrátori a detritofágy) = 40%

Drviče = 10%

Predátori = 10%

Spásače-zoškrabávače = 40%

Dolný úsek:

Zberače (Filtrátori a detritofágy) = 90%

Predátori = 10%

Zoznam taxónov s uvedením ich potravinovej skupiny je uvedený v tabuľke 6.

c) Ktoré vplyvy človeka menia zloženie cenózy MZB?

V nasledovnom texte si vysvetlíme obe najdôležitejšie zmeny ekosystému tečúcich vôd spôsobené človekom.

Zvyšovanie obsahu živín / Organické znečistenie

Ak dochádza k zvyšovaniu obsahu živín (napr. dusičnanmi a/alebo fosfátmi), vedie to k nadmernému rastu rastlín, napr. masovému namnoženiu rias. Z toho profitujú živočíchy

(bylinožravce), ktoré sa živia riasami. Tomu zodpovedá nárast počtu jedincov týchto druhov, čo má opäť vplyv na početnosť predátorov, ktoré sa bylinožravcami živia. Pri odbúravaní prebytočnej biomasy rias, sa spotrebuje veľké množstvo kyslíka. To na jednej strane znamená, že z toho profitujú živočíchy, ktorým stačí menší obsah kyslíka. Na druhej strane zmiznú z ekosystému druhy, ktoré sú závislé od vysokej koncentrácie kyslíka. V najhoršom prípade je v toku spotrebovaného toľko kyslíka, že môže prežiť už len veľmi málo druhov, ktoré nie sú náročné na obsah kyslíka vo vode (červené pakomáre, *Tubifex tubifex*).

Zmeny hydromorfológie

Zmeny morfológie toku vedú vo všeobecnosti k tomu, že sa strácajú habitaty pre živočíchy. Ak zmizne napr. drevinatá pobrežná vegetácia, strácajú mnohé druhy hmyzu dôležité miesta na kladenie vajícok. Navyše sa stráca opad listov, ktorý predstavuje dôležitý zdroj potravy. Ak sú brehy spevnené, zvyšuje sa rýchlosť prúdu v toku a ľahšie substráty dna sú odnášané. Živočíchy, ktoré takéto substráty, resp. štruktúry využívajú, zmiznú zo spoločenstva. Spevnenie brehov a dna vedie aj k zníženiu diverzity rôznych rýchlostí prúdu. Strácajú sa predovšetkým úseky s pomalou rýchlosťou prúdu; rýchlosť prúdu vo všeobecnosti narastá. Následne sú odnášané prírodné jemné substráty ako je piesok a jemný štrk. Zároveň sa v týchto oblastiach prestane ukladať detrit tvorený jemnými organickými čistočkami, ktorý slúži ako potrava detritofágom. To vedie k zmenám potravného zloženia spoločenstiev MZB.

d) odber vzoriek a určovanie makrozoobentosu

Cieľom odberu vzoriek je zachytiť čo najkompletnejšie zloženie biocenózy MZB v sledovanom úseku. Hydrobiologickou sieťkou odoberieme vzorky z jednotlivých typov substrátov. Štandardizovaná hydrobiologická sieťka má rozmery 25 x 25 cm², ale žiaci môžu použiť na odber aj akvaristickú sieťku alebo kuchynské sitko. Sieťku oprieme o dno proti prúdu a nohou alebo rukou uvoľníme substrát do hĺbky 5-10 cm, kde žijú mnohé druhy MZB. Vzorku z každého typu substrátu môžeme vyhodnotiť samostatne, čím získame viac informácií o uprednostňovaní jednotlivých typov substrátu. Na výpočet kvality vody podľa BMWP indexu každú čelaď započítavame iba raz, aj keď sme ju zistili na viacerých typoch substrátov.

Ak odoberáme štrk a väčšie kamene, musíme dať pozor na to, aby tento odber bol robený prevažne v rýchlotečúcich úsekoch.

Zásady dobrého odberu vzoriek:

- Pred odberom vzorky nesmie byť substrát porušený.

- Vrhánie tieňa osobou, ktorá odoberá vzorky na vzorkovaný úsek môže viesť k tomu, že živočíchy unikajú.
- Odber vzoriek začíname tým, že opatrne rukou (rukavicou) zotrieme povrch substrátu. Sieť pritom vedieme vždy za rukou.
- Potom silnejšie rozvírame substrát, tým, že rukou energicky rýpeme medzi kameňmi, prípadne v piesku/bahne. Ako pomôcku môžeme použiť aj skrutkovač; vždy musíme dať pozor na to, aby sa uvoľnený sediment zachytával v sieti. V tomto vyplavovanom materiály sú zachytené aj živočíchy. Sieť by mala byť pri takomto odbere vzoriek vždy v kontakte s dnom toku.
- Živočíchy po zdvihnutí kameňa okamžite driftujú! Takže sieť musíme nastaviť ešte predtým ako zdvihneme kameň. Spodnú stranu kameňa zotrieme rukou; vždy musíme dávať pozor, aby sieť bola za rukou! Väčšie kamene rýchlo vyberieme z vody a premiestnime do bielej misky, kde sa vyplavia uvoľnené živočíchy.
- Aj substrát na ktorom ležali kamene, by sme mali preskúmať rozrušením dna.
- Mali by sme sa snažiť nehádzať substrát priamo do siete. Stačí keď sa v sieti zachytáva uvoľnený sediment vyplavovaného substrátu! Obyčajne obsahuje potom sieť okrem živočíchov aj množstvo jemného sedimentu. Ak dáme obsah siete priamo do bielej misky, bude voda v miske veľmi kalná a nebudeme schopní tam nájsť žiadne živočíchy. Preto by mal byť obsah siete dôkladne premytý. Predtým zo siete odstránime väčšie kamene; pričom treba dať pozor, aby na kameňoch nezostali žiadne živočíchy.
- Výnimočné prípady: V prípade opadaného lístia (ktoré predstavuje hrubý organický materiál - CPOM) najskôr rozrýpeme substrát, ako to bolo opísané vyššie. Následne hodíme jednu lebo dve hrste lístia priamo do siete. Potom vzorku prepláchneme v sieti, tak ako je to opísané vyššie. Korene, konáriky, vodné rastliny najskôr dôkladne ošúchame rukou a potom silno otrasieme, resp. rozoberieme. Jednotlivé väčšie konáre a časti vodných rastlín (napr. menšie porasty machov), preložíme do siete alebo priamo do bielej misky a pozorne preberieme. Po odobrání vzorky sieť opatrne vyprázdňime do veľkej bielej misky.
- V bielej miske necháme len trochu vody a miska musí stáť vodorovne. Materiál rovnomerne rozdelíme na ploche bielej misky. Ak je voda príliš kalná a nedokážeme odlíšiť žiadne živočíchy, musíme vzorku ešte raz prepláchnuť.

Triedenie vzorky

- Z bielej misky vytriedime všetky jedince (taxóny) , ktoré vyzerajú rovnako, alebo podobne a

umiestnime ich do rovnakej Petriho misky. Vytriedenie z veľkej bielej misky robíme pružnou kovovou pinzetou.

Určovanie živočíchov

- Potom začneme s určovaním živočíchov. Zoberieme určovaného živočícha pinzetou z Petriho misky a položíme si ho na dlaň. Potom na živočícha kvapneme kvapku vody. Je to veľmi dôležité, pretože len vtedy, keď je živočích vo vode, môžeme vidieť všetky dôležité morfológické znaky. Pri určovaní si dáme malú lupu tesne k oku a zaostríme približovaním alebo odťahovaním ruky, až kým živočícha nevidíme „ostro“. Svetlo (slnko) by malo dopadať spredu; v tieni neurčujeme.

Na prácach s určovaním živočíchov sa môžu zúčastniť aj žiaci z iných tímov (chemický, morfológický), ktorí už skončili svoju prácu. Určovací kľúč slúži na určenie živočíchov prevažne do úrovne čeľadí a rodov, pre potreby výpočtu BMWP indexu postačí určovanie do čeľade. Pre menej skúsených žiakov či študentov postačí výpočet zjednodušeného BMWP indexu, pri skúsených hodnotiteľoch sa odporúča použiť revidovaný BMWP index, ktorý obsahuje viac čeľadí s presnejšími hodnotami.

- Ak skupina študentov dokončila určovanie živočíchov v pridelenej vzorke a zapísala si prítomné čeľade odovzdá terénny protokol Biologické hodnotenie zberateľovi dát. Ten skontroluje, či je protokol úplne a korektne vyplnený.

Vyhodnotenie: Stanovenie ekologického stavu toku

Výsledky troch protokolov (chemicko-fyzikálna kvalita vody, hydromorfológia, biologický protokol) vyhodnotíme podľa terénneho protokolu: EKOLOGICKÉ HODNOTENIE TOKU.

Ak máme rozdielne hodnoty jednotlivých hodnotení, do úvahy berieme vždy horší výsledok.

4.3. Význam dôležitých faktorov prostredia

Diverzita prúdenia

Diverzita prúdenia znamená rôznorodosť vyskytujúcich sa typov prúdenia. Vysoká diverzita prúdenia je daná tým, že sa striedajú pomaly tečúce s rýchlo tečúcimi úsekmi.

Medzi prúdením a substrátom existuje silné spolupôsobenie. V úsekoch s vysokou diverzitou prúdenia sa vyskytujú pomaly prúdiace ako aj silne prúdiace zóny, ako aj všetky prechody medzi týmito dvoma extrémami. V závislosti od sily prúdu sa na dne usadzujú rôzne typy substrátov. V úsekoch so slabým prúdom dochádza k akumulácii malých častí piesku,

bahna, v silne prúdiacich zónach k akumulácii hrubších častíc (kamene). Čím sú prúdenia rôznorodejšie, tým variabilnejšia je veľkosť ukladaných častíc. Poškodenie toku môže viesť aj k jednotnému spomaleniu (napr. spätným vzduťím) alebo unifikovanému zrýchleniu prúdu (napr. napriamením) tak, že v závislosti od poškodenia môže dochádzať k celkovému zmenšeniu alebo zväčšeniu veľkosti častíc – v oboch prípadoch sa znižuje diverzita substrátu.

Vysoká rozmanitosť (diverzita) prúdenia je vo väčšine prípadov spojená s vysokou diverzitou substrátu. Diverzita životného prostredia vo vzťahu k prúdeniu a substrátu ovplyvňuje diverzitu organizmov; v prípade rôznorodého prúdenia tu nájdeme vhodné prostredie druhu, ktoré sú prispôsobené oblastiam so slabým prúdom ako aj druhu, ktoré sú prispôsobené rýchlemu prúdu.

Najcitlivejšie taxóny na rôzne faktory prostredia sú podenky, pošvatky a potočníky tzv. EPT (Ephemeroptera – podenky, Plecoptera – pošvatky, Trichoptera – potočníky). Existuje množstvo druhov, ktoré majú vysoké a rozmanité nároky na svoje životné prostredie (habitat). Napríklad vajíčka kladú do úsekov s pomalým prúdom. Vyliahnuté larvy potom putujú do rýchlejšie prúdiacich úsekov; ale na liahnutie dospelcov budú opäť potrebovať úseky s pomalším prúdom.

Diverzita substrátu

Diverzita substrátu sa prejavuje rôznorodosťou prítomných substrátov. Vysoká diverzita substrátu znamená jednak rôznorodosť substrátov, jednak najväčšie možné rovnomerné rozdelenie substrátov. Diverzita substrátu klesá, ak je prítomných len málo substrátov alebo sú veľmi nerovnomerne rozdelené, to znamená, že jeden zo substrátov prevláda a ostatné zaberajú len veľmi malý priestor.

Čím viac substrátov je zastúpených, tým viac ekologických ník organizmom poskytujú. Skupiny organizmov EPTCBO (Ephemeroptera – podenky, Plecoptera – pošvatky, Trichoptera – potočníky, Coleoptera – chrobáky, Bivalvia – lastúrniky, Odonata – vážky) zahŕňajú mnohé náročné druhy, ktoré majú obzvlášť vysoké nároky na substrát (napríklad formou úzkej väzby na habitat).

Vysoká diverzita substrátu je úzko prepojená s diverzitou prúdenia. Vysoká diverzita vodného prostredia vedie spravidla k vysokej rôznorodosti osídľujúcich organizmov. V prípade vysokej diverzity substrátu nachádzajú druhy vhodné habitaty, ktoré sú prispôsobené rôznej veľkosti zrna alebo typu substrátu (kamene, štrk, piesok, bahno, vodné rastliny, mŕtve drevo).

Štrk

Štrk (0,2-6 cm) predstavuje dôležité prostredie pre organizmy, ktoré potrebujú špecifické podmienky tohto prostredia aspoň v určitom období (obsah kyslíka, systém medzier, zdroj potravy).

Úbytok alebo neprítomnosť štrkových plôch znižuje diverzitu existujúcich substrátov. Predovšetkým medzi EPT (podenkami, pošvatkami a potočníkmi) sa nachádzajú početné druhy, ktoré sú závislé od dobre prevzdušnených štrkových častí toku.

Okruhliaky a valúny

Okruhliaky a valúny predstavujú substrát s veľkosťou častíc medzi 6 a 20 cm. Okruhliaky (menšie) predstavujú ideálne prostredie pre makrozoobentos, zvlášť ak sa vyskytujú spolu s pieskovým podkladom. Na okruhliakoch a valúnoch (až okolo 20 cm) môžu rásť machy a riasy, ktoré slúžia viacerým vodným živočíchom ako potrava. Rozmiestnenie týchto kameňov vedie k turbulentnému prúdeniu a tým k vstupu atmosferického kyslíka. Súčasne vznikajú zóny s minimálnou rýchlosťou prúdu, v ktorých sú živočíchy chránené pred driftom. V oblastiach s pokojným prúdom sa ukladá organický materiál, ktorý zároveň slúži ako potrava iným potravovým špecialistom. Štrkovo-piesočné podložia, do ktorého sa živočíchy môžu zahrabať, slúžia ako ochrana pred vysokou vodou.

Balvany

Balvany charakterizujú všetky typy minerálnych substrátov, ktorých veľkosť je viac ako 20 cm. Do úvahy pritom berieme menší priemer, ak je kameň nerovnomerne široký. Prirodzene sa vyskytujú len v tokoch stredných a vyšších polôh a sú spravidla stabilné v toku. Používajú sa však aj na umelé spevnenie tokov (stavebné kamene).

Spásače sú viazané na pevný substrát, pretože z nich spásajú riasy. Ak tieto typy substrátov prirodzene pribúdajú, napr. dodaním veľkých kameňov pri spevňovaní brehov, majú spásače viac využiteľnej plochy. Ich početnosť (abundancia) v toku narastá.

CPOM/FPOM (coarse particular organic mater/fine particular organic mater)

Hrubá organická hmota (CPOM) predstavuje organický materiál tvorený hrubými časticami (napr. lístie a konáre). Jemná organická hmota (FPOM) predstavuje organický materiál z jemných čiastočiek (organické usadeniny). Pochádza z pobrežnej vegetácie, môže byť prinášaný z vyšších úsekov toku alebo je výsledkom biologických rozkladných procesov, ktoré v tokoch neustále

prebiehajú. Rozhodujúcim pre množstvo CPOM respektíve FPOM v tečúcich vodách je jednak naplavený materiál ako aj jeho fixovanie na dne toku tak, že ho prúd neodplaví (mŕtve drevo ako zachytávač).

Lístie je, okrem iného, vynikajúca potrava pre drviče, ktoré drobia hrubý organický materiál na menšie čiastočky a pritom časť tohto materiálu požírajú. Úbytok lístia na dne toku vždy súvisí s úbytkom od neho závislých organizmov.

Materiál tvorený jemnými čiastočkami môže byť ľahko transportovaný vodou. Tieto unášané čiastočky predstavujú základ potravy pre filtrátorov, ktoré na to prispôsobenými štruktúrami filtrujú z vody organický materiál. Zdrojom FPOM je drvičmi rozdrobený CPOM. Ak sa zníži podiel FPOM v toku, znižuje sa aj počet od neho závislých organizmov.

Mŕtve drevo

Mŕtve drevo predstavuje všetky odumreté drevnaté časti rastlín, ktorých priemer je viac ako 1 cm; k tomu patria konáre, koreňové baly, kmene a celé stromy. Na konároch a v koreňových baloch zostávajú zachytené menšie vetvy a lístie (CPOM). Tie sa potom ukladajú spolu s jemnejším organickým materiálom (FPOM) v oblastiach so slabým prúdom, ktoré sú spôsobené práve mŕtvym drevom. Ak mŕtve drevo chýba, materiál prúd odplaví do nižších úsekov toku.

Ak z toku odstránime mŕtve drevo, zmiznú druhy, ktoré sú viazané na drevo, pretože sa ním živia. Obyvatelia dreva sú často špecialisti, ktorí nemôžu využívať žiadny iný zdroj potravy ako drevo.

Mŕtve drevo je tvrdý substrát, na ktorom sa prichytávajú riasy. Riasy predstavujú primárny zdroj potravy pre spásače. Odstránenie mŕtveho dreva znamená preto aj úbytok lariev makrozoobentosu, ktoré sa živia takýmto typom potravy – predovšetkým v nížinách, kde drevo predstavuje jediný prírodný tvrdý substrát.

Mnohé druhy lariev EPT sú závislé od mŕtveho dreva. Môže to byť priama závislosť (drevo ako potrava, drevo ako úkryt) alebo nepriama závislosť (drevo tvorí určité podmienky vzhľadom na prúdenie a hĺbku vody, drevo ako habitat koristi). Podiel mŕtveho dreva v toku má zodpovedajúci vplyv na hodnotenie toku, pretože EPT taxóny zohrávajú pri hodnotení tokov dôležitú úlohu.

Väčšie častice mŕtveho dreva pôsobia často aj na formovanie prúdu, pretože buď zúžia profil toku alebo odklonia prúd. S tým dochádza po boku častíc mŕtveho dreva k zvýšeniu prúdenia, zatiaľ čo za týmto prvkom prúdenie zreteľne klesá, čo vedie k zvýšeniu diverzity.

Mŕtve drevo môže spôsobiť aj vytvorenie vírov vo vode, ktorá potom pomalšie odteká.

Prirodzene sa v menších a stredne veľkých tokoch vyskytujú priehradzky z mŕtveho dreva, ktoré zaberajú celú šírku vodného toku. Tým sa zníži prúdenie vody pod prehradením, ale nedochádza k zmenám teplotného režimu ako pri človekom vybudovaných priehradách.

Mŕtve drevo sa podieľa aj na formovaní tvaru koryta toku. To znamená, že mnohé zmeny prirodzených štruktúr sú podstatne zosilnené mŕtvym drevom. Príkladmi prirodzených štruktúr sú pozdĺžne a priečne plytčiny, rôzne hlboké, resp. široké úseky toku ako aj podmytia brehu a tým napokon predĺženie toku. V podstate sú zmeny spôsobené odklonením prúdu. Okrem toho mŕtve drevo podporuje dynamiku v toku, pretože naplavenie mŕtveho dreva, napr. spadnutých kmeňov stromov alebo odlomených vetiev, vedie k tomu, že sa štruktúra toku pravidelne mení.

Intersticiál

Intersticiál (interstice=medzera) označuje systém medzier v dne toku; dutiny pritom vznikajú medzi substrátmi ako sú kamene či štrk. Systém dutín v sedimente býva v prirodzenom stave preplachovaný vodou a tým je dobre zásobený kyslíkom. Intersticiál je dôležitý čiastkový životný priestor pre makrozoobentos, ktorý parciálne môže osídľovať až hĺbku do 70 cm. Intersticiál môže byť bohato osídlený. V potokoch bohatých na štrk sa dá nájsť len približne 20 % makrozoobentosu na dne toku, zvyšok je v intersticiály. Predovšetkým pre larválne štádiá makrozoobentosu kukly alebo štádiá v diapauze (napr. potočníkov) je intersticiál dôležitý priestor, kam sa môžu stiahnuť. Okrem toho sa mnohé živočíchy sťahujú do intersticiálu počas vysokého prietoku (napr. privalové dažde), ale aj pri veľmi nízkych prietokoch (obdobie sucha) a nachádzajú tu ochranu.

Zatienenie

Myslí sa maximálne zatienenie plochy toku prostredníctvom olistenia počas letných mesiacov. Potoky v stredných polohách vykazujú prirodzene zapojenie korún, ktoré úplne zatieni vodný tok. Rieky v nížinách sú širšie a tomu zodpovedá aj fakt, že v prirodzených podmienkach nie sú úplne zatienené.

Úbytok zatienenia vedie okrem iného k silnejšiemu výskytu vodných rastlín (makrofyty). Vyššia rýchlosť prúdu im však môže prekážať, pretože mnohé vodné rastliny uprednostňujú pomalšie tečúce úseky v toku.

Pri zosilnenom slnečnom žiarení vedie malé zatienenie okrem iného aj k zvýšeniu teploty vody. Zvýšenie teploty je u malých tokov pozorovateľné už na prietoku približne 100 metrového, odlesneného úseku.

Kyslík

Množstvo disponibilného kyslíka pre organizmy silne závisí od teploty a turbulencií v toku. Koncentrácia kyslíka v toku závisí od teploty vody, pretože rozpustnosť kyslíka vo vode so stúpajúcou teplotou klesá. Úplne zatienená tečúca voda v stredných polohách je prirodzene studenšia ako úplne oslnená tečúca voda v nížine. Atmosferický kyslík je turbulenciami vnášaný do toku. V rýchlo tečúcom horskom potoku je preto prirodzene oveľa viac kyslíka, ako v pomaly tečúcej nížinnej rieke.

Bentické bezstavovce sú prispôsobené rôznym kyslíkovým podmienkam. EPT taxóny majú všeobecne vysoké nároky na kyslík. V prevažnej miere dýchajú tracheálnymi žiabrami a sú závislé od vysokej koncentrácie kyslíka vo vode.

Naproti tomu mnohé Diptera (dvojkřídlavce) sú prispôsobené nižšiemu obsahu kyslíka; napr. dýchacia trubička na dýchanie atmosferického kyslíka (Syrphidae – pestrice, Heleomyzidae) alebo dodatočné nosiče kyslíka v hemolymfe (napr. hemoglobín červených pakomárov – Chironomidae a červených máloštetinavcov – Oligochaeta).

Teplota vody

Teplota prameňa zodpovedá približne priemernej teplote vzduchu. Pramenná voda má preto najkonštantnejšiu teplotu. Vo všeobecnosti teplota vody v lete narastá so zvyšujúcou sa vzdialenosťou od prameňa. Tento nárast sa prekrýva periodickými dennými výkyvmi (denné amplitúdy). V dolnom úseku je so stále väčším objemom vody teplota konštantnejšia a denné amplitúdy teploty sú preto nižšie; pretože veľká masa vody ťažšie odovzdáva nahromadené teplo.

V zime masa vody odovzdáva teplo.

Odpadové vody a stavebné zásahy modifikujú teplotný režim tečúcich vôd, napr. betón má inú schopnosť absorpcie tepla ako prirodzene sa vyskytujúce typy substrátov dna toku. Negatívne zmeny teplotného režimu sú spôsobené napríklad vypúšťaním hlbokaj vody z priehrad a vedenie studenej vody z elektrární. K zmenám teploty vody vedie takisto aj zmena pobrežnej vegetácie, ktorá zatieňuje tok.

Teplota vody má veľký význam pre organizmy žijúce v tečúcich vodách. Nepriamo pôsobí na organizmy, pretože má vplyv na abiotické parametre, ako napr. nasýtenie kyslíkom, látkovú premenu a nitrifikáciu. Priamo teplota rozhodujúco určuje metabolické a enzymatické procesy, ako napr. rast, dĺžku vývinu a životný cyklus makrozoobentosu. Znížením teploty vody dochádza

vo väčších tokoch k zmenám fauny, to znamená, narastá početnosť druhov, ktoré sa vyskytujú vo vyšších úsekoch vodného toku s nižšou teplotou vody.

Zvýšenie teploty vody má opačný efekt.

Negatívne vplyvy

Nadmerné zanášanie jemným sedimentom

Absencia dostatočne širokého pobrežného pásu vedie k nadmernému zanášaniu jemného sedimentu do vodného toku. Za normálnych okolností pôsobí pobrežný pás ako filter, ktorý bráni naplavovaniu jemného sedimentu do toku.

Zanesený jemný sediment sa usadzuje v systéme dutín dna vodného toku (intersticiál) a uzatvára existujúce dutinové priestory. Jemným sedimentom uzavretý intersticiál už nemôže byť viac dostatočne prietočný, čím klesá obsah kyslíka. To zasiahne práve mnohé juvenilné štádiá akvatického hmyzu. Úbytok na osídlenie vhodných dutých priestorov vedie k tomu, že klesá hustota osídlenia a druhy z postihnutého úseku vodného toku zmiznú.

Priplavený jemný sediment sa ukladá na dne toku a vytvára jemnozrnný substrát, ktorý môžu osídľovať bezstavovce, predovšetkým detritofágy.

Zmes bahno/piesok

Zmes bahna/piesku zanášaná často vo veľkých množstvách z poľnohospodársky obrábaných plôch sa ukladá na existujúce substráty (pozri aj FPOM hore vyššie). Počet rôznych pre organizmy využiteľných substrátov je tým obmedzený. Navyše tento substrát nie je vodou preplachovaný takmer vôbec. Následkom toho sa dostatok kyslíka zachováva len na bezprostrednom povrchu; s každým centimetrom v substráte klesá výrazne obsah kyslíka. Ako náhle táto zmes prekryje hrubšie substráty (kamene, štrk), klesá obsah kyslíka aj tu, pretože je bahno/piesok postupne naplavený do medzipriestorov hrubších kameňov.

Prevaha podielu zmesi bahno/piesok nad kameňmi a inými substrátmi vedie k tomu, že ubudne potrebný tvrdý podklad a svetlo pre riasy a baktérie. Následkom toho klesá podiel spásačov, ktoré sa živia riasami a baktériami.

Naproti tomu v takomto prostredí profitujú detritofágy, ktoré sa živia bahnom. Príkladom sú máloštetinavce (Oligochaeta) a pakomáre (Chironomidae). Podobne profitujú aj niektoré filtrátory, ako napr. potočníky (Trichoptera), ktoré sa môžu živiť organickými bahnitými čistočkami transportovanými vodou (FPOM).

Odstránenie pobrežnej vegetácie

V prípade odstránenia drevinatej vegetácie zmiznú tzv. „rojové štruktúry“, ktoré dospelému hmyzu (imágam) a iným slúžia na orientáciu. Ako „rojové štruktúry“ môžu slúžiť stromy, kry ale aj byliny.

Pobrežná vegetácia predstavuje zdroj CPOM a FPOM zvlášť na jeseň prostredníctvom opadu listov a vetiev. Lístie a vetvy ako aj mŕtve drevo, slúžia ako lapače pre menšie čiastočky (FPOM), ktoré sa zhromažďujú na vhodných miestach. CPOM je zdrojom potravy pre drviče a FPOM pre zberače (detritofágy a filtrátory).

Úplné odstránenie pobrežnej vegetácie zamedzí vstupu mŕtveho dreva do vodného toku. Funkciu mŕtveho dreva pozri hore vyššie.

Po odstránení pobrežnej vegetácie sa zmenší zatienenie. Úbytok zatienenia predstavuje hlavne pre menšie toky veľké narušenie, pretože tieto sú za normálnych okolností úplne zatienené. Pri väčších tokoch je zatienenie obmedzené aj za prirodzených podmienok, na základe šírky vodnej hladiny. Pozri aj vyššie zmes bahno/piesok.

Spätné vzduťie/prehradenie

Spätné vzduťie je vyvolané prehradením, ako sú údolné priehrady, hrádze alebo rampy a prejavuje sa vo forme výrazne zmenšeného až chýbajúceho prúdenia, minimálneho premiešavania vody s atmosferickým kyslíkom, ako aj vyššími teplotami vody v letnom období. V oblasti spätného vzduťia priehrad sa zvyšuje teplota vody kvôli chýbajúcemu zatieneniu a minimálnej rýchlosti prúdu. Minimálna rýchlosť prúdu v oblasti spätného vzduťia umožňuje rast vodných rastlín (makrofyty), ktoré nemôžu rásť v rýchlejšie tečúcich úsekoch pre vyššiu rýchlosť prúdu. Vďaka nižšej rýchlosti prúdu je diverzita prúdenia v oblasti spätného vzduťia výrazne znížená – mierne až rýchlo prúdiace úseky chýbajú.

Priehrady pôsobia ako mechanické bariéry, ktoré bránia transportu materiálu na dne (naplaveniny) ďalej po prúde potoka či rieky. Pod takouto stavbou je preto preprava sedimentu znížená, panuje deficit naplavenín. Priehrady spôsobujú obmedzenie šírenia organizmov, ktoré často nedokážu prekonať tieto stavby. To platí zvlášť pre MZB taxóny, ktoré nemajú okridlené štádium dospelcov, napr. lastúrniky, ulitníky a kôrovce a ryby.

Napriamanie toku

Napriamanie toku vždy znamená skrátenie toku medzi dvoma bodmi; takto bývajú okrem iného odrezané ohyby meandrov, vysušené staré ramená alebo premiestnený tok. Zmenšenie zákrut

toku automaticky vedie k zvýšeniu rýchlosti prúdu. Napriamencie toku spravidla sprevádza spevnenie brehov.

Tok vedený rúrou

Toky vedené rúrou predstavujú uzavretý umelý kanál, alebo sú úplne zastrešené. Príkladom sú úseky tokov vedúce popod križujúce cesty vo výrazne zúženom profile alebo takéto toky pretekajú vo vnútri umelej siete kanálov v sídlach.

Vnútorňý povrch rúry je hladký a bez štruktúr. Chýbajú štruktúry ako žliabky (prehĺbeniny v toku spôsobené víriacou vodou) a zátoky brehov, v ktorých je rýchlosť prúdu veľmi nízka. Rýchlosť prúdu v rúre je preto spravidla veľmi vysoká.

Pretože vnútorné a vonkajšie plochy rúr pozostávajú z masívneho materiálu ako je betón alebo dlaždice, nemôžu sa vytvoriť a) žiadne štruktúry dna ako napr. žliabky alebo dutiny a b) žiadne štruktúry dna ako napr. zátoky, ktoré by mohli fungovať ako životný priestor.

Spevnenie brehu

Aby sa zabránilo erózii (odnášaniam) a presunu toku, sú na mnohých tokoch spevnené brehy. Príkladom rôznych foriem spevnenia brehov sú hotové betónové tvárnice, múriky, dlaždice, kamenné násypy, drevená prehrádzka alebo naplavené rastliny.

Spevnením brehu sa zabráni tvorbe zátok v brehoch, v ktorých je prúdenie veľmi pomalé. Spevnenie brehu samotné je väčšinou rovnaké. Prúdenie pri brehu je preto jednotné a diverzita prúdu je nízka.

Eróziou a ukladaním sedimentov vznikajú prirodzene štruktúry brehu, ako napr. zátoky brehu, podomletie brehu a pobrežné lavice. Spevnenie brehu zabráni erózii a vďaka jednotnému prúdeniu lokálnej sedimentácii (ukladaniu naplavenín).

Okrem úbytku potenciálnych plôch vhodných na osídlenie pre makrozoobentos, zvlášť v oblastiach s veľmi miernym prúdom, môže dôjsť k zmene fauny a k presunu podielov potravných typov. Spevnenie brehov vedie k zvýšeniu rýchlosti prúdu. Zvýhodnené sú taxóny, ktorým vyhovuje prúd. Vďaka tomu môžu byť nížinné toky osídlené druhmi, ktoré za normálnych okolností žijú v tokoch stredných polôh. Ak je spevnenie vytvorené kamennými násypmi, môžu byť zvýhodnené filtrátory, ktoré si stavajú siete (zberače), ako napr. niektoré potočníky (Trichoptera). Nachádzajú ideálne podmienky na budovanie svojich sietí. S tým súvisí veľký nárast podielu zberačov v spoločenstve, čo však nezodpovedá prirodzeným pomerom.

Spevnenie dna

Napriamením toku narastá rýchlosť prúdu. S tým sa zvyšuje aj hydraulické zaťaženie dna toku. Následkom toho dochádza k odnášaniam materiálu a k prehĺbovaniu dna toku.

Aby sa tomu zabránilo, dno sa spevňuje. Príkladom rôznych foriem spevnenia dna sú betónové hotové tvárnice, dlaždice a kamenné násypy.

Spevnením dna sa redukuje prirodzená dynamika tečúcich vôd. Stavba dna samotného je veľmi uniformná, pričom sa zjednotí prúdenie v toku a diverzita prúdu sa znižuje. Uniformné pomery prúdu vedú k zjednoteniu typu substrátu. Následkom toho je pokles pôvodného druhového bohatstva v toku.

Na spevnenie dna toku sa spravidla používajú veľké stavebné kamene. Pretože môžu byť poukladané veľmi tesne vedľa seba, sú aj pri veľkých privalových vodách stabilné. Na takýchto netypických substrátoch sa môžu usídlieť živočchy, ktoré v skutočnosti žijú v iných úsekoch tečúcich vôd (zmena fauny).

Prehradenie

Hrádze majú význam ako zábrany, ktoré slúžia na ochranu priľahlých polí pred zaplavením vodou pri povodniach. Často sú hrádze postavené veľmi tesne pri vodnom toku, takže nivy toku sú odrezané. Od toho momentu nemôžu viac plniť svoju funkciu v ekosystéme, pretože sú odrezané od potrebných pravidelných záplav.

Niva je za normálnych okolností miestom ukladania živín pre vodný tok. Strata nivy vedie k následnému nárastu koncentrácie živín (eutrofizácii).

Spevnenie

Na spevnených plochách odtečie voda zvlášť rýchlo a nevsakuje cez pôdu do podzemných vôd. V mnohých prípadoch je táto voda bodovo vedená do tokov a zvyšuje tu za dažďa odtok tak, že môže dochádzať k neprirodzene rýchlemu nárastu vysokej vody.

Vedením dažďovej vody sa zvýši množstvo vody, ktoré odteká tokom a tým aj rýchlosť prúdu. Tým sú odtransportované ľahšie typy substrátov, ako napr. drobný štrk. Následne zmiznú taxóny, ktoré žijú v štrku. To sú predovšetkým mnohé EPT taxóny.

5. LITERATÚRA

- BARBOUR, M.T., J. GERRITSEN, B.D. SNYDER, and J.B. STRIBLING. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- KOLKWITZ, R., MARSSON, M., 1909: Ökologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev. Hydrobiologie*, 2: 126–152.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A., 2004: Hydromorfologický slovník (Slovensko–anglický výkladový slovník hydromorfologických termínov). SHMÚ, Bratislava, 77 pp.
- KRNO, I., 2006: Limnológia tečúcich vôd. Univerzita Komenského, Bratislava, 76 pp.
- PANTLE, R., BUCK, H. 1955: Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *GWF*, 96, 604-607.
- ZELINKA, M., MARVAN, P., 1961: Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer". *Arch. Hydrobiol.*, 57: pp. 159-174.
- Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a rady z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky. Úradný vestník Európskej únie, 15/zv.5, 275 – 346.
- SLÁDEČEK, V., 1967: The ecological and physiological trends in the saprobiology. *Hydrobiologia* 30, 513-526.
- SLÁDEČEK, V., 1973: System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. (Ergebn. Limnol.)*, No. 7, Stuttgart : Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 222 p.
- ŠPORKA, F. (ed.), 2003: Vodné bezstavovce (makrovertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 pp.
- WALLEY, W. J. & HAWKES, H. A., 1996: A computer-based reappraisal of Biological Monitoring Working Party scores using data from the 1990 River Quality Survey of England and Wales. *Water Research*, 30 (9), 2086-2094.
- WALLEY, W. J. & HAWKES, H. A., 1997: A computer-based development of the Biological Monitoring Working Party score system incorporating abundance rating, biotope type and indicator value. *Water Research*, 31 (2), 201-210.

6. TERÉNNE PROTOKOLY

Terénny protokol: BEZPEČNOSŤ PRI TOKU

- Pred exkurziou treba zistiť, či sa lokalita nenachádza v chránenom území a ktoré činnosti sú podľa stupňa ochrany zakázané. V prípade potreby sa treba obrátiť na Štátnu ochranu prírody a vybaviť povolenie. Táto inštitúcia (príp. lesná správa) môže poskytnúť hodnotné údaje o faune a flóre a o iných pozoruhodnostiach (stupeň znečistenia, revitalizačné zásahy). Spravidla sú úrady vďačné, keď im po skončení výskumu poskytnete vaše výsledky.
- Skúmať možno len toky, ktoré môžu bezpečne prebrodiť všetci účastníci!
- K dispozícii musí byť lekárnička; ako doplnok fyziologický roztok na vypláchnutie očí pri kontakte s chemikáliami.
- Každá skupina sa musí stále zdržiavať v bezpečnej blízkosti pedagogického dozoru (na dohľad, či posluch).
- Máte žiakov, ktorí vyžadujú zvláštnu pozornosť? Reagujú napríklad niektorí študenti alergicky na uštipnutie hmyzom? Čo treba robiť v prípade alergického záchvatu (číslo tiesňového volania)?
- Musíte si zobrať ešte jedného pedagóga?
- Dodržiavajte pitný režim. Pri toku je pocit smädu potláčaný.
- **Dajte pozor na možné hĺbočiny, zvlášť pri tokoch, kde pre zákal vody nevidíme dno!** Napr. na strmých a zarastených brehoch. Pri spadnutých kmeňoch stromov a koreňoch môžu byť veľmi hlboké miesta. Pred vstupom do rieky palicou sieťky alebo ináč premerajte hĺbku!
- Kamene môžu byť kvôli riasovým nárastom veľmi klzké.
- Počas horúcich dní dajte pozor, aby žiaci boli chránení opaľovacím krémom.
- V prípade potreby, použite repelent proti komárom a kliešťom. Po ukončení exkurzie skontrolujte, či žiaci nemajú zachyteného kliešťa na svojom tele (pazuchy, pod kolenami a iné miesta s jemnou vlhkou pokožkou)

Terénny protokol: ÚLOHY A ČASOVÉ ÚDAJE

- Exkurzie na toky môžu negatívne ovplyvňovať skúmaný úsek, preto sa musia VŠETCI pri toku a na jeho brehu správať veľmi opatrne a citlivo.
- Rastliny na brehu nesmú byť bezdôvodne pošliapané. Každá skupina si preto vyberie len jedno miesto, na ktorom sa centrálné zozbiera materiál a na ktorom sa stretne, aby prediskutovala výsledky.
- Kamene vybraté z toku, treba po preskúmaní opäť vrátiť do toku. Kamene predstavujú habitaty pre vodnú biotu!
- So živočíchmi treba narábať opatrne a po preskúmaní ich vrátiť späť do vody.
- V teréne nič nenechávame. Tok a jeho okolie zanecháme tak, ako sme ich našli!
- Chemikálie nevylievame do doku. Zbierame v označenej nádobe a odovzdáme ich do chemického laboratória v škole.
- Nevstupujeme zbytočne do toku, len kvôli odberu vzoriek.
- Do toku vstupujeme až potom, čo Fauna tím odobral potrebné vzorky.

ZOZNAM MATERIÁLU NA EXKURZIU

Dva veľké plastové boxy na materiál, do ktorých umiestnime všetok odobratý materiál.

Každý účastník si prinesie:

- podložku na písanie, ceruzku! (večné a plniace pero nepíšu v daždi), strúhadlo, gumu
- hrubú fixku (vode odolnú)
- vrecká z plastu (na ochranu podkladov pred dažďom)
- gumenné čižmy, pršiplášť, šatku, prípadne dáždnik
- nápoj, občerstvenie (v teréne vyhladneme)
- šatka, náhradné oblečenie (vždy)
- plastovú tašku (na odpad, príp. iné)

Fauna tím:

- veľká biela miska, pár gumenných rukavíc, minimálne dva určovacie kľúče, dve lupy (10-násobné zväčšenie), tri pinzety
- 2 páry vysokých gumenných čižiem,
- 4-6 Petriho misiek
- skúmavky s alkoholom na zber dokladového materiálu a živých ťažko určiteľných živočíchov
- 70% alkohol na fixovanie jednotlivých živočíchov
- malé lístočky na popis Petriho misiek a v alkohole fixovaných živočíchov.

Chemický tím:

- analytický kufrík (s návodmi, pipetami, skúmavkami na vzorky)
- destilovaná voda
- nádobu na použité chemikálie
- bezpečnostné okuliare

Zberateľ dát:

- topografickú mapu
- digitálny fotoaparát
- eventuálne potrebné povolenia na odber vzoriek od príslušných úradov v spolupráci s učiteľom

Bezpečnosť

- lekárnička

Terénny protokol: FORMULÁR TOKU (1/3)

Meno toku:

Dátum:

Názov lokality:

Čas: začiatok ___ koniec ___

Meno povodia:

*Meno školy:

*Názov kurzu:

*Vedúci tímu:

*Správca materiálu:

*Zberateľ dát:

*Vedúci hodnotenia substrátu:

*Chemický tím:

*Tím hodnotenia morfológie toku:

* nepovinné údaje

Terénny protokol: FORMULÁR TOKU (2/3)

Meno toku a miesta odberu vzorky (skratka):

Dátum:

*Fauna tím:

*Meno učiteľa/ky:

Počasia (24 hodín):

počasie (teraz):

*Teplota vzduchu:

Fotografie (prehľad): Odporúča sa urobiť 2 fotografie hore prúdom a 2 fotografie dole prúdom.

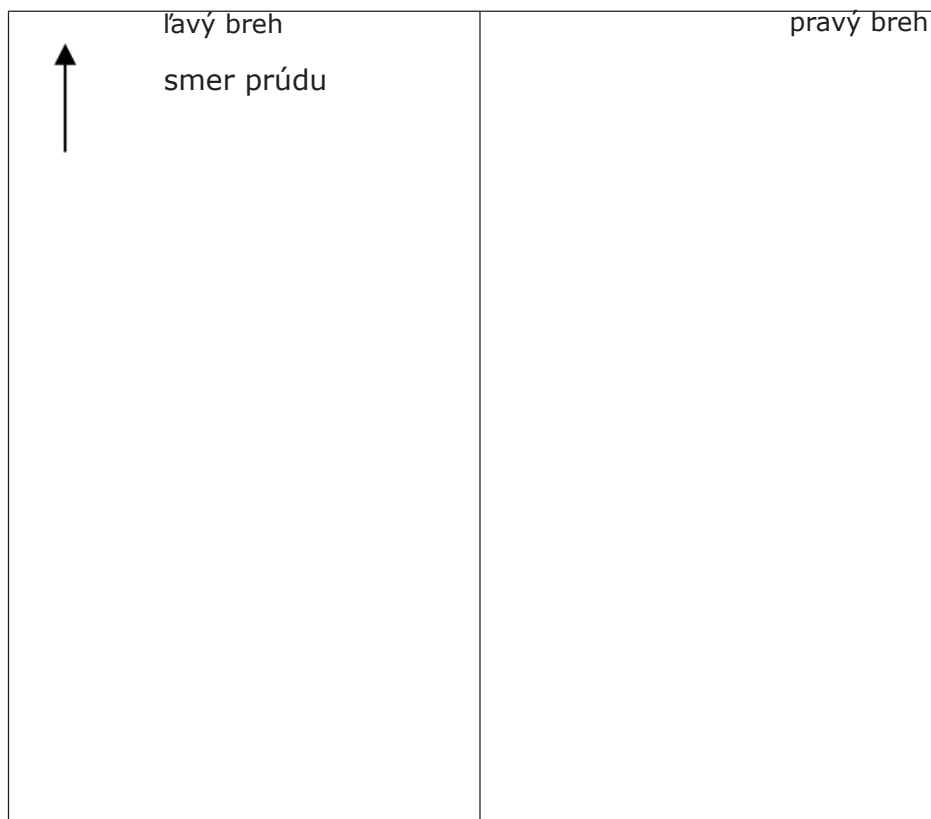
Fotografie dôležitých prvkov (nazhromaždené drevo, veľké množstvá CPOM, umelé typy substrátov, prestavby dna a brehov, napriamenie toku).

Terénny protokol: FORMULÁR TOKU (3/3)

Meno toku a miesta odberu vzorky (skratka):

Dátum:

Nákres skúmaného úseku:



Zakresliť kľukatenie toku, štruktúry (substrát dna, typy prúdenia, rúry, priehradenia toku), pobrežná vegetácia, využitie príľahlej krajiny.

Terénny protokol: CHEMICKO FYZIKÁLNA KVALITA VODY

Za každým zakrúžkujte vyhovujúcu premennú. + = premenná je prítomná. Každý krížik znamená jeden bod. Všetky ostatné údaje sa počítajú za 2 body. Triedu kvality vody získame sčítaním bodov pre každý stĺpec, najvyššia hodnota určuje triedu kvality. Znak nedostatku kyslíka: preskúmať 5 kameňov z rýchlo tečúcich častí a 5 kameňov z pomaly tečúcich častí.

Meno vodného toku/miesto odberu vzorky:

Dátum:

Trieda kvality vody	1 - veľmi dobrá	2 - dobrá	3 - priemerná	4 - zlá	5 - veľmi zlá
Znak eutrofizácie					
Vláknité riasy, zväzочки rias	žiadne/ zriedka	žiadne/ zriedka	pravidelne	často	často/ žiadne
% podiel hrubého slizovitého nárastu rias	< 25%	25-75%	75-100%	75-100%	< 25%
Znak nedostatku kyslíka (čierne škvrnky)					
Čierne sfarbené usadeniny v hĺbke 5 cm, horná strana nie čierna			+++	++	
Horná strana usadenín čierna				+++	+++
Pomaly tečúce úseky (trieda prúdu 1-3)					
Spodná strana kameňov čierna (% podiel na kameň)	< 25%	< 25%	25-75%	75-99%	100%
Horná strana kameňov čierna			+	++	+++
Rýchlo tečúce úseky (trieda prúdu 4)					
Spodná strana kameňov čierna (% podiel na kameň)	< 25%	< 25%	25-49%	50-99%	100%
Horná strana kameňov čierna				+++	+++
Farba	Bezfarebná, číra	Mierne zakalená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená
pach	Bez zápachu, svieža	Bez zápachu, svieža	Neprijemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybací	Neprijemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybací	Neprijemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybací
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	< 6,5 alebo > 8,5	< 6,5 alebo > 8,5	< 6,5 alebo > 8,5
Teplota (°C)	< 18	18-20	> 20	> 20	> 20
Kyslík (mg/l)	> 8	6-8	< 6	< 6	< 6

Kyslík (%)	91-110	81-90 alebo 111-120	70-80 alebo 121-130	60-70 alebo 131-140	< 60 alebo > 140
Dusičnan (mg/l)	< 1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	5,1-10	> 10
Dusitan (mg/l)	< 0,01	0,02-0,1	0,11-0,2	0,21-0,4	> 0,4
Amónium (mg/l)	< 0,04	0,04-0,3	> 0,3	> 0,3	> 0,3
Body/trieda kvality vody					

INDEX VYUŽÍTIA KRAJINY a jeho výpočet (do vzdialenosti 50 m od brehu):

Využitie krajiny	10-50%	> 50%		
prírodný les	1	1		
Prírodné lužné biotopy (mokrad'	1	1		
Úhor	2	2		
Extenzívne využívaný pasienok/poľné cesty	3	3		
Intenzívne využívaný pasienok	4	4		
Ihličnatý les	4	4		
Pole	4	4		
Sad/záhrady	4	4		
Zástavba	5	5		
Intravilán/iné cesty	5	5		
Skládka	5	5		
Výsledok/ Index využitia: Priemer zo stĺpca 1.+ hodnota zo stĺpca 2./2	+		/2	index využitia

Terénny protokol: HYDROMORFOLOGICKÉ VYHODNOTENIE: nížina

Zakaždým zakrúžkujte vyhovujúcu premennú. Každá zakrúžkovaná premenná predstavuje jeden bod. Triedu morfológie získame zosumarizovaním bodov v každom stĺpci. Najvyššia hodnota určuje výsledok.

	1 - veľmi dobrá	2 - dobrá	3 - priemerná	4 - zlá	5 - veľmi zlá
Využívanie nivy	Index využitia 1-1,5	> 1,5-2,5	> 2,5-3,5	> 3,5- 4,5	> 4,5
Pásmo brehu	Šírka: > 50 m	Šírka: 5-50 m	Šírka: 2-5 m	Šírka: 1-2 m	Šírka: < 1 m
Priebeh toku	Meandrujúci alebo rozdvojený, prebieha viac alebo menej stredom údolia, môže sa voľne pohybovať	Kľukatiaci sa, prevažuje prirodzená mobilita	Slabo sa kľukatiaci, pohyblivosť obmedzovaná spevnenými brehmi (napr. kamenný násyp)	napriamený, minimálna pohyblivosť kvôli spevneným brehom	Napriamený, kanalizovaný
Diverzita substrátu dna toku	Na dne toku dominuje piesok alebo štrk; štrkové lavice, tvorba ostrovčekov; väčšie naplaveniny dreva/haluze	Na dne toku dominuje piesok alebo štrk; štrkové lavice a tvorba ostrovčekov sa môžu vyskytovať; naplaveniny dreva/haluze ojedinele	Na dne toku dominuje piesok alebo štrk; menšie naplaveniny dreva/haluze veľmi zriedka;	Dno z veľkej časti bahnité; a spevnené	Dno jednotné, bahnité; a úplne spevnené
Podiel a hrúbka drevín na vegetácii brehu	Súvislé	Polo-súvislé	Príležitostné zoskupenia drevín	Príležitostné samostatne stojace dreviny	žiadne dreviny
Suma bodov/ stĺpec					

Terénny protokol: HYDROMORFOLOGICKÉ VYHODNOTENIE: pahorkatina - horský tok

Zakaždým zakrúžkujte vyhovujúcu premennú. Každá zakrúžkovaná premenná predstavuje jeden bod. Triedu štruktúry získame zosumarizovaním bodov v každom stĺpci.

	1 - veľmi dobrá	2 - dobrá	3 - priemerná	4 - zlá	5 - veľmi zlá
Využívanie nivy	Index využívania 1-1,5	> 1,5-2,5	> 2,5-3,5	> 3,5- 4,5	> 4,5
Pásmo brehu	Šírka: > 50 m	Šírka: 5-50 m	Šírka: 2-5 m	Šírka: 1-2 m	Šírka: < 1 m
Priebeh toku	Prirodzene vinutý alebo rozdvojený, prebieha viac alebo menej stredom údolia, môže sa voľne pohybovať	Slabo sa kľukatiaci, prevažuje prirodzená mobilita, žiadne spevnenia brehov	Napriamený, z časti spevnené brehy < 50% (kamenný násyp)	Napriamený, spevnené brehy > 50%	napriamený, kanalizovaný
Diverzita substrátu dna toku	Dno toku s nepravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov, štrku; štrkové lavice, tvorba ostrovčekov, väčšie naplaveniny dreva/haluze	Dno toku s nepravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov a štrku; štrkové lavice a ostrovčeky sa môžu vyskytovať; naplaveniny dreva/haluze ojedinele	Dno s pravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov a štrku; naplaveniny dreva/haluze veľmi zriedka; úpravy dna 20-50%	Dno unifikované; s usadeninami alebo pieskom; úpravy dna 50-80%	Úpravy dna > 80%
Podiel a hrúbka drevín na vegetácii brehu	Súvislé	Polo-súvislé	Príležitostné zoskupenia drevín	Príležitostné samostatne stojace dreviny	žiadne dreviny
Suma bodov					

Terénny protokol BIOLOGICKÉ VYHODNOTENIE

Biologické hodnotenie podľa zjednodušeného BMWP indexu (Barbour et al., 1999)

Systematické zaradenie/Čeľaď (family)	Skóre
Kmeň: Ploskavce (Platyhelminthes)	
Ploskulice (všetky čeľade)	3
Kmeň: Mäkkýše (Mollusca)	
Ulitníky (Ancylidae)	6
Ulitníky (Lymnaeidae, Planorbidae, Physidae);	3
Lastúrniky (Sphaeriidae);	3
Kmeň: Obrúčkavce (Annelida)	
Máloštetinavce (Oligochaeta) všetky čeľade	1
Pijavice (Hirudinea) (všetky čeľade)	
Kmeň: Článkonožce (Arthropoda)	
podkmeň: Klepietkavce (Chelicerata)	
vodné roztoče (Hydracarina)	3
podkmeň: Kôrovce (Branchiata)	
raky (Astacidae)	8
rovnakonôžky (Asellidae);	3
rôznonôžky (Gammaridae);	6
podkmeň Vzdušnicovce (Tracheata)	
podenky (Ephemeroptera): Ephemeridae, Heptageniidae	10
Podenky (Caenidae);	7
Podenky (Ephemeroptera):Baetidae	4
Vážky (všetky čeľade)	8
Pošvatky (Plecoptera) (všetky čeľade)	10
Bzdochy (Heteroptera) (všetky čeľade);	5
Vodnárky (Megaloptera) (Sialidae)	4
Potočníky (Trichoptera) so schránkami (všetky čeľade); bezschránkaté potočníky (Rhyacophilidae, Polycentropodidae)	7
Potočníky (Trichoptera) (len Hydropsychidae)	5
Vodné chrobáky (Coleoptera) (všetky čeľade);	5
Dvojkřídlovce (Diptera) (Tipulidae, Limoniidae, Pediciidae, Simuliidae);	5
Dvojkřídlovce (Diptera) - Pakomáre (Chironomidae)	2

Triedy kvality vody na základe BMWP indexu

BMWP skóre	Ekol. stav	Interpretácia – kvalita vody
>100	veľmi dobrý	veľmi čistá voda (1)
100- 71	dobrý	čistá voda (2)
70- 41	priemerný	znečistená voda (3)
11-40	zlý	silne znečistená voda (4)
0-10	veľmi zlý	veľmi silne znečistená voda (5)

Revidované skóre taxónov bentických bezstavovcov na výpočet BMWP indexu (Walley, Hawkes, 1996, 1997)

Taxón	Čeľaď	Pôvodné BMWP skóre	Revidované BMWP skóre
Ploskulice	Planariidae	5	4.2
	Dendrocoelidae	5	3.1
Ulitníky	Neritidae	6	7.5
	Viviparidae	6	6.3
	Valvatidae	3	2.8
	Hydrobiidae	3	3.9
	Lymnaeidae	3	3.0
	Physidae	3	1.8
	Planorbidae	3	2.9
Ancyliidae a lastúrniky	Ancyliidae	6	5.6
	Unionidae	6	5.2
	Sphaeriidae	3	3.6
Máloštetinavce	Oligochaeta	1	3.5
Pijavice	Piscicolidae	4	5.0
	Glossiphoniidae	3	3.1
	Hirudididae	3	0.0
	Erpobdellidae	3	2.8
Kôrovce	Asellidae	3	2.1
	Corophiidae	6	6.1
	Gammaridae	6	4.5
	Astacidae	8	9.0
Podenky	Siphonuridae	10	11.0
	Baetidae	4	5.3
	Heptageniidae	10	9.8
	Leptophlebiidae	10	8.9
	Ephemerellidae	10	7.7
	Potamanthidae	10	7.6
	Ephemeridae	10	9.3
	Caenidae	7	7.1
Pošvatky	Taeniopterygidae	10	10.8
	Nemouridae	7	9.1
	Leuctridae	10	9.9
	Capniidae	10	10.0
	Perlodidae	10	10.7
	Perlidae	10	12.5
	Chloroperlidae	10	12.4
Šidielka	Platycnemidae	6	5.1
	Coenagriidae	6	3.5
	Lestidae	8	5.4
	Calopterygidae	8	6.4

Šidlá	Gomphidae	8	
	Cordulegasteridae	8	8.6
	Aeshnidae	8	6.1
	Corduliidae	8	
	Libellulidae	8	5.0
Bzdochy	Mesoveliidae *	5	4.7
	Hydrometridae	5	5.3
	Gerridae	5	4.7
	Nepidae	5	4.3
	Naucoridae	5	4.3
	Aphelocheiridae	10	8.9
	Notonectidae	5	3.8
	Pleidae	5	3.9
	Corixidae	5	3.7
Chrobáky	Haliplidae	5	4.0
	Hygrobiidae	5	2.6
	Dytiscidae	5	4.8
	Gyrinidae	5	7.8
	Hydrophilidae	5	5.1
	Clambidae	5	
	Scirtidae	5	6.5
	Dryopidae	5	6.5
	Elmidae	5	6.4
	Chrysomelidae *	5	4.2
	Curculionidae *	5	4.0
	Strechátky	Sialidae	4
Potočníky	Rhyacophilidae	7	8.3
	Philopotamidae	8	10.6
	Polycentropidae	7	8.6
	Psychomyiidae	8	6.9
	Hydropsychidae	5	6.6
	Hydroptilidae	6	6.7
	Phryganeidae	10	7.0
	Limnephilidae	7	6.9
	Molannidae	10	8.9
	Beraeidae	10	9.0
	Odontoceridae	10	10.9
	Leptoceridae	10	7.8
	Goeridae	10	9.9
	Lepidostomatidae	10	10.4
	Brachycentridae	10	9.4
Sericostomatidae	10	9.2	
Dvojkřídlovce	Tipulidae	5	5.5
	Chironomidae	2	3.7
	Simuliidae	5	5.8

Terénny protokol: EKOLOGICKÉ TRIEDY

Meno toku a miesta odberu vzorky:

Kurz:

Dátum:

Pre tri kvalitatívne premenné musia byť v záverečnej diskusii zodpovedané nasledovné dve otázky:

1. Ktoré parametre sú hodnotené horšie ako „dobré“?
2. Aké sú hlavné problémy sledovaného úseku toku?

Výsledok EKOLOGICKÝCH TRIED

	Výsledok
Výsledok chemicko-fyzikálna kvalita vody	
Výsledok hydromorfológia	
Výsledok biologická kvalita vody	
VÝSLEDOK EKOLOGICKEJ TRIEDY	

PRÍKLAD HODNOTENIA RELATÍVNE NENARUŠENÉHO ÚSEKU TOKU:

Terénny protokol: CHEMICKO FYZIKÁLNA KVALITA VODY

Za každým zakrúžkujte vyhovujúcu premennú. + = premenná je prítomná. Každý krížik znamená jeden bod. Všetky ostatné údaje sa počítajú za 2 body. Triedu kvality vody získame sčítaním bodov pre každý stĺpec, najvyššia hodnota určuje triedu kvality. Znak nedostatku kyslíka: preskúmať 5 kameňov z rýchlo tečúcich častí a 5 kameňov z pomaly tečúcich častí.

Meno vodného toku/miesto odberu vzorky:

Dátum:

Trieda kvality vody	1 - veľmi dobrá	2 - dobrá	3 - priemerná	4 - zlá	5 - veľmi zlá
Znak eutrofizácie					
Vláknité riasy, zväzočky rias	žiadne/ zriedka	žiadne/ zriedka	pravidelne	často	často/ žiadne
% podiel hrubého slizovitého nárastu rias	< 25%	25-75%	75-100%	75-100%	< 25%
Znak nedostatku kyslíka (čierne škvry)					
Čierne sfarbené usadeniny v hĺbke 5 cm, horná strana nie čierna			+++	++	
Horná strana usadenín čierna				+++	+++
Pomaly tečúce úseky (trieda prúdu 1-3)					
Spodná strana kameňov čierna (% podiel na kameň)	< 25%	< 25%	25-75%	75-99%	100%
Horná strana kameňov čierna			+	++	+++
Rýchlo tečúce úseky (trieda prúdu 4)					
Spodná strana kameňov čierna (% podiel na kameň)	< 25%	< 25%	25-49%	50-99%	100%
Horná strana kameňov čierna				+++	+++
Farba	Bezfarebná, číra	Mierne zakalená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená
pach	Bez zápachu, svieža	Bez zápachu, svieža	Neprijemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybáci	Neprijemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybáci	Neprijemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybáci
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	< 6,5 alebo > 8,5	< 6,5 alebo > 8,5	< 6,5 alebo > 8,5
Teplota (°C)	< 18	18-20	> 20	> 20	> 20

Kyslík (mg/l)	> 8	6-8	< 6	< 6	< 6
Kyslík (%)	91-110	81-90 alebo 111-120	70-80 alebo 121-130	60-70 alebo 131-140	< 60 alebo > 140
Dusičnan (mg/l)	< 1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	5,1-10	> 10
Dusitan (mg/l)	< 0,01	0,02-0,1	0,11-0,2	0,21-0,4	> 0,4
Amónium (mg/l)	< 0,04	0,04-0,3	> 0,3	> 0,3	> 0,3
Body/trieda kvality vody	14	6			

Výsledok: Chemicko-fyzikálna kvalita vody je veľmi dobrá (14 bodov – 1.)

HYDROMORFOLOGICKÉ HODNOTENIE

Využitie krajiny	10-50%	> 50%		
prírodný les	1	1		
Prírodné lužné biotopy (mokrad')	1	1		
Úhor	2	2		
Extenzívne využívaný pasienok/poľné cesty	3	3		
Intenzívne využívaný pasienok	4	4		
Ihličnatý les	4	4		
Pole	4	4		
Sad/záhrady	4	4		
Zástavba	5	5		
Intravilán/iné cesty	5	5		
Skládka	5	5		
Výsledok/ Index využitia: Priemer zo stĺpca 1.+ hodnota zo stĺpca 2./2	2	1	/2	1,5

Terénny protokol: HYDROMORFOLOGICKÉ VYHODNOTENIE: pahorkatina - horský tok

Za každým zakrúžkujte vyhovujúcu premennú. Každá zakrúžkovaná premenná predstavuje jeden bod. Triedu morfológie získame zosumarizovaním bodov v každom stĺpci. Najvyššia hodnota určuje výsledok.

	1 - veľmi dobrá	2 - dobrá	3 - uspokojivá	4 - neuspokojivá	5 - zlá
Využívanie nivy	Index využívania 1-1,5	> 1,5-2,5	> 2,5-3,5	> 3,5- 4,5	> 4,5
Pásmo brehu	Šírka: > 50 m	Šírka: 5-50 m	Šírka: 2-5 m	Šírka: 1-2 m	Šírka: < 1 m
Priebeh toku	Prirodzene vinutý alebo rozdvojený, prebieha viac alebo menej stredom údolia, môže sa voľne pohybovať	Slabo sa kľukatiaci, prevažuje prirodzená mobilita, žiadne spevnenia brehov	Napriamený, z časti spevnené brehy < 50% (kamenný násyp)	Napriamený, spevnené brehy > 50%	napriamený, kanalizovaný
Diverzita substrátu dna toku	Dno toku s nepravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov, štrku; štrkové lavice, tvorba ostrovčekov, väčšie naplaveniny dreva/haluze	Dno toku s nepravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov a štrku; štrkové lavice a ostrovčeky sa môžu vyskytovať; naplaveniny dreva/haluze ojedinele	Dno s pravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov a štrku; naplaveniny dreva/haluze veľmi zriedka; úpravy dna 20-50%	Dno unifikované; s usadeninami alebo pieskom; úpravy dna 50-80%	Úpravy dna > 80%
Podiel a hrúbka drevín na vegetácii brehu	Súvislé	Polo-súvislé	Príležitostné zoskupenia drevín	Príležitostné samostatne stojace dreviny	žiadne dreviny
Suma bodov	1	3	1		

Hydromorfológia toku je dobrá (2)

Biologické hodnotenie podľa zjednodušeného BMWP indexu (Barbour et al., 1999)

Systematické zaradenie/Čeľaď (family)	Skóre
Kmeň: Ploskavce (Platyhelminthes)	
✓ Ploskulice (všetky čeľade)	3
Kmeň: Mäkkýše (Mollusca)	
✓ Ulitníky (Ancylidae)	6
Ulitníky (Lymnaeidae, Planorbidae, Physidae);	3
Lastúrniky (Sphaeriidae);	3
Kmeň: Obrúčkavce (Annelida)	
✓ Máloštetinavce (Oligochaeta) všetky čeľade	1
Pijavice (Hirudinea) (všetky čeľade)	
Kmeň: Článkonožce (Arthropoda)	
podkmeň: Klepietkavce (Chelicerata)	
vodné roztoče (Hydracarina)	3
podkmeň: Kôrovce (Branchiata)	
✓ raky (Astacidae)	8
rovnakonôžky (Asellidae);	3
✓ rôznonôžky (Gammaridae);	6
podkmeň Vzdušnicovce (Tracheata)	
✓ podenky (Ephemeroptera): Ephemeridae, Heptageniidae	10
Podenky (Caenidae);	7
✓ Podenky (Ephemeroptera):Baetidae	4
✓ Vážky (všetky čeľade)	8
✓ Pošvatky (Plecoptera) (všetky čeľade)	10
Bzdochy (Heteroptera) (všetky čeľade);	5
Vodnárky (Megaloptera) (Sialidae)	4
✓ Potočníky (Trichoptera) so schránkami (všetky čeľade); bezschránkaté potočníky (Rhyacophilidae, Polycentropodidae)	7
Potočníky (Trichoptera) (len Hydropsychidae)	5
✓ Vodné chrobáky (Coleoptera) (všetky čeľade);	5
✓ Dvojkřídlovce (Diptera) (Tipulidae, Limoniidae, Pediciidae, Simuliidae);	5
✓ Dvojkřídlovce (Diptera) - Pakomáre (Chironomidae)	2

Spolu: BMWP: 74 Biologické hodnotenie vykazuje dobrú kvalitu vody (2)

Výsledok EKOLOGICKÝCH TRIED

	Výsledok
Výsledok chemicko-fyzikálna kvalita vody	1
Výsledok hydromorfológia	2
Výsledok biologická kvalita vody	2
VÝSLEDOK EKOLOGICKEJ TRIEDY	2

Hodnotenie vykazuje dobrý ekologický stav.

PRÍKLAD HODNOTENIA NARUŠENÉHO TOKU:

Terénny protokol: CHEMICKO FYZIKÁLNA KVALITA VODY

Zakaždým zakrúžkujte vyhovujúcu premennú. + = premenná je prítomná. Každý krížik znamená jeden bod. Všetky ostatné údaje sa počítajú za 2 body. Triedu kvality vody získame sčítaním bodov pre každý stĺpec, najvyššia hodnota určuje triedu kvality. Znak nedostatku kyslíka: preskúmať 5 kameňov z rýchlo tečúcich častí a 5 kameňov z pomaly tečúcich častí.

Meno vodného toku/miesto odberu vzorky:

Dátum:

Trieda kvality vody	1 - veľmi dobrá	2 - dobrá	3 - priemerná	4 - zlá	5 - veľmi zlá
Znak eutrofizácie					
Vláknité riasy, zväzочки rias	žiadne/ zriedka	žiadne/ zriedka	pravidelne	často	často/ žiadne
% podiel hrubého slizovitého nárastu rias	< 25%	25-75%	75-100%	75-100%	< 25%
Znak nedostatku kyslíka (čierne škvryny)					
Čierne sfarbené usadeniny v hĺbke 5 cm, horná strana nie čierna			+++	++	
Horná strana usadenín čierna				+++	+++
Pomaly tečúce úseky (trieda prúdu 1-3)					
Spodná strana kameňov čierna (% podiel na kameň)	< 25%	< 25%	25-75%	75-99%	100%
Horná strana kameňov čierna			+	++	+++
Rýchlo tečúce úseky (trieda prúdu 4)					
Spodná strana kameňov čierna (% podiel na kameň)	< 25%	< 25%	25-49%	50-99%	100%
Horná strana kameňov čierna				+++	+++
Farba	Bezfarebná, číra	Mierne zakalená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená	Zákal, alebo nie prirodzene sfarbená
pach	Bez zápachu, svieža	Bez zápachu, svieža	Nepříjemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybáci	Nepříjemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybáci	Nepříjemný zápach, napr. hnilobný, potuchlý, rybáci
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	< 6,5 alebo > 8,5	< 6,5 alebo > 8,5	< 6,5 alebo > 8,5
Teplota (°C)	< 18	18-20	> 20	> 20	> 20

Kyslík (mg/l)	> 8	6-8	< 6	< 6	< 6
Kyslík (%)	91-110	81-90 alebo 111-120	70-80 alebo 121-130	60-70 alebo 131-140	< 60 alebo > 140
Dusičnan (mg/l)	< 1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	5,1-10	> 10
Dusitan (mg/l)	< 0,01	0,02-0,1	0,11-0,2	0,21-0,4	> 0,4
Amónium (mg/l)	< 0,04	0,04-0,3	> 0,3	> 0,3	> 0,3
Body/trieda kvality vody					

Výsledok: Chemicko-fyzikálna kvalita vody je priemerná (16 bodov =3.)

HYDROMORFOLOGICKÉ HODNOTENIE

Využitie krajiny	10-50%	> 50%		
prirodzený les	1	1		
Prirodzené lužné biotopy (mokrad')	1	1		
Úhor	2	2		
Extenzívne využívaný pasienok/poľné cesty	3	3		
Intenzívne využívaný pasienok	4	4		
Ihličnatý les	4	4		
Pole	4	4		
Sad/záhrady	4	4		
Zástavba	5	5		
Intravilán/iné cesty	5	5		
Skládka	5	5		
Výsledok/ Index využitia: Priemer zo stĺpca 1.+ hodnota zo stĺpca 2./2	4,5	4	/2	4,25

Terénny protokol: HYDROMORFOLOGICKÉ VYHODNOTENIE: pahorkatina - horský tok

Zakaždým zakrúžkujte vyhovujúcu premennú. Každá zakrúžkovaná premenná predstavuje jeden bod. Triedu morfológie získame zosumarizovaním bodov v každom stĺpci. Najvyššia hodnota určuje výsledok.

	1 - veľmi dobrá	2 - dobrá	3 - priemerná	4 - zlá	5 - veľmi zlá
Využívanie nivy	Index využívania 1-1,5	> 1,5-2,5	> 2,5-3,5	> 3,5- 4,5	> 4,5
Pásmo brehu	Šírka: > 50 m	Šírka: 5-50 m	Šírka: 2-5 m	Šírka: 1-2 m	Šírka: < 1 m
Priebeh toku	Prirodzene vinutý alebo rozdvojený, prebieha viac alebo menej stredom údolia, môže sa voľne pohybovať	Slabo sa kľukatiaci, prevažuje prirodzená mobilita, žiadne spevnenia brehov	Napriamený, z časti spevnené brehy < 50% (kamenný násyp)	Napriamený, spevnené brehy > 50%	napriamený, kanalizovaný
Diverzita substrátu dna toku	Dno toku s nepravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov, štrku; štrkové lavice, tvorba ostrovčekov, väčšie naplaveniny dreva/haluze	Dno toku s nepravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov a štrku; štrkové lavice a ostrovčeky sa môžu vyskytovať; naplaveniny dreva/haluze ojedinele	Dno s pravidelným rozmiestnením väčších kameňov, okruhliakov a štrku; naplaveniny dreva/haluze veľmi zriedka; úpravy dna 20-50%	Dno unifikované; s usadeninami alebo pieskom; úpravy dna 50-80%	Úpravy dna > 80%
Podiel a hrúbka drevín na vegetácii brehu	Súvislé	Polo-súvislé	Príležitostné zoskupenia drevín	Príležitostné samostatne stojace dreviny	žiadne dreviny
Suma bodov				3	2

Hydromorfológia toku je priemerná (3)

Biologické hodnotenie podľa zjednodušeného BMWP indexu (Barbour et al., 1999)

Systematické zaradenie/Čeľaď (family)	Skóre
Kmeň: Ploskavce (Platyhelminthes)	
Ploskulice (všetky čeľade)	3
Kmeň: Mäkkýše (Mollusca)	
Ulitníky (Ancyliidae)	6
Ulitníky (Lymnaeidae, Planorbidae, Physidae);	3
Lastúrniky (Sphaeriidae);	3
Kmeň: Obrúčkavce (Annelida)	
✓ Máloštetinavce (Oligochaeta) všetky čeľade	1
✓ Pijavice (Hirudinea) (všetky čeľade)	
Kmeň: Článkonožce (Arthropoda)	
podkmeň: Klepietkavce (Chelicerata)	
vodné roztoče (Hydracarina)	3
podkmeň: Kôrovce (Branchiata)	
raky (Astacidae)	8
✓ rovnakonôžky (Asellidae);	3
✓ rôznonôžky (Gammaridae);	6
podkmeň Vzdušnicovce (Tracheata)	
podenky (Ephemeroptera): Ephemeridae, Heptageniidae	10
Podenky (Caenidae);	7
✓ Podenky (Ephemeroptera):Baetidae	4
Vážky (všetky čeľade)	8
Pošvatky (Plecoptera) (všetky čeľade)	10
Bzdochy (Heteroptera) (všetky čeľade);	5
Vodnárky (Megaloptera) (Sialidae)	4
Potočníky (Trichoptera) so schránkami (všetky čeľade); bezschránkaté potočníky (Rhyacophilidae, Polycentropodidae)	7
Potočníky (Trichoptera) (len Hydropsychidae)	5
Vodné chrobáky (Coleoptera) (všetky čeľade);	5
Dvojkřídlovce (Diptera) (Tipulidae, Limoniidae, Pediciidae, Simuliidae);	5
✓ Dvojkřídlovce (Diptera) - Pakomáre (Chironomidae)	2

Spolu: BMWP: 17 Biologické hodnotenie vykazuje zlú kvalitu vody (4)

Výsledok EKOLOGICKÝCH TRIED

	Výsledok
Výsledok chemicko-fyzikálna kvalita vody	3
Výsledok hydromorfológia	4
Výsledok biologická kvalita vody	4
VÝSLEDOK EKOLOGICKEJ TRIEDY	4

Hodnotenie vykazuje zlý ekologický stav.

Eva Bulánková, Viera Stloukalová

Hodnotenie tečúcich vôd

Vydala FAUNIMA, Bratislava

Korigovali autorky

Rozsah strán 72, rozsah 3,15 AH, prvé vydanie

Náklad 200 ks

Vytlačil Alfa Print, s. r. o., Martin

ISBN