

METODIKA ODLOVU A ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ RYB STOJATÝCH VOD



J. Kubečka, M. Prchalová

Říjen 2006



1. Úvod

Metodika je sepsána tak, aby bylo možné s jejím použitím provést odběr, základní zpracování a vyhodnocení vzorků rybiho společenstva pro potřeby monitoringu ryb ve vodách stojatých. Tato metodika popisuje způsoby vzorkování, které splňují nároky Rámcové směrnice vodní politiky EC (EC Water Framework Directive, 2000/60/EC). Třemi metodami vzorkování, které jsou v metodice uvedeny, je možno pořídit komplexní a reprezentativní vzorek společenstva ryb – rozložení vzorků na ploše a objemu vodního tělesa dokáže postihnout prostorovou heterogenitu rozmístění, kterou se společenstva ryb vyznačují. Tato metodika shrnuje minimální požadavky na průzkumy postihující trojrozměrnou variabilitu existující uvnitř každého stojatého vodního tělesa. Metodika je primárně zaměřena na vzorkování celého věkového spektra ryb starších než 0+.

Text vychází ze tří základních evropských norem určených pro monitoring rybiých společenstev v rámci Rámcové směrnice: Water quality – Sampling of fish with multimesh gillnets (EN 14 757), Sampling of fish with acoustics (práve připravovaná) a Sampling of fish with electricity (EN 14 011). První a třetí norma má již české ekvivalenty. Dále bylo přihlédnuto k Metodice odlovu a zpracování vzorků plůdkových společenstev ryb tekoucích vod (VÚV, 2006) a k evropské normě Water quality – Guidance on the scope and selection of fish sampling methods (EN 14 962). Ze zahraničních implementací Rámcové směrnice pro monitoring ryb stojatých vod byl použit zejména systém skandinávský (Appelberg a kol., 1995), rakouský (Gassner a kol., 2006) a německý (Mehner a kol., 2006; Garcia a kol. 2006).

Celkově slovované lokality (vypouštěné rybníky)

U vod, které se pravidelně vypouštějí, je možné provést odhad rybí obsádky buď výše navrženou metodikou nebo ji nahradit výsledky získanými z výlovů. Výlovy mohou poskytnout informace o celkové početnosti a biomase a o druhovém složení obsádky; při porovnání s ostatními vodami budou chybět informace o CPUE tenat. Pro korektní odhad rybí obsádky je však třeba věnovat pozornost i ne hospodářským druhům ryb tj. stanovit jejich podíl na obsádce jak z výsledků samotného výlovu, tak průzkumem ryb, které projdou česlemi při vypouštění, a dále prohlídkou loviště po ukončení výlovu.

1.1 Tenata

Tenata jsou pasivně lovicí sítě, do kterých se ryby zaplétají. Skládají se z panelů síťoviny, které jsou vyváženy tak, aby byly ve vodě ve svislé poloze. Ryby jsou do tenat chyceny různým způsobem; nejčastěji jsou chyceny za trup za hlavou, žábra, zuby nebo jiné výběžky těla (Hamley, 1980).

Tenata mohou být použita jako dnové, pelagické, vertikální nebo driftující sítě. Velikost oček se různí podle cílových druhů a velikostí lovených ryb. Panely mohou být složeny z oček jedné velikosti nebo tzv. mnohoočkové. Standardizované vzorkování ryb v jezerech pomocí dnových a pelagických mnohoočkových tenat je předmětem normy ČSN 75 7708 Jakost vod – Odběr vzorků ryb tenatními sítěmi.

Výhody použití tenat:

- tenaty je možno lovit ve všech hloubkách a téměř na všech habitatech
- spektrum ulovitelných druhů je velmi široké
- spektrum ulovitelných velikostí je velmi široké – uloven může být jedinec jakékoliv velikosti a díky geometrické řadě velikostí oček odpovídají proporce jednotlivých velikostních tříd skutečnému složení populací (Kurkilahti, 1999), vzorky tenat proto slouží jako kvalitní základna pro stanovování velikostního resp. věkového složení populace

- tenata zcela splňují požadavky kladené Rámcovou směrnicí vodní politiky EU na lovné prostředky

Nevýhody použití tenat:

- tenata poskytují údaje o tzv. relativní početnosti prostřednictvím úlovku na jednotku úsilí (CPUE, z anglického Catch Per Unit of Effort), v současné době není znám přepočítání mezi CPUE a absolutní početností ryb (ks/ha nebo m³) ve vodních tělesech
- tenata mohou být vážně poškozena na místech s ponořenými překážkami jako jsou padlé stromy, pařezy nebo skály apod.
- v úlovku se objeví pouze ti jedinci ryb, kteří se aktivně pohybují, a tak se mohou do tenat chytit – některé druhy nebo velikostní skupiny proto mohou být v úlovku podhodnoceny (např. štika resp. ryby stáří 0+; Kurkilahti *et al.*, 2002; Olin a Malinen, 2003; Prchalová a Kubečka, 2004)
- na ulovitelnost druhu do tenat má vliv i morfologie těla, a proto například úhoř je do tenat uloven pouze velmi vzácně
- ve většině případů jsou tenata destruktivním prostředkem, při kterém je část ryb po noční instalaci v sítích mrtvá avšak živé jedince lze během vybírání sítí z vody vyplést, změřit a pustit zpět do vody (vhodné zvláště u dravých druhů)

1.2 Hydroakustický průzkum

Při hydroakustickém průzkumu je vodní těleso prozkoumáno ultrazvukovými kužely vědeckých echolotů. Ultrazvuky běžných frekvencí 30 – 500 kHz nemají v našich podmínkách problémy se šířením (do vzdálenosti 100 m od průzkumné lodi) a jsou dostatečně citlivé, aby zachycovaly jedince od velikostí rybích larev. Vědecké echoloty mají přesně definovaný vzorkovací objem prozkoumané vody a jsou schopny zaznamenat každou rybu, která se ve vzorkovaném objemu nachází. U ryb, jejichž odrazy (echa) se v čase nepřekrývají (tzv. jednotlivé odrazy), je možno zjistit sílu odrazu (Target Strength, TS) a podle ní určit velikost jedinců. U překrývajících se odrazů je možno zjistit jejich celkovou akustickou biomasu (objemovou odrazovou sílu, Volume scattering Strength, SV), z níž lze při znalosti průměrné TS odvodit skutečnou početnost a biomasu.

Výhody využití hydroakustického průzkumu:

- vzorkování velkých objemů vodního tělesa v krátkém čase, velká a rychlá prostorová pokrývnost průzkumu, umožnění monitorování vodních těles jako celku
- minimální zásah do života ryb, žádné poškození ryb
- neselektivnost a vysoká rozlišovací schopnost: všichni jedinci ve volné vodě jsou spočítáni, rozlišovací schopnost lokalizace jedinců je 2 – 3 cm, veškeré informace jsou doprovázeny GPS (global positioning system) souřadnicemi

Nevýhody využití hydroakustického průzkumu:

- není možno přímo určit druhy zaznamenaných ryb
- ryby nacházející se těsně u dna nebo v úkrytech není možno zaznamenat
- zjišťování velikosti má větší rozptyl než při přímých odlovech a měření ulovených ryb, obtížná je zejména interpretace velikosti ryb zachycených horizontálním průzkumem
- metodika je náročná na přístrojové vybavení, know-how a čas nutný pro zpracovávání rozsáhlých datových souborů
- interpretace a sběr dat mohou být komplikovány interferujícími faktory jako jsou bubliny, povodňové události a následný anorganický zákal vody, teplotní rozvrstvení vodního sloupce, vodní makrofyta a vodní bezobratlí živočichové

1.3 Použití elektrického agregátu

Elektrický agregát je tvořen z vlastního zdroje energie (akumulátor, motor), ovládací skříňky, kabelů, elektrod a rukojeti se spínačem. Elektrody vytváří ve vodním prostředí elektrické pole, které v určité omezené vzdálenosti od anody ryby přitahuje (galvanotaxe) a následně je na několik sekund omračuje (galvanonarkóza). Pro monitorování stojatých vod je používán k zjišťování ryb ve velmi mělkých a zarostlých oblastech, v nejmenších hloubkách litorálu, kde je malá pravděpodobnost ulovení ryb tenaty a pro zjištění přítomnosti plůdku (reprodukce jednotlivých druhů).

Bližší informace o lovu ryb elektrickým agregátem jsou obsaženy ve speciálních příručkách (např. ČSN 75 7706 Jakost vod – Odběr vzorků ryb pomocí elektrického proudu a ON 341740 Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních pro lov ryb elektrickým proudem).

Výhody použití elektrolovu:

- univerzálnost i na lokalitách s výskytem překážek (vodní vegetace, kořeny, větve, balvany apod.)

Nevýhody použití elektrolovu:

- malá účinnost v hloubkách pod 1,5 m
- nízká účinnost zejména při nízké vodivosti vody

2. ZÁKLADNÍ VYBAVENÍ

2.1 Tenata

Tenata dělíme podle habitatů, pro které jsou určena, na bentická (dnová) a pelagická (pro volnou vodu):

- **bentická tenata** – vyvážena tak, aby spodní zatížená žíň kopírovala dno a horní plováková žíň zajišťovala svislé postavení sítě ve vodě; výška 1,5 m; na každém konci je síť opatřena bojkou na úvazu dostatečné délky, která po instalaci označuje lokalizaci tenata ve vodě; vzorkují bentické habitaty (viz dále)
- **epipelagická tenata** – instalována přímo od hladiny díky plovákům na horní žíni (Obr. 2); výška 4,5 m; vzorkují horní (hladinovou) vrstvu volnou vodu (viz dále)
- **mesopelagická tenata** – díky pomalu potápivým žíním stojí v hloubce 5 – 9,5 m (Obr. 2), jež je určována plováky na 5 m úponech; min. hloubka v místě instalace musí být 12 m; výška 4,5 m; vzorkují střední vrstvu volné vody (viz dále)
- **bathypelagická tenata** – konstrukce shodná jako u epipelagických tenat (Obr. 2); instalace v habitatu je zajištěna závažími na 5 m úvazech tj. tenata stojí ve vodě v hloubce 5 – 9,5 m nade dnem; min. hloubka v místě instalace musí být 20 m; výška 4,5 m; vzorkují spodní (hlubinnou) vrstvu volné vody (viz dále)

Všechna tenata mají shodnou stavbu: síť se skládá z 2,5 m širokých panelů tenatoviny dílčích velikostí oček. Panely jsou k sobě napevno sešity po celé výšce. Oček je v každé síti minimálně 14 velikostí - 5,5 mm, 6, 8, 10, 12,5, 16, 19,5, 24, 29, 35, 43, 55, 70, 90 mm (velikost od uzlíku k uzlíku, přehled síly materiálu pro danou velikost oček v Tab. 1). Pokud je oprávněné na daném vodním tělese předpokládat výskyt ryb větších velikostí (nad 80 cm), které také mají být předmětem vzorkování, je možno přidat panely 110 a 135 mm (tyto velikosti se vyrábí z materiálu spleteného z více vláken tzv. multifilament). Jednotlivé panely oček jsou uspořádány v náhodném pořadí, které je však u všech sítí stejné. Plocha bentických tenat je 52,5 m² (14 velikostí oček, délka 35 m) a 60 m² (16 velikostí oček, délka 40 m). Plocha pelagických tenat je 157,5 m² (14 velikostí oček, délka 35 m) 180 m² (16 velikostí oček, délka 40 m).

Další vybavení

- loď s motorem a vesly
- hloubkoměr (např. komerční echolot nižší třídy)
- provazy pro vyvázání epipelagických a mesopelagických tenat
- bedny (přepravky) na sítě
- nádoba s roztokem anestetika nebo jiný prostředek k usmrcení ryb při vybírání tenat z vody
- prostředky k označení beden s úlovkem při přepravě
- mapa pro zaznamenání polohy tenat
- nádoby na skladování a uschovávání přebraného úlovku
- míry a váhy
- protokoly

2.2 Hydroakustický průzkum

Pro hydroakustický průzkum používáme vědecký echolot typu split beam operující s frekvencí v rozmezí 30 – 500 kHz. Pro horizontální průzkum je žádoucí použít vysílač produkující eliptický sonarový kužel.

Další vybavení

- loď s motorem schopná mít na palubě elektronické přístroje
- zařízení na měření sklonu vysílače (tiltmeter)
- zařízení na měření úhlu mezi nasměrováním horizontálního vysílače a směru pohybu lodi
- zařízení pro udržování vysílačů v příslušné poloze (rotátor ovladatelný z paluby lodě).
- přenosný počítač s napájením na 12 V a autobaterie (12 V)
- kalibrační wolfram-karbidová koule (Simmonds a MacLennan, 2005)
- GPS přístroj a mapovací software včetně nahraných batymetrických map příslušných vodních těles (1: 25 000)
- papírová slepá mapa pro vedení terénního protokolu
- software na zpracovávání hydroakustických dat (SONAR verze 5 a vyšší)

2.3 Průzkum litorálu elektrickým agregátem

K průzkumu litorálu elektrolovem používáme motorový elektrický agregát produkující stejnosměrný pulsní proud, s výkonem minimálně 8 kW, se špičkovým výstupním napětím v rozmezí 200 – 500 V, o frekvenci pulsů 50 – 150 Hz, vybavený anodou délky min. 2,5 m zakončenou podběrákem. Katoda, ve formě měděného spleteného pásku o šířce 1,5 cm vybavená plovákem, se přivazuje se k boku lodi.

Další vybavení:

- loď min. 5 m dlouhá, 1,5 m široká, s motorem
- měkký podklad pro podložení agregátu (např. dvě ojeté pneumatiky z osobního automobilu)
- vzduchované nádoby na uchovávání ulovených ryb
- podběráky na dlouhé násadě (2,5 m) na odlov ryb (oka síťoviny 6 mm)
- gumové rukavice a holínky
- GPS přístroj
- polarizační brýle
- slepá mapa vodního tělesa
- míry a váhy
- protokoly

3. VZORKOVÁNÍ

3.1 Vzorkovací období – termíny odlovů (všechny druhy průzkumů)

V podmínkách stojatých vod ČR je optimální vzorkovat rybí společenstva tenaty, elektrolovem i hydroakustickým průzkumem od začátku července do konce září.

Úlovek tenat závisí na aktivitě ryb, která se u exotermních organismů řídí teplotou prostředí. Z tohoto důvodu je nutno naplánovat vzorkování do období, ve kterém už jsou všechny nebo většina cílových druhů aktivní a plně využívají produkci vodního tělesa. Před tímto obdobím je distribuce a aktivita ryb ovlivněna rozmnožováním, později je distribuce ryb ve vodním tělese ovlivněna migracemi do hlubších partií z důvodu přezimování.

3.2 Výběr míst pro vzorkování, vlastní odlov ryb

3.2.1 Tenata

Tenata se mohou instalovat na téměř všechna místa ve vodním tělese. Výjimku tvoří jen oblasti v těsné blízkosti hrázového tělesa a odběrové věže (nebezpečí nasátí tenata odběrovými otvory); dále místa s ponořenými překážkami jako jsou padlé stromy, pařezy nebo skaliska, která mohou síťovinu zachytit a při vybírání tenat z vody může dojít k jejich poškození.

Tenata instalujeme do habitatů na různých lokalitách vodního tělesa tak, abychom pokryli hloubkový a podélný gradient výskytu ryb ve vodních tělesech (pro účely této metodiky rozumíme lokalitou konkrétní místo v rámci jednoho vodního tělesa). Lovné úsilí odpovídá velikosti vodního tělesa a také cílům sledování (viz dále).

Vzorkované habitaty dělíme na dvě základní skupiny – habitaty bentické (dnové, vzorkované bentickými tenaty) a habitaty pelagické (habitaty volné vody; vzorkované pelagickými tenaty; Obrázek 1; Tabulka 2). Tenata instalujeme do všech přítomných habitatů (určující je v tomto případě hloubka – např. na lokalitě s hloubkou 10 m lovíme v litorálu, na horním a středním svahu a v horní volné vodě). Lovné úsilí by mělo být ve všech habitatech stejné. Pokud se na lokalitě vyskytují i jiné habitaty než je uvedeno v Tabulce 2 (např. ploché dno, šelf nebo oblasti s velkým množstvím ponořené vegetace), vzorkování se provede i v těchto habitatech.

Počet a typ lokality vybíráme opět podle objemu, plochy a morfologie vodního tělesa. Na každé lokalitě se pak instaluje několik bentických, případně pelagických tenatních sítí (do všech přítomných habitatů, Tabulka 2). U vodních těles s homogenní břehovou linií (tzn. bez jasných zátok a přítokových/hrázových oblastí) volíme u menších vodních těles (do 150 ha) min. dvě lokality pro bentická tenata, optimálně na protilehlých březích, a jednu lokalitu pro tenata pelagická, optimálně nad nejhlubším místem. Příkladem tohoto typu vodních těles mohou být zatopené důlní a lomové jámy nebo rybníky. Na vodních tělesech s morfologií údolních nádrží tj. s jasnou přítokovou a hrázovou oblastí, vybíráme opět minimálně dvě lokality, a to právě v přítokové a hrázové části nádrže. Přítoková oblast v těchto nádržích většinou hostí maximální početnost, biomasu i počet druhů ryb v rámci celé nádrže (např. Vašek a kol., 2003 a 2004). V přítokové oblasti instalujeme tenata minimálně 200 m pod zónu zanoření, pokud hloubka přesahuje min. 3 m pro bentická tenata a 5 m pro tenata pelagická. U nádrží nad 150 ha plochy lovíme na třech lokalitách – v přítokové, hrázové a střední části nádrže. U nádrží nad 500 ha plochy přidáváme ještě lokalitu ležící mezi přítokovou a střední částí nádrže tzv. horní část nádrže (úlovky v hrázové a střední části jsou vyrovnané). Pokud se na nádrži vyskytuje zátoka, jejíž plocha dosahuje min. 10% plochy celé nádrže, lovíme i v této zátocce. Přehled počtu lokalit podává Tabulka 3. Grafické znázornění příkladového rozložení lokalit je na Obrázcích 4 a 5.

Minimální lovné úsilí musí zajistit takovou přesnost, která zaručí odlišení 50% rozdílu mezi odběry vzorků (ČSN 75 7708). Úsilí se odvíjí od plochy a max. hloubky vodního tělesa a je vyčísleno v Tabulce 4.

Rozdávání tenat do vody se provádí z lodi, a to do přímé linie, která kopíruje v případě bentických tenat danou hloubku resp. hloubkové rozmezí. Hloubka je zjišťována pomocí hloubkoměru (malý echolot). Epipelagická a mesopelagická tenata je nutno vyvázat ke břehu nebo k jinému stabilnímu prvku (bojky, mostní pilíře apod.), aby se zabránilo driftu sítí. Poloha tenat se zakresluje do mapy. Instalace se provádí mezi 18 a 20 hodinou a tenata jsou z vody vyndána po 12 hodinách tj. mezi 6 a 8 hodinou ránní. Základem úspěšné instalace tenat je jejich pečlivé srovnání do beden. Po vytažení tenata do lodi je třeba bednu s úlovkem označit a popisek doplnit o případné úlovky dravých ryb, které byly v průběhu vybírání vypuštěny zpět do vody. Vlastní vzorkování bentickými tenaty obstarají dva pracovníci (jeden pracovník manipuluje se sítěmi a druhý obsluhuje loď). U pelagických sítí, které jsou vyšší, je optimální provádět manipulaci se sítěmi ve dvou tj. počet členů posádky se zvýší na tři.

3.2.2 Hydroakustický průzkum

Hydroakustický průzkum se na neznámé lokalitě provádí v denní i noční době horizontálně i vertikálně orientovaným vysílačem (schéma viz Obrázek 3). Průzkumy se nesmí provádět za mimořádných atmosférických událostí (bouře, silné deště, silný vítr apod.), které ohrožují bezpečnost a zvyšují úroveň šumů. Horizontální a vertikální průzkum mohou probíhat buďto současně (za použití dvou frekvencí nebo multiplexeru) nebo po sobě (v tom případě se začíná horizontálním průzkumem). Horizontálně orientovaný vysílač se umísťuje do hloubky cca 0,5 m pod hladinu tak, aby se sonarový kužel nedotýkal hladiny (sklon 1 – 2° dolů). Vysílač pro vertikální průzkum se umísťuje 20 cm pod hladinu a kužel musí směřovat kolmo dolů. Celková citlivost sonarového systému (tzv. gain) musí být nakalibrována standardní wolfram-karbidovou kuličkou (průměr 33,2 mm pro 120 kHz a 21,2 mm pro 400 kHz; Simmonds a MacLennan, 2005; Tabulka 5). Při kalibraci musí být kulička na ose kuželu a citlivost se upravuje tak, aby odečítané hodnoty TS odpovídaly hodnotám v Tabulce 5. Novější echolotové ovládací programy (např. Simrad ER60) mají kalibrační nabídku, která automatizuje stanovení citlivosti, a tak kalibraci velmi usnadňuje. Při sběru dat se používá krátkých pulsů (okolo 0,1 ms), rychlost opakování emisí ultrazvuků (pulse repetition rate) se řídí vzdálenostním rozsahem sledovaných objemů (obvykle 5 – 20 emisí/s). Na větších lokalitách je rychlost opakování limitována časem návratu odrazu od vzdáleného dna nebo protějšího břehu. Na pevný disk řídicího počítače se vždy ukládají surová nefiltrovaná data z celého relevantního rozsahu vzdáleností od vysílače (obvykle 50 m v místech, kde hloubka nepřesahuje tuto hodnotu). Zároveň se ukládají GPS souřadnice pohybu lodi. Pokud to šířka vodního útvaru dovoluje, pohybuje se průzkumné plavidlo po zig-zag dráze. V úzkých a mělkých místech se loď pohybuje podle možností tak, aby se maximalizoval vzorkovací objem. Dráha se pomocí GPS přístroje zaznamenává do mapovacího software a zároveň se ručně kreslí do slepé mapy s udáním času průjezdu jednotlivých míst. Prozkoumaný objem by měl být minimálně 10% objemu vodního tělesa u těles do 150 ha a nejméně 5% objemu u těles větších. Při průzkumu musí být proměřena teplotní stratifikace alespoň na třech místech na podélném profilu vodního tělesa. Rozsah zpracovaných dat (vzdálenost od vysílače) horizontálního průzkumu může být omezen pokud dochází k ohybu kužele vlivem prudké teplotní stratifikace ve zvukovém poli. Hloubka horizontálního průzkumu se obvykle stanovuje na 4 m (hloubka epilimnia nebo jeho horní části), tato hodnota musí být vždy nastavena v příslušném menu zpracovávacího programu.

3.2.3 Průzkum litorálu elektrickým agregátem

Průzkum litorálu elektrickým agregátem je doplňkovou metodou. Měl by být proveden pokud se na lokalitě vyskytuje zarostlý litorál, který představuje významný podíl vodního

útvary. Lokality pro průzkum elektrickým agregátem vybíráme tak, aby byly pro nádrž charakteristické a aby zahrnovaly co největší pestrost habitatů (např. pláže, zárosty, převislá či do vody spadlá suchozemská vegetace, kamenité sutě). Počet a umístění lokalit je stejné jako při vzorkování tenaty (kap. 3.2.1 Tenata).

Doba lovu na každé lokalitě je minimálně 15 minut. Při lovu se loď pomalu pohybuje rovnoběžně se břehem. Cílem je zachytit společenstvo nejmělkých oblastí litorálu. Na přídí stojí lovec s omračovací anodou a za ním na straně lodi k pobřeží dva lovci s podběráky připravení odlovit každou omráčenou rybu. Na druhé straně lodi je přivázána katoda a v lodi jsou nádoba(y) na ulovené ryby a za nimi agregát. Lovec ponořuje a zapíná anodu každé 3 – 4 m dráhy lodi. Posádku doplňuje řidič lodi, který rovněž ovládá bezpečnostní spínač agregátu. Délka proloveného pobřeží se změří pomocí GPS přístroje a úlovek se vyjadřuje jako úlovek na 100 m proloveného pobřeží. Po lovu se lokality se zakreslí do mapy a popíší do protokolu.

4. ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ A ÚDAJŮ

4.1 Tenata

Po vytažení sítí z vody je důležité zpracovat úlovek co nejrychleji. Při přebírání tenat jsou ryby ze síťoviny vymotány a zároveň se tenata skládá pro další instalaci. Úlovek je pak rozříděn podle druhů a změřen s přesností na 5 mm u ryb starších 0+ (měříme délku těla – standard length). Tohoroční ryby (cca ryby menší než 80 mm) měříme s přesností na 1 mm. Data se zaznamenávají do terénních protokolů, které zároveň obsahují informace o daném úlovku – název vodního tělesa, datum, lokalita, habitat a hloubka instalace (viz Přílohy).

U reprezentativní části jedinců (cca 40 ryb od každého hojného druhu) odebereme šupiny resp. otolity (sagitta) nebo skřelovou kost (operculare) u okounů na pozdější určení věku. Šupiny odebíráme z levého boku ryby z místa nad postranní čarou přibližně nad bází břišních ploutví (Jůza, 2003).

Reprezentativní část jedinců každého z důležitých druhů (min. 50 ryb) zvážíme s přesností na jeden gram pro pozdější stanovení délkováhového vztahu.

4.2 Hydroakustický průzkum

Pro zpracování hydroakustických dat připadá v současnosti v úvahu program SONAR verze 5 nebo vyšší (Balk a Lindem, 2002). Do tohoto programu se data konvertují s použitím příslušné nakalibrované hodnoty citlivosti systému. Pro zpracování se použijí pouze záznamy ryb starších 0+. Oddělení záznamů od ryb menších, bezobratlých a šumů se provede následovně: Podle úlovků pelagických tenatních sítí se určí prahová, hraniční délka ryb 0+ a starších (0+ ryby jsou menší než prahová délka, starší ryby jsou větší). Tato prahová délka se s pomocí rovnic Frouzové a kol. (2005) převede na hodnotu síly odrazu TS. Pro vertikální záznamy se použije vztah:

$$TS = 21,44 * \text{Log DT} - 84,05 \quad (1)$$

Pro horizontální záznamy se použije vztah:

$$TS = 24,26 * \text{Log DT} - 100,68 \quad (2)$$

DT je délka těla v mm, výsledkem je hraniční hodnota TS, která se použije jako práh (TS threshold) pro zpracování dat aplikovaný u tzv. amp–echogramu (tzv. SED–echogram není pro tuto metodiku relevantní). Analyzovaná část echogramu se oddělí od signálu dna, protějšního břehu, makrofyty a případně dalších struktur automatickým nebo manuálním

způsobem. Zpracovávaná data začínají 4 m od vysílače. V této oblasti se spočte objemová odrazová síla SV pro stanovení celkové biomasy. Pro zjištění početnosti je dále třeba zjistit průměrnou TS jedince pro tzv. SV/TS metodu. Průměrná akustická velikost jedince se zjistí z vertikálních dat přímo z naměřených hodnot TS jednotlivých ryb. V případě horizontálních záznamů se průměrná TS stanoví přepočtem velikostního složení úlovku ryb starších 0+ z epipelagických tenatních sítí (frekvence výskytu ryb ve velikostních třídách, viz příloha C a D) a za použití vztahu (2). V programu Sonar 5 lze použít tzv. Catch basket jakožto zdroj informací o velikostním složení sledovaných ryb (size distribution source). Pokud se k početnosti a velikostnímu složení přičlení příslušný délkováhový vztah, poskytne program též biomasu ryb.

4.3 Elektrolov

Živý úlovek je nutno zpracovat co nejrychleji a vypustit zpět do vody. Ryby jsou identifikovány do druhů a změřeny s přesností na 5 mm u ryb starších 0+ (měříme délku těla – standard length). Tohoroční ryby (cca ryby menší než 80 mm) měříme s přesností na 1 mm. U jedinců dravých nebo vzácných druhů odebíráme šupiny a zjišťujeme váhu. Data se zaznamenávají do terénních protokolů, které zároveň obsahují informace o daném úlovku – název vodního tělesa, datum, lokalita a její popis, délka proloveného úseku a (viz Přílohy).

5. VYHODNOCENÍ

5.1 Tenata

Základními výstupy vzorkování tenaty jsou druhové složení, početnost, biomasa a velikostní a věková struktura ryb. Druhové složení získáme syntézou úlovků ze všech prolovených habitatů a lokalit. U vodních útvarů s morfologií údolních nádrží (Obr. 4) je správné podíly druhů vážit podílem jednotlivých částí nádrže na celkové ploše. Vážení není nutno provádět u nádrží s homogenní morfologií (Obr. 3).

Početnost a biomasu vyjadřujeme jako úlovek na jednotku úsilí (CPUE), kterou je 1000 m² tenat/noc, a to pro každý habitat i celkově. Výsledky vyjadřujeme zvláště pro ryby 0+ a pro ryby starší.

5.2 Hydroakustický průzkum

Z horizontálního i vertikálního hydroakustického průzkumu získáme následující údaje: objem provzorkované vody, početnost a biomasa (ks/ha resp. kg/ha). Objemová odrazová síla (SV) v decibelech je definovaná jako součet všech rybích odrazových průřezů v m² na 1 m³ vody, celková odrazová síla sA je definována jako součet všech rybích odrazových průřezů v m² na 1 ha vodní plochy, a odrazová síla sA pro jednotlivé rybí ozvy v m² na 1 ha. SV a sA mohou být použity pro srovnání biomasy ryb v různých vodních tělesech, pokud opomineme velikostní a druhové složení. Zpracování záznamů z vertikálního průzkumu poskytne velikostní složení ryb v hloubkách větších jak 4,5 m, které je komplementární ke vzorkům z mesopelagických a bathypelagických tenatních sítí.

5.3 Elektrolov

Základními výstupy vzorkování elektrickým agregátem jsou druhové složení, početnost, biomasa a velikostní a věková struktura ryb. Druhové složení získáme syntézou relativních úlovků (CPUE) ze všech prolovených lokalit. Početnost a biomasu vyjadřujeme jako úlovek na jednotku úsilí (CPUE), kterou je 100 m proloveného pobřeží, a to pro každou lokalitu i celkově. Výsledky vyjadřujeme zvláště pro ryby 0+ a pro ryby starší.

6. VÝSLEDKY

Druhov \acute{a} pestrost a dominance

Informace o počtu přítomných druhů ryb je zcela základním znakem rybího společenstva obývajícího vodní těleso. Pro dané vodní těleso se získá kombinací údajů z tenat a odlovů elektrickým agregátem. Mnohem výstižnější je vážené (viz část 5.1.) druhové složení, které odráží významnost jednotlivých druhů a habitatů, které obývají prakticky všechny typologie jezer a nádrží se opírají o více nebo méně vážené druhové složení. Primárním zdrojem tohoto složení jsou úlovky tenatních sítí.

Velikostní a věkové složení

Toto složení je opět nejhodnější rekonstruovat z úlovků tenatních sítí. Ke stanovení věkového složení je nutno stanovit závislost mezi velikostí ryb a věkem s použitím speciálních technik na určení věku (skalimetrické analýzy, čtení výbrusů otolitů a skřelových kostí), které nejsou přímou součástí této metodiky. I orientační sledování velikostního či věkového složení umožňuje posoudit ekologickou vyváženost, stáří různých populací a kvalitu populačního doplňku. Z věkového složení lze často předpovědět vývoj druhového složení v dalších letech.

Početnost a biomasa

Údaje o absolutním množství ryb odrážejí ekologický stav rybího společenstva a umožňují odhadnout význam ryb v daném systému. Jsou rovněž zásadní pro jakákoliv opatření v rámci managementu a obhospodařování rybních obsádek. Doporučujeme používat všechny kvantitativní parametry uvedené v této zprávě – početnosti a biomasy z hydroakustických průzkumů (i SV a sA) a CPUE tenat a elektrolovu, protože v současné době nelze jednoznačně říci, který z nich má větší indikační váhu.

Další informace

Zpráva o výsledcích vzorkování by měla obsahovat rovněž základní údaje o vzorkovaném vodním tělese tj. plocha, objem, max. a průměrná hloubka, nadmořská výška, doba zdržení, stratifikace, průhlednost, trofie a optimálně i obsah celkového fosforu a chlorofylu a. Důležitou součástí je i přehled dostupných poznatků o rybním společenstvu daného vodního tělesa, historická data a údaje o rybářském obhospodařování (vysazování, odlovy). Zejména u údolních nádrží je toto opodstatněné pro zařazení společenstva na určitý stupeň sukcese v nádrži (Kubečka, 1993).

Odchytky od této Metodiky odlovů a zpracování vzorků rybních společenstev stojatých vod je nutno vždy uvést do zprávy. Stěžejními údaji jsou vzorkovací úsilí (tj. počet tenat, délka proloveného pobřeží a provzorkovaný objem hydroakustickým průzkumem) spolu s vyznačením umístění tenat, elektrolovu a dráhy hydroakustického průzkumu na mapě. Tyto údaje musí být uvedeny v takové formě, aby bylo možné vzorkování zopakovat pouze na základě údajů uvedených ve zprávě.

7. ODBĚROVÝ PROTOKOL A PROTOKOLY O ZÁPISU ÚLOVKU

Viz přílohy.

8. ARCHIVACE

Kromě kompletní zprávy o výsledcích vzorkování je nezbytné archivovat také primární záznamy, tj. odběrový protokol, protokoly o zápisu úlovku a mapy s vyznačením umístění tenat a dráhy hydroakustického průzkumu na mapě. Před archivací je nutno zkontrolovat úplnost jejich vyplnění. Dobu, po kterou je nutno archivovat vzorky, stanovuje zadavatel odběrů dle typu monitoringu.

9. BEZPEČNOST PRÁCE

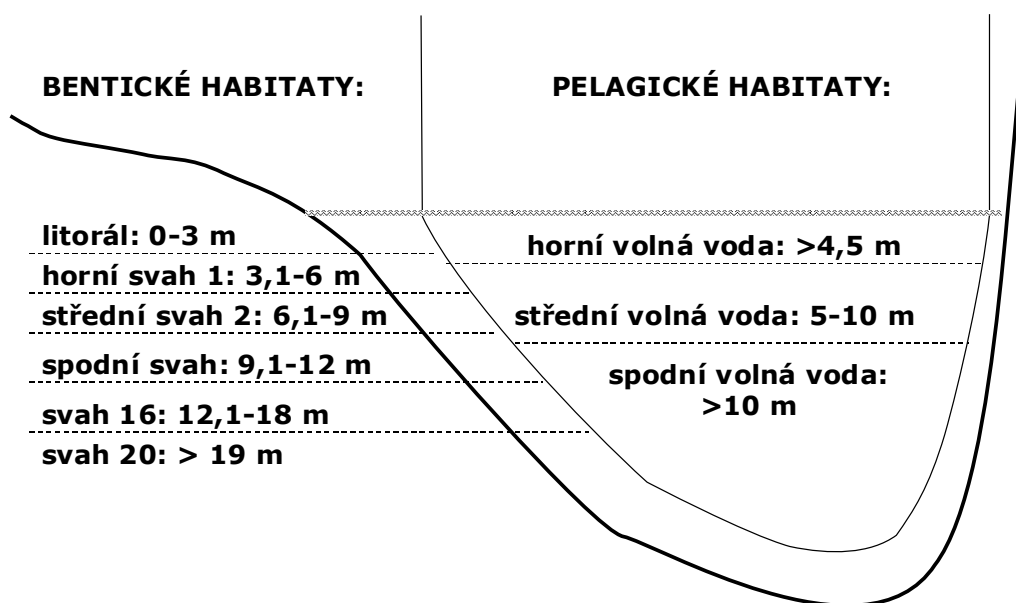
Práce ve vodě může být nebezpečná. Je odpovědností vedoucího průzkumu stanovit náležitá bezpečnostní a zdravotní opatření a zjistit shodu se všemi podmínkami národních nebo případně interních předpisů. Speciální pravidla platí pro odlovy elektřinou, kdy alespoň vedoucí lovu musí být proškolen podle příslušných předpisů. Na lodích je třeba vždy nosit záchrannou vestu.

10. LITERATURA

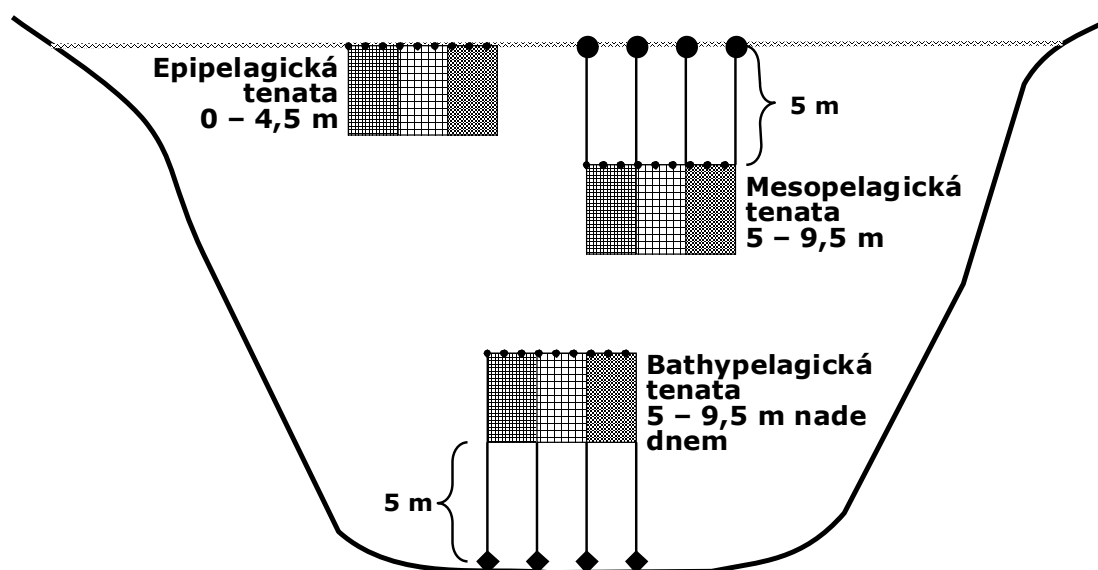
- APPELBERG M., BERGER H.-M., HESTHAGEN T., KLEIVEN E., KURKILAHTI M., RAITANIEMI J., RASK M., 1995: Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water, Air and Soil Pollution* 85, 401-406.
- BALK H. & LINDEM T., 2002: Sonar4 and Sonar5-Pro post processing systems (operation manual). University of Oslo, Norway.
- FROUZOVÁ J., KUBEČKA J., BALK H., FROUZ J., 2005: Target strength of European freshwater fish and its dependence on fish body parameters. *Fisheries Research* 75, 86-96.
- GARCIA X. F., DIEKMAN M., BRAMICK U., LEMCKE R., MEHNER T., 2006: Correlations between type-indicator species and lake productivity in German lowland lakes. *J. Fish Biol.* 68, 1144-1157.
- GASSNER H., ZICK D., BRUSCHEK G., MAYRHOFER K., FREY I., 2006: *Metodik – Handbuch. Fischbestandsaufnahme und Bewertung des ökologischen Zustandes der natürlichen und künstlichen Seen Österreichs (>50 ha) gemäss EU-Wasserrahmenrichtlinie.* Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Mondsee, 27 pp.
- HAMLEY J.M., 1980: Sampling with gillnets. EIFAC Tech. Paper 33, 37-53.
- ČSN 75 7706, EN 14 011, 2003: Jakost vod – Odběr vzorků bys pomocí elektrického proudu.
- ČSN 75 7708, EN 14 757, 2005: Jakost vod – Odběr vzorků ryb tenatními sítěmi.
- Jůza T., 2003: Růst vybraných druhů ryb v různých typech vod ČR. Bakalářská práce. Biologická fakulta Jihočeské Univerzity, České Budějovice, 75 pp.
- KUBEČKA J., 1993: Succession of fish communities of Central and East European reservoirs. In: *Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management.* In: Straskraba, M., Tundisi, J.S., Duncan, A. (eds.), Kluwer, Dordrecht., pp.153-168.
- KURKILAHTI M., 1999: Nordic multimesh gillnet - robust gear for sampling fish populations. Helsinki: University of Turku; 99 pp.
- KURKILAHTI M., APPELBERG M., HESTHAGEN T., RASK M., 2002: Effect of fish shape on gillnet selectivity: a study with Fulton's condition factor. *Fisheries Research* 54, 153-170.
- MEHNER T., DIEKMAN M., BRAMICK U., LEMCKE R., 2005: Composition of fish communities in German lakes as related to lake morphology, trophic state, shore structure and human-use intensity. *Freshwater Biology*, 50: 70-85.
- Metodika odlovu a zpracování vzorků plůdkových společenstev ryb tekoucích vod. Metodiky VÚV, 2006.

- OLIN M. & MALINEN T., 2003. Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. *Hydrobiologia* 506-509, 443-449.
- PRCHALOVÁ M. & KUBEČKA J., 2004: Are percid fish overestimated by gillnet sampling? Proceedings of PERCIS III The Third International Percid Fish Symposium, Madison 121-122.
- SIMMONDS E. J. & MACLENNAN D. N., 2005: Fisheries Acoustics. Chapman & Hall. Londýn. 456 p.
- VAŠEK M., KUBEČKA J., SEĎA J., 2003: Cyprinid predation on zooplankton along the longitudinal profile of a canyon-shaped reservoir. *Archiv für Hydrobiologie* 156, 535-550.
- VAŠEK M., KUBEČKA J., PETERKA J., ČECH M., DRAŠTÍK V., HLADÍK M., PRCHALOVÁ M., FROUZOVÁ J., 2004: Longitudinal and vertical spatial gradients in the distribution of fish within a canyon-shaped reservoir. *International Review of Hydrobiology* 89, 352-362.
- EN 14 011, CEN TC 230, 2003: Water quality – Sampling of fish with electricity..
- EN 14 757, CEN TC 230, 2005: Water quality – Sampling of fish with multimesh gillnets.
- EN 14 962, CEN TC 230, 2005: Water quality – Guidance on the scope and selection of fish sampling methods.

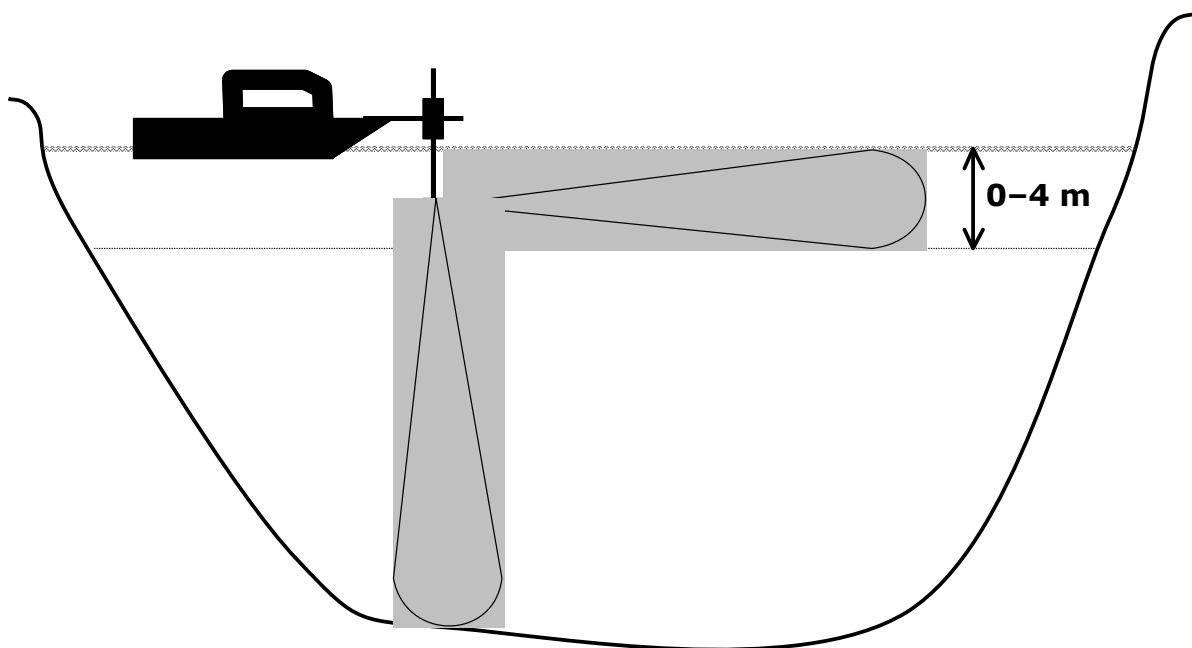
Obrázek 1. Přehled bentických a pelagických habitatů.



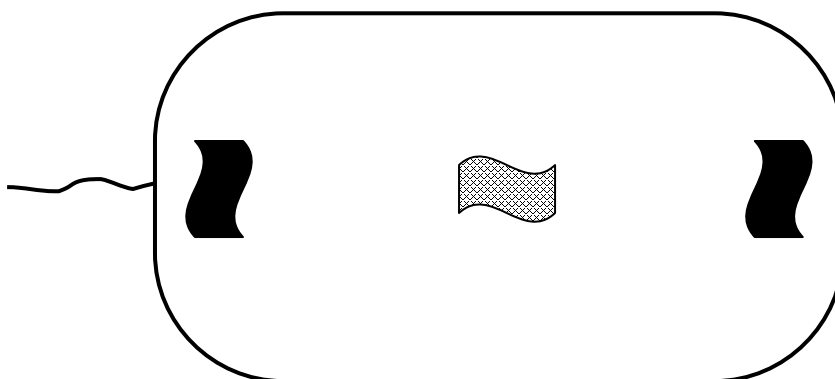
Obrázek 2. Design instalace pelagických tenat ve volné vodě nádrže.



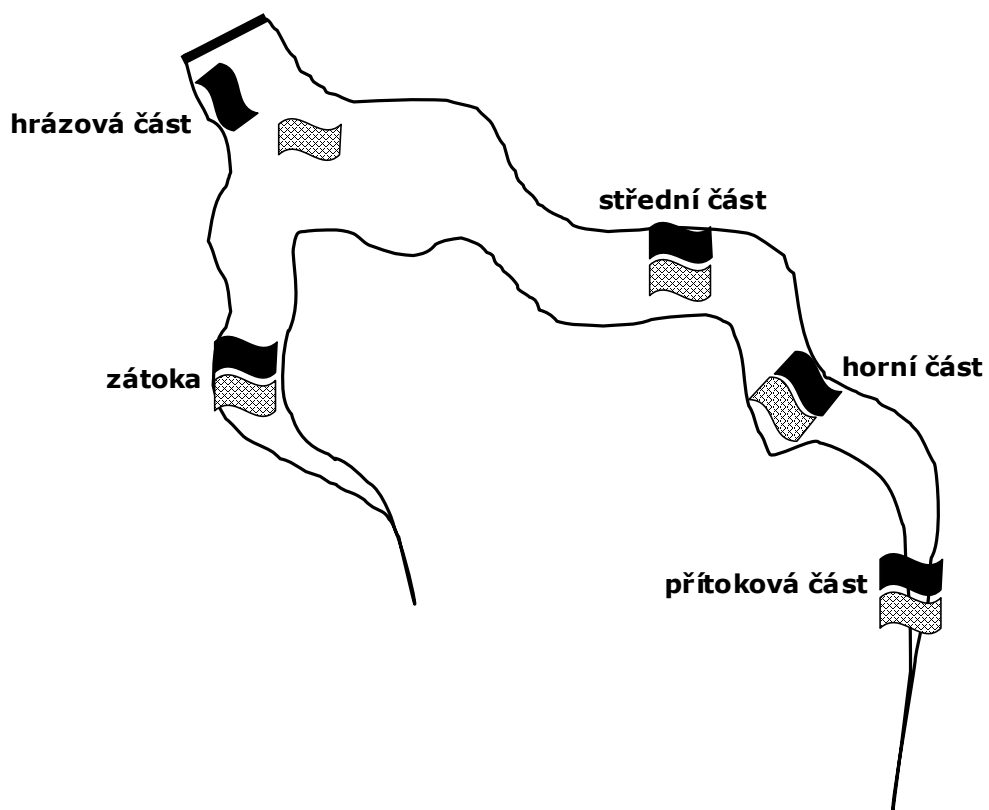
Obrázek 3. Hydroakustický průzkum s horizontálně a vertikálně namířeným akustickým kuželem. Pro zjednodušení je horizontálně namířený kužel znázorněn před lodí – v praxi je osa kužele kolmá na osu lodi.



Obrázek 4. Lokality pro bentická (černé obrazce) a pelagická tenata (šrafované obrazce) na vodním tělese s homogenní morfologií a plochou do 150 ha.



Obrázek 5. Lokality pro bentická (černé obrazce) a pelagická tenata (šrafované obrazce) na údolní nádrži s plochou nad 500 ha a zátokou představující > 10% plochy celé nádrže.



Tabulka 1 Přehled velikostí oček (velikost od uzlíku k uzlíku) a průměrů použitých materiálů (ČSN 75 7708).

| Velikost oka (mm) | Průměr materiálu (mm) |
|-------------------|-----------------------|
| 5 | 0,10 |
| 6,25 | 0,10 |
| 8 | 0,10 |
| 10 | 0,12 |
| 12,5 | 0,12 |
| 15,5 | 0,15 |
| 19,5 | 0,15 |
| 24 | 0,17 |
| 29 | 0,17 |
| 35 | 0,20 |
| 43 | 0,20 |
| 55 | 0,25 |
| 70 | 0,25 |
| 90 | 0,25 |
| 110 | 4 x 0,15 |
| 135 | 6 x 0,15 |

Tabulka 2 Přehled bentických a pelagických habitatů spolu s hloubkou instalace patřičných tenat.

| Habitaty | Hloubka habitatu (m) | Hloubka instalace (m) | Tenata |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| Bentické habitaty: | | | |
| litorál | 0 – 3 | 2 – 3 | bentická |
| horní svah | 3,1 – 6 | 5 – 6 | bentická |
| střední svah | 6,1 – 9 | 8 – 9 | bentická |
| spodní svah | 9,1 – 12 | 11 – 12 | bentická |
| svah 16 | 12,1 – 18 | 14 – 18 | bentická |
| svah 20 | > 19 | > 20 | bentická |
| Habitaty volné vody: | | | |
| horní volná voda | 0 – 5 | 0 – 4,5 | epipelagická |
| střední volná voda | 5,1 – 10 | 5 – 9,5 | mesopelagická |
| spodní volná voda | > 10 | 5 – 9,5 m nade dnem | bathypelagická |

Tabulka 3. Počet lokalit pro bentická a pelagická tenata na dvou typech vodních těles vzhledem k jejich celkové ploše.

| | Počet lokalit | |
|---------------------------------------|-----------------|------------------|
| | bentická tenata | pelagická tenata |
| Tělesa s homogenní morfologií: | | |
| < 150 ha | 2 | 1 |
| ≥ 150 ha | 3 | 2 |
| ≥ 500 ha | 4 | 2 |
| Údolní nádrže: | | |
| < 150 ha | 2 | 2 |
| ≥ 150 ha | 3 | 3 |
| ≥ 500 ha | 4 | 4 |
| zátoka ≥ 10% plochy | 1 | 1 |

Tabulka 4. Počet tenato-nocí, potřebných k dosažení takové přesnosti, která zaručí odlišení 50% rozdílu mezi odběry vzorků vzhledem k velikosti vodního tělesa a jeho maximální hloubce (ČSN 75 7708).

| Max. hloubka (m) | Plocha vodního tělesa (ha) | | | | | |
|------------------|----------------------------|---------|----------|-----------|-------------|---------------|
| | ≤ 20 | 21 – 50 | 51 – 100 | 101 – 250 | 251 – 1 000 | 1 001 – 5 000 |
| 0 – 5,9 | 8 | 8 | 16 | 16 | 24 | 24 |
| 6 – 11,9 | 8 | 16 | 24 | 24 | 32 | 32 |
| 12 – 19,9 | 16 | 16 | 24 | 32 | 40 | 40 |
| 20 – 34,9 | 16 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 |
| 35 – 49,9 | 16 | 32 | 32 | 40 | 48 | 56 |
| 50 – 74,9 | | | 40 | 40 | 56 | 64 |
| ≥75 | | | | | 56 | 64 |

Tabulka 5. Síly odrazu (TS) wolfram-karbidové koule při rychlosti zvuku 1 450 m/s ve sladké vodě (Simmonds a MacLennan, 2005).

| Frekvence (kHz) | Průměr (mm) | Šířka pásma (kHz) | Síla odrazu (dB) |
|----------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 70 | 33,2 | 7 | -41,3 |
| 70 | 38,1 | 7 | -40,6 |
| 120 | 33,2 | 12 | -41,0 |
| 120 | 38,1 | 12 | -40,1 |
| 200 | 36,4 | 20 | -39,8 |
| 200 | 38,1 | 20 | -40,0 |
| 400 | 21,2 | 40 | -44,6 |
| 420 | 21,2 | 40 | -44,3 |

ODBĚROVÝ PROTOKOL

VODNÍ ÚTVAR:

DATUM:

VZORKAŘI:

LOKALITA:

ČAS MĚŘENÍ:

ÚROVEŇ HLADINY:

| | | | |
|-------------------|--------|-----------|-------|
| | obecně | instalace | konec |
| OBLAČNOST: | | | |
| jasno | | | |
| < 25% | | | |
| 25 - 50% | | | |
| 50 - 75% | | | |
| >75% | | | |

BARVA VODY:

bez barvy

zelená

hnědá

jiná:

VODNÍ KVĚT: ano ne

FÁZE MĚSÍCE:

TEPLOTA VZDUCHU:

PRŮHLEDNOST VODY:

FOTO Č.:

SRÁŽKY:

mlha

mrholení

děšť

sněžení

VÍTR:

vichřice

silný vítr

mírný vítr

slabý vítr

bezvětrí

Směr:

POZN.:

SKLON LITORÁLU:

PAŘEZY: hodně málo nejsou

TYP SUBSTRÁTU (%):

| | | |
|-------|------------------|-------------------|
| bahno | štěrk (< 5 cm) | valouny (> 20 cm) |
| písek | kameny (5-20 cm) | skály |

VEGETACE (hloubka / % / hlavní druhy):

zatopená terestrická

v lovené části

na lokalitě obecně

zatopená submersní

v lovené části

na lokalitě obecně

ZONACE

| Hloubka (m) | Teplota (°C) | Kyslík (mg/l) | Vodivost (mS/cm) | pH |
|-------------|--------------|---------------|------------------|----|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

