

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie ekosystémů



**Využití metod vizuálního průzkumu při  
sledování vývoje ichtyofauny hydricky  
rekultivovaných důlních jam- modelový příklad  
jezera Chabařovice**

Bakalářská práce

Jiří Richta

Vedoucí práce: RNDr. Jiří Peterka, Ph.D.

České Budějovice, 2010

JIŘÍ RICHTA., 2010: VYUŽITÍ METOD VIZUELNÍHO PRŮZKUMU PŘI SLEDOVÁNÍ VÝVOJE ICTHYOFAUNY HYDRICKY REKULTIVOVANÝCH DŮLNÍCH JAM – MODELOVÝ PŘÍKLAD JEZERA CHABAŘOVICE [ USE OF VISUAL MONITORING METHODS TO ASSESS ICTHYOFAUNA DEVELOPMENT IN A POST MINING LAKE – MODEL EXAMPLE OF LAKE CHABAŘOVICE, BC. THESIS, IN CZECH] - P., FACULTY OF SCIENCES, THE UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA, ČESKÉ BUDĚJOVICE, CZECH REPUBLIC.

**Annotation:**

The aim of this project is to use the visual monitoring methods to assess ichthyofauna development in post mining lake and to compare them with other methods traditionally used in complex ichthyological survey – mutlimesh gillnets, trapnets, beach seines and electrofishing. The information that is crucial to obtain from a complex fish stock survey is the total abundance, biomass and species composition. Underwater visual monitoring appears to be a very effective alternative under good visibility conditions. Its most beneficial advantage is the nondestructive approach and possibility to assess all of the in lake habitats.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 30.4.2010

.....

Richta Jiří

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému školiteli RNDr. Jiřímu Peterkovi, PhD. za vedení práce, věnovaný čas a trpělivost, své rodině za podporu a všem členům FishEcU za spolupráci.

## **Abstrakt**

Zatopením jámy Chabařovice u nás vzniklo velice unikátní Chabařovické jezero. Velkou výhodou je, že se jedná o prvek v našich podmínkách mimo jiné jedinečný tím, že na něm lze aplikovat vizuální průzkum (Underwater Visual Census - UVC). Metoda vizuálního průzkumu se jeví jako metoda vhodná pro použití na sledování vývoje ichtyofauny jezera a to především díky své neinvazivitě. Druhové složení a početnost ichtyofauny nově vznikajícího jezera je jedním z klíčových faktorů ovlivňujícího kvalitu vody (potenciální možnost ichtyoeutrofizace a s tím souvisejících negativních dopadů), která je nejdůležitějším kritériem hodnocení úspěšnosti rekultivačních postupů. Klasické metody používané při komplexním průzkumu všech habitatů jezera mají svá omezení a některé některé usmrtí spoustu ryb. Projekt navrhuje provést vizuální průzkum několika způsoby a zhodnotit jejich možnou použitelnost. Zároveň však chce porovnat jejich jednotlivé výsledky s klasickými odlovnými metodami. V konečné fázi by se mělo docílit standardizování vizuálního průzkumu. V případě potřeby se počítá s kombinací s jinou neinvazivní metodou, jakou je například hydroakustický průzkum, který by vhodně doplňoval výsledky.

<b>1</b>	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>VÝZNAM RYB</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>METODY ICHTYOLOGICKÉHO PRŮZKUMU</b>	<b>1</b>
1.2.1	TENATA	2
1.2.2	VĚZENCE A VRŠE	2
1.2.3	VLEČNÉ SÍTĚ	3
1.2.4	ZÁTAHOVÉ SÍTĚ	3
1.2.5	ELEKTROLOV	3
1.2.6	HYDROAKUSTICKÉ PRŮZKUMY	3
<b>1.3</b>	<b>VIZUÁLNÍ PRŮZKUM</b>	<b>4</b>
1.3.1	TYPY	4
1.3.2	DATA	5
1.3.3	CHYBY	6
<b>1.4</b>	<b>JEZERO CHABAŘOVICE</b>	<b>7</b>
1.4.1	HISTORIE	7
1.4.2	REKULTIVACE	7
1.4.3	MORFOLOGIE	7
1.4.4	MOŽNÁ RIZIKA	8
<b>1.5</b>	<b>VÝVOJ OBSÁDKY JEZERA CHABAŘOVICE</b>	<b>8</b>
<b>1.6</b>	<b>FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PRŮBĚH VIZUÁLNÍHO PRŮZKUMU</b>	<b>10</b>
1.6.1	ABIOTICKÉ FAKTORY	10
1.6.2	BIOTICKÉ	10
<b>2</b>	<b>CÍLE PROJEKTU</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>HYPOTÉZY</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>NÁVRH EXPERIMENTU</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>JEDNOTLIVÉ METODY PRŮZKUMU</b>	<b>13</b>
4.1.1	POINT UVC	13
4.1.2	TRANSEKT UVC	13
4.1.3	ZIG ZAG METODA	14
4.1.4	STACIONÁRNÍ KAMERA	14

4.1.5	MOBILNÍ KAMERA .....	14
<b>4.2</b>	<b>DEN X NOC A JARO X PODZIM.....</b>	<b>14</b>
<b>4.3</b>	<b>PROTOKOLY .....</b>	<b>15</b>
<b>4.4</b>	<b>LOGISTIKA .....</b>	<b>15</b>
<b>4.5</b>	<b>SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKTY .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>PŘEDBĚŽNÉ PRŮZKUMY.....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>METODIKA .....</b>	<b>16</b>
5.1.1	ROK 2007 .....	16
5.1.2	ROK 2008 .....	16
5.1.3	ROK 2009 .....	16
<b>5.2</b>	<b>VÝSLEDKY.....</b>	<b>17</b>
5.2.1	ROK 2007 .....	17
5.2.2	ROK 2008 .....	17
5.2.3	ROK 2009 .....	17
<b>5.3</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR: .....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>21</b>

# 1 Literární rešerše

## 1.1 Význam ryb

Ryby jsou významnou a nezastupitelnou součástí ekosystému tvoří podstatnou složku zastupující téměř většinu trofických úrovní. Jejich význam spočívá jak v základní úloze součásti ekosystému tak i v mnohostranném využití lidmi. Jsou předmětem zájmu sportovního i komerčního rybolovu.

Například hospodářské využití kapra má dlouholetou tradici, která je zmiňována již v 11. století (Hanel a Lusk, 2005). Důležitost rybí obsádky je také v kontrole kvality vody, která může být nevhodným hospodařením poškozena. Mají vliv na dynamiku a rozmístění limitujících prvků (Vanni a kol, 1997). Velice početná biomasa ryb produkuje velké množství odpadních produktů metabolismu bohatých na dusík a fosfor a zvyšuje tak trofii vody. Ta je zvýšená především v období léta (Wootton, 1990 podle Wootton, 1986) a ta se může vlivem letní stratifikace a sníženému obsahu kyslíku na dně ukládat (Kalff, 2002).

Možnost kontroly rybí obsádky a tím i nepřímého ovlivnění kvality vody je možno provést pomocí biomanipulačních opatření. Biomanipulační opatření je možno provádět dvěma způsoby – Top-down nebo Bottom-up kontrolou. Top-down kontrola se provádí ovlivněním nejvyšší trofické úrovně. Stává se tak často pomocí řízeného přidávání dravců do systému, kteří omezí počet planktonivorních druhů ryb a sníží tak tlak na zooplankton ovlivňující množství fytoplanktonu. Bottom-up je veden opačným směrem a spočívá v omezení přísunu živin (Smol, 2008). K tomu je ovšem mimo jiné důležité znát základní parametry stávající rybí obsádky.

## 1.2 Metody ichtyologického průzkumu

Metod k ichtyologickému vzorkování vod je značné množství. Metody, při nichž se vzorkem přímo pracujeme, můžeme rozdělit na dva typy. A to pasivní a aktivní (Murphy a Willis, 1996). Pasivním lovem se myslí, že člověk loví pomocí pastí a poté je vybírá, aktivně se nepodílí na ulovení. V případě aktivního, loví pomocí své síly (táhne, vleče, atd.). Hydroakustický a vizuální průzkum jsou od těchto dvou skupin odlišné svou absencí přímé práce se vzorkem, kontaktem s ním a tudíž i možným ovlivněním či případně smrtí.

Komplexní průzkum zahrnuje vhodně kombinované metody, které zajistí vzorkování ze všech habitatů. Výsledkem je známé druhové složení, početnost a biomasa. Tyto výsledky jsou založeny na datech získaných z tenatních sítí, hydroacustického průzkumu a metodách vzorkujících litorál (z důvodů nevzorkovatelnosti hydroakustickým průzkumem).

### **1.2.1 Tenata**

Tenata jsou sítě, které loví ryby tak, že se do nich ryby zapletou, zaklíní skřelemi, či jinak uvíznou. Síť tvoří jednotlivé panely, které mají rozdílné velikosti oček (kvůli zachycení rozličného velikostního spektra) a jsou vertikálně instalovány do vody (Hubert, 1996). Tenata se instalují před soumrakem a z vody se vytahují po rozednění kvůli podchycení doby nejvyšší aktivity (Prchalová a kol, 2010). Největší výhodou tenat spočívá v možnosti vzorkování všech typů habitatů jezera. Další výhodou je, že se jedná o metodu standardizovanou evropskou normou (CEN, 2005), tudíž poskytuje i možnost mezisystémového srovnání. Úlovky tenatních sítí se udávají v ks nebo kg na jednotku úsilí (CPUE). Hodnoty se vyjadřují v kg/1000 m<sup>2</sup> nebo ks/1000 m<sup>2</sup> exponovaných sítí. Nevýhodou tenat spočívá v úmrtnosti, v podhodnocování nebo nadhodnocování některých druhů ryb a také v tom, že jednotky CPUE jsou schopny poskytovat údaje jen v relativní hodnotách (relativní početnost či biomasa) a není znám přepočítání na hodnoty absolutní (ks/ha, kg/ha) (Kubečka a Prchalová, 2006).

### **1.2.2 Vězence a vrše**

Jsou to pasti přizpůsobené k lovu ryb. Liší se především v konstrukci. Vězenec je soustava obručí tvořících válec, který je potažen sítí. Z jedné strany je vstup, který může být zdůrazněn vodíci křídly. Na konci je uzavřená část, která se vyndává z vody a vysypává, zatímco zbytek celé konstrukce zůstává pod vodou. Mezi některými úseky jsou trychtýřovité přepážky, aby se ryby nedostaly zpět. Vrš funguje na podobném principu, avšak většinou je tvořena jako kompaktní konstrukce a při vysypávání se vyndává z vody celá. Vězence a vrše se především používají ke vzorkování dravců a stanovištních druhů ryb. Není jisté, zda se dravci do pasti nedostanou v důsledku přilákání jinými ulovenými rybami (Peterka ústní zdělení). Můžou se dělat různé velikostní modifikace. Například pomocí velkých vězenců Hladík a Kubečka (2003 a 2004) zjistily vysoký migrační tok ryb v přítokové části Římovské nádrže a to především jarního plůdku.



### **1.2.3 Vlečné sítě**

Vlečná síť neboli tral je síť ve tvaru vaku, který se táhne za lodí. Stabilizace a zajištění držení tvaru a ústí tralu zajišťuje soustava plováků, závaží, či rám. Velikost tralu a velikost oček je dána tím co vzorkujeme (plůdkové a adultní). Nalovené ryby skončí v zadní části tralu, která je uzavřená. Po zastavení se zadní část otvírá a vysypává. Rychlost jízdy musí být dostatečná, aby ryby nemohly vyplouvat z tralu ven. Bylo zjištěno (Buijse a kol. 1992, podle Jůzy a Kubečky, 2006), že s klesající světelnou intenzitou stoupá efektivita tralování. Jůza a Kubečka (2006) dále zjistili, že při tralování v noci plůdek nevykazuje žádné únikové reakce. Metoda tralování se v našich podmínkách využívá především pro vzorkování volné vody.

### **1.2.4 Zátahové sítě**

Dlouhé obdélníkové sítě, se kterými se aktivně loví v litorální oblasti. Síť se vyveze ze břehu, rozdá do vody a sveze zpátky na břeh. Poté se zatáhne část litorálu a síť se vytáhne na břeh. Používají se menší plůdkové a delší adultní (rozdělení je dáno především velikostí oček). Dosažené hodnoty se vyjadřují v CPUE jako kg (ks)/prolovená plocha. Používá se především pro vzorkování ryb v litorálu, který se jinými metodami vzorkuje těžko. Pro správnou účinnost avšak vyžaduje mělké a málo členité dno bez překážek.

### **1.2.5 Elektrolov**

Elektrolov využívá narkózy ryb, která je vyvolána elektrickým proudem. Dočasná narkóza je vyvolána buď látkou vytvořenou v míše (stejnoseměrný proud), či smrštěním svalstva (stejnoseměrný pulzní proud). Elektrolov je závislý na různých faktorech a tudíž je důležité optimálně nastavit intenzitu a frekvenci elektrického proudu. Při optimálním nastavení se jedná o metodu šetrnou a vhodnou. Velkou výhodou je vzorkování špatně přístupných míst či vysoce členitého litorálu. Nevýhodou je akční rádius a možnost vzorkování pouze mělkých částí systému (Reynolds, 1996).

### **1.2.6 Hydroakustické průzkumy**

Princip je založen na odrazu zvuku. Echolotem vybavená loď vysílá sérii zvukových pulzů jenž procházejí vodou. Objekty, které mají rozdílnou hustotu než voda, tyto pulzy v různé

intenzitě odrážejí. Echolot je pak zpětně zachytí a pomocí programu vyhodnotí. Vyhodnocují se četnosti, pozice a pomocí kalibrace velikosti jednotlivých ryb a biomasa (Taylor a Maxwell v Johnson a kol., 2007). Provádí se vertikální a horizontální sledování. Výhodou hydroakustického průzkumu je vzorkování volné vody. Podle Draštíka a kol. (2009) se ve vrchním 4 m sloupci vody nachází mnohem více ryb než v hlubších částech. Výhoda hydroakustického průzkumu je v neinvazivitě a poměrně přesným výsledkům. Nevýhodou je absence vzorkování litorálu kvůli množství šumu v datech, špatná vzorkovatelnost 0+ ryb a absence přesného druhového určení.

### **1.3 Vizualní průzkum**

Velkou výhodou vizualního průzkumu je to, že se nepracuje přímo se vzorkem a proto je velice vhodný například u druhů, které jsou předmětem ochrany. Je mnoho způsobů jak UVC provést.

#### **1.3.1 Typy**

Známe několik typů a způsobů technik, jejichž použití je závislé na podmínkách a potřebách výzkumu (Kulbicki, 2005). Můžeme je rozdělit například podle toho, zdali je, či není vymezena oblast průzkumu. V případě, že vymezena je, je to jednodušší a vhodnější pro malé a pomalejší druhy. Naopak pro větší plaché druhy ryb je vhodnější, když oblast výzkumu není striktně vymezena. Je to však složitější a náročnější na provedení a na zpracování dat neboť vyhodnocení požaduje propracovaný software. V případě daného prostoru průzkumu jej můžeme provést v jednom bodě (oblast je vymezena kruhem či čtvercem) – point UVC, či podél určitého transektu – transect UVC. Výsledky bodového a transektového průzkumu jsou přibližně srovnatelné (Watson a Quinn, 1997), většinou záleží na oblasti využití. Bodový průzkum zahrnuje homogenní habitat a je snadno opakovatelný. Nevýhodou je, že zahrnuje jen malou oblast, a to může vést ke špatným odhadům. Transektový pokrývá větší oblast za jednotku času a je zatížen menší chybou odhadu, jestliže je dostatečně dlouhý. Je důležité dobře stanovit rozměry transektu. Často je potřeba přizpůsobit provedení průzkumu podle druhu, velikosti, rybářského tlaku a chování zájmového organismu (Kulbicki, 2007). Naopak často zahrnuje nehomogenní prostředí a musí používat pásku na stanovení a měření transektu. Možností, jak stanovit a změřit jednoduše transekt, je možnost využití předem naměřené

biodegradovatelné bavlněné vlákno navinuté na cívce, které v průběhu ponoru odvíjím (Leeworthy a Skewes, 2007).

Další možností je využití kamerové techniky. Ta je především využívaná při výzkumu ve velkých hloubkách (Aguzzi, 2009) kde bývá po nějakou dobu umístěna, a buď je nastavena tak, že po určitých intervalech snímkuje, nebo je napojena na nějaké spoušťové čidlo. Další možností je připojení kamerového systému například k lodi a stanovovat určité transekty. Například Taraborelli a kol. (2008) tak zjišťoval početnost a habitatové preference hlaváče *Apollonia melanostoma* v litorále jezera Ontario. Kamerový systém má nespornou výhodu, že při správné kalibraci a nastavení je schopen měřit přesnou velikost. Dělá to například pomocí vztahu ze známé vzdálenosti objektu od kamery (Schaner a kol., 2009). Pro využití podobného systému měření ryb v pelagiálu, kde není možno zjistit přesnou vzdálenost mezi kamerou a objektem, se využívá systému stereo kamer (Costa a kol., 2009). Kamerový systém je v porovnání s vizuálním průzkumem pomocí potápěčů přesnější. Má možnost lepšího stanovení druhů, protože rybu si mohou prohlížet na stopnutém snímku a tak není zatíženo chybou způsobenou potápěčem. Na druhou stranu se jedná o dražší formu průzkumu a je potřeba více času na zpracování dat. Jedna z možností je také propojení kamerového systému s návnadou (BUV – Baited Underwater Video). Ta bývá umístěna před kamerou a snímána. Tato technika má dobré výsledky v odhadu druhové bohatosti, avšak je méně vhodná než klasický vizuelní průzkum pomocí potápěčů. Výsledky BUV jsou totiž dosti závislé na zvolené návnadě (Stobart a kol., 2007).

Techniky vizuelního průzkumu jsou většinou náročné na vybavení, avšak v příhodných podmínkách nevyžadují plně ustrojeného potápěče. Pro průzkumy potoků, menších řek, špatně dostupných lokalit a malých hloubek v litorálu se využívá pouze potápění na nádech (O'Neal v Johnson, 2007). Využívá se velice často ke sledování lososovitých ryb (Thurrow, 1994). Lze ji použít do takové minimální hloubky, do které lze ponořit masku. V případě šnorchlování se jedná o levnou metodu UVC.

### **1.3.2 Data**

Data by nám měla poskytnout základní informace o složení, zdravotním stavu, časové a prostorové distribuce a bohatosti. Základem je identifikace a počítání druhů. Z toho nám vyplyne druhová diverzita a relativní zastoupení jednotlivých druhů. Další je počítání jednotlivců. Tato data nám dávají přehled o hustotě a početnosti. Je důležité se vyvarovat

toho, abychom jednu rybu nespočítali dvakrát a abychom napsali vše, co jsme viděli. V případě, že zapisujeme pozici ryby v transektu (oddíl transektu a vzdálenost od něj), musíme napsat pozici, na kterém jsme rybu viděli poprvé. Poslední je nejproblematictější a velice na přesnosti závislé získání velikosti. Tyto údaje nám poskytnou informace o průměrné délce, průměrné váze (pomocí délkových vztahů) a biomase. V případě velkých hejn se zapisuje počet a průměrná délka ryb (Willan a kol., 1979). Občas se místo přesných rozměrů využívá kategorizace do věkových či velikostních skupin. Jako doprovodná data se zaznamenávají údaje o místě, podmínkách a jiná. Při konečném zpracování dat je vhodné oddělit 0+ ryby od ostatních, neboť se jedná o vysoce variabilní skupinu ryb která je ovlivněna vysokou mírou úmrtnosti (Halford a Thompson, 1994).

### 1.3.3 Chyby

Jako při každém měření či průzkumu jsou data zatížena nějakou chybou. Tato chyba vzrůstá s přibývajícím počtem dat. Snížit chybu lze opakováním měření. Chyby mohou mít různé zdroje (Labrosse a kol., 2002).

Chyby mohou být způsobené samotným potápěčem. Může to být samotnou osobou pozorovatele, jeho zkušeností (Kulbicki a Sarraména, 1999), kondicí a schopnostmi. Edgar (2004) zjistil, že potápěči mají tendenci nadhodnocovat délky meších jedinců (do 30cm) a podhodnocovat jedince velké. V případě hejna platí, že chyba odhadu se zvětšuje s velikostí hejna (Kulbicki a kol., 2010). Samotná přítomnost potápěče ve vodě vytváří specifickou situaci, na kterou mohou ryby reagovat různými způsoby a každý druh jinak. Také různě reagují na potápěčovy pohyby a zvuky, které vydává jeho automatika.

Dalším zdrojem chyb jsou samotné ryby a určitý vliv mají také jiné environmentální faktory (touto problematikou se blíže zabývá kap 1.6.).

Chyby je možné také získat samotným vzorkováním. Je důležité správně dodržovat vzorkovací plán. Je lepší když oblast průzkumu (transekt, bod) zahrnuje homogenní prostředí. Je dobré provádět opakování.

Některým chybám se dá předejít a u jiných alespoň snížit jejich účinnost. Dobrou věcí je trénink. Je důležité být schopen rychle rozpoznat druh, co nejpřesnější délku a jiné potřebné informace.

## **1.4 Jezero Chabařovice**

### **1.4.1 Historie**

Hnědé uhlí se zde těžilo již v 19. století. Těžba byla prováděna důlně až do období kolem roku 1960 kdy se postupně začalo intenzivně těžit povrchově. Hlavní odběr uhlí zajišťovala nedaleká tlaková plynárna. Těžba v Lomu Chabařovice byla zahájena roku 1977. Těžilo se zde jedno z nejkvalitnější hnědých uhlí (obsah síry byl 0,35%). Celkem bylo vytěženo 265,4 mil. m<sup>3</sup> materiálu a 61,5 mil. t uhlí. Konec těžby byl v březnu 2000. V této době probíhá rekultivace (<http://www.pkucz/pku/site.php?location=1>, 21.4.2010).

### **1.4.2 Rekultivace**

Společnost spravující lom je ze zákona povinna po ukončení těžby zajistit sanaci všech pozemků dotčených těžbou. Hydrická rekultivace je řízena podle Generelu rekultivací do ukončení komplexní revitalizace území dotčeného těžební činností PKÚ, s.p. schváleného MŽP ČR (4/1999). Byla provedena stabilizace plochy jezera a okrajů. Napouštění začalo 15.6.2001. Roku 2004 byla vytvořena protiabrazní opatření a opevňování břehů s pomocí trvalého kamenného valu podél břehu. Dále zde byla položena geotextílie v kombinaci s hydroosevem jako průběžná ochrana břehu. Součástí je i rekultivace a sanace okolí a oblasti lomu, která nebude zaplavena. Do budoucna se počítá s rekreačním využitím celé oblasti.

### **1.4.3 Morfologie**

Jeho rozloha by v konečné fázi napuštění (2011) měla činit 247,6 ha s průměrnou hloubkou 15,5 m a maximální hloubkou 24,7 m. Předpokládaný celkový objem by měl být 35,6 mil. m<sup>3</sup>. Ke dni 31.3.2010 je napuštěno 96,91%. Z morfolického hlediska je jezero Chabařovice rozlehlé dimiktické jezero, mezotrofního charakteru s velice homogenním dnem. Objemná část jezera je tvořena volnou vodou a především její vrchní vrstva je habitatem planktonních organismů, které tvoří základní jednotku potravního řetězce. Díky mírnému sklonu, velké eufotické vrstvě a bohatému zárůstu makrofyty, má jezero poměrně velký litorál (Kalff, 2002).

#### **1.4.4 Možná rizika**

Dopady po těžbě, které by mohly mít vliv na jezero a kvalitu vody, by měly být v rámci sanačních a rekultivačních procesů odstraněny. Rizika jsou spojená především s eutrofizací vod jezera, která by mohla souviset se změnou rybí osádky. Případné zvýšení trofie způsobené přítokem bude minimální. Tento problém bude řešit protieutrofizační nádrž.

### **1.5 Vývoj osádky Jezera Chabařovice**

Vývoj byl sledován od roku 2002 pracovníky pražského VÚV (Vlasák a kol., 2002, 2003, 2004 a 2005). Avšak tato data byla zaměřena pouze na litorální společenstva. Také jsou brána spíše jako data informativní, neboť jich bylo docíleno různými nenormovanými metodami. Byla proto dále probrána a do jisté míry převedena na použitelná data (Kubečka a kol., 2006). V datech je znatelný nárůst kusů ulovených na 1000 m<sup>2</sup> exponovaných sítí tenat. Od roku 2005 probíhá na jezeře komplexní průzkum rybí osádky řízený HbÚ z Český Budějovic pod záštitou Biologického centra AV ČR.

Odhad druhového složení poskytují výsledky dosažené nordickými tenatními sítěmi. Výhodou je, že se jedná o metodu standardizovanou evropskou normou (CEN, 2005). Tudíž poskytuje i možnost mezisystémového srovnání. Početnost a biomasa ryb starších 0+ se získávala pomocí hydroakustického průzkumu a ryby 0+ se zjišťovaly pomocí přímých odlovů. Kromě počítání jirkerných pásů, které probíhá na jaře, probíhá komplexní průzkum na podzim. Jarní období je méně vhodné, protože probíhá období tření většiny ryb v jezeře. Některé druhy se například se stahují na trdliště a mají jinou distribuci než jindy a tím můžou ovlivnit data.

Roku 2005 byla většina rybí osádky tvořena rybami, které přišly odjinud a celkově měla neharmonické a nestabilní složení. Průzkum zjistil, že nejhojnější druh je perlín, jehož relativní početnost byla 60%. Dalšími druhy byli okoun (20%) a plotice (10%). Úlovky perlína jsou značné ve volné vodě (ta tvoří neobjemnější část jezera), ve které se vyskytuje v hejnech a často se živí na makrofytech částečně zasahujících až do prostoru volné vody. Podobné relativní rozložení bylo i v případě biomasy. Relativní složení a biomasa byli zjištěné váženým způsobem. Celková hodnota biomasy ryb starších 0+ byla 31,74 kg/ha. Z dravců nepočítaje okouna byl nejpočetnější bolen (2 – 3%), který zde vysazován (2002-2005). Složení plůdku vykazuje podobné složení jako ryby starší 0+ (Kubečka a kol., 2006).

V roce 2006 opět dominuje perlín (60%), okoun (25%) a plotice (15%) a v 0+ bylo nejvíce okouna, perlína a plotice a to přibližně v podobné relativní početnosti. Celková hodnota biomasy ryb starších 0+ byla 18,50 kg/ha. Z dravých ryb byl nejvíce zastoupen bolen a štika. Rok 2006 zaznamenává zlomovou změnu oproti letům předešlým. Dochází k úbytku starších ročníků hlavních druhů ryb a celkové biomasy. V roce 2006 nebyl zaznamenán znatelný přísun ryb z jiných míst povodí jezera. U plůdkového společenstva je vidět nárůst oproti létům minulým, nejspíše vlivem klesajícího predančního tlaku daného mortalitou starších ročníků okounů (Kubečka a kol., 2007).

K roku 2007 došlo s k mírnému poklesu, ale jinak se početnost, biomasa a relativní zastoupení hlavních druhů jezera nijak zásadně nezměnila. Jedinou znatelnější změnou byl úbytek plotice a to nejspíše z důvodu vymírání silného ročníku. Dominantní byli perlín (49,47%), okoun (40,52%), trochu výraznější pokleslý stav plotice (6,82%). Plůdkové společenstvo je tvořeno především perlínem (91%). Celková hodnota biomasy ryb starších 0+ byla 15,41 kg/ha. Rok 2007 byl první, kdy bylo na jezeře Chabařovice použito vizuálního průzkumu. Primárně ke zjištění reprodukční úspěšnosti okouna a zároveň probíhalo také zjišťování početnosti jednotlivých druhů (Peterka a kol., 2008).

Rok 2008 zjistil pokračování mírně klesajícího trendu, avšak k zásadním změnám v relativním zastoupení hlavních druhů nedošlo. Celková hodnota biomasy ryb starších 0+ byla 12,43 kg/ha. Perlín (49,47%) a okoun (43,34%) opět tvořili majoritní skupinu ryb. Rozdělení okouna a perlína je především v jejich distribuci v prostoru. Zatímco okoun se vyskytoval v dnových habitatech, perlín měl hlavní zastoupení v oblasti volné vody a dále hojně v litorálu. Z dalších druhů ryb je to plotice (7,5%) a lehce zvýšený stav štiky (1,69%). Plůdkové společenstvo se bylo podobného složení s vyšším podílem okouna. To potvrdil i vizuální průzkum. Důležitým zjištěním, které lze vysledovat bylo to, že ichtyofauna se nacházela na přelomové fázi svého vývoje. Starší ročníky hlavních druhů vymírají a jsou nahrazováni novou ichtyofaunou (Peterka a kol., 2009). Jedná se o bod, ve kterém může dojít k radikální změně obsádky a okouní fáze se může změnit na fázi kaprovitou. Ta by mohla mít dopad na kvalitu vody a celé jezero by rychleji špelo do eutrofní fáze.

Roku 2009 celková hodnota biomasy ryb starších 0+ byla 11,18 kg/ha. Dominantní skupinou je stále perlín (39,84%), okoun (17,58%) a nově nejpočetnější plotice (41,69%). Početnosti jsou také dány objemem habitatů preferovaných jednotlivými rybami. Perlín s ploticí obývá nejobtější pelagiál a okoun oblast dna. Plůdkové společenstvo se lišilo především v zastoupení cejna a candáta, kteří byli početnější než starší 0+. Ve vývoji obsádky je stále

patrný trend, kdy je starší věková kategorie pomalu nahrazována mladšími ročníky. Obsádka je z velké části tvořena rybami mladšími než 3+ (Peterka a kol., 2010).

Vývoje početnosti a biomasy jsou shrnuty v tabulce č. 1 a 2. V tabulce č. 3. je jejich srovnání, na kterém je v rocích 2007 až 2009 znatelná výměna staré generace ryb (ubývá biomasa a početnost stoupá).

## **1.6 Faktory ovlivňující průběh vizuálního průzkumu**

### **1.6.1 Abiotické faktory**

To jsou faktory spojené s neživou složkou přírody. Jako je vzhled lokality (typy substrátu, přítomnost makrofyt, hloubka) a místo, kde se zkoumaná lokalita nachází (zeměpisná šířka, geografická oblast). Tyto faktory jsou neměnné a dopředu se s nimi musí počítat (Labrosse, 2002). Dalšími faktory jsou ty, které se mohou měnit ze dne na den (viditelnost, počasí, povětrnost, teplota vody). Především viditelnost je nejdůležitějším faktorem. Kulbicki (2005) zjistil, že se stoupající viditelností se zvyšuje počet spatřených ryb.

### **1.6.2 Biotické**

Velice důležité je chování samotných ryb. To může být velice spontánní, proměnlivé a různorodé podle druhů. Například některé druhy ryb mají tendenci se přiblížit, protože jsou zvědavé, jiné uplatat. Určitou roli hraje i míra rybářského tlaku a to, jak jsou ryby zvyklé na lidi (Kulbicki, 1998). U hejnových druhů také závisí na velikost hejna. V případě velikosti ryb Kulbicki (2005) vyzoroval, že čím je ryba větší, tím dále se pohybuje a udržuje si odstup. Ryby žijící v pelagiálu mají tendenci být velice plaché. Ryby žijící v oblasti dna většinou nepatří mezi plaché druhy ryb. Girolamo a Mazzoldi (2000) zjišťovali vliv bublajícího potápěče na bentická a epibentická společenstva středozemních ryb a zjistili, že na celkové abundance to zásadní vliv nemá. Tyto ryby často spoléhají na své mimikry a dovolí pozorovateli, aby se přiblížil na velmi malou vzdálenost. Na druhou stranu u těchto druhů velice snadno dochází k podhodnocení v důsledku snadného přehlédnutí (Willis, 2001). Značné jsou také rozdíly v chování ryb mezi noční a denní dobou průzkumu (Emery, 1973 a Helfman, 1986). Některé ryby mají tendenci se shlukovat a tvořit hejna v průběhu dne, jiná naopak. Stejně tak je značná změna v chování ryb během období tření (Berglund, 1997).



## 2 Cíle projektu

1. Vyhodnocení použitelnosti neinvazivních metod vizuálního monitoringu ke sledování vývoje ichtyofauny a úspěšnosti biomanipulačních opatření uplatňovaných na hydricky rekultivovaných důlních jamách
  
2. Konfrontace s výsledky tradičních odlovných metod
  - Tenata
  - Zátahové sítě
  - Vězence
  - Elektrolov
  
3. Srovnání výsledků
  - komplexního podzimního průzkumu s výsledky podzimního a jarního vizuálního průzkumu (v případě jarního vizuálního průzkumu především zjistit, do jaké míry má období tření majoritních druhů vliv na výsledky)
  
4. Vyhodnocení a zjištění účinnosti jednotlivých navrhovaných metod vizuálního průzkumu pro jezero Chabařovice z důvodu výběru té nevhodnější a její následné aplikace v dalších letech.
  - Porovnání Point UVC a Transect UVC
  - Porovnání Transect UVC a Zig Zag UVC
  - Porovnání UVC pomocí potápěčů a UVC pomocí kamer (nebo ROV - Remotely Operate Vehicle)
  - V rámci kamer stacionární *versus* mobilní

### **3 Hypotézy**

- Výsledky zjištěné pomocí vizuálního monitoringu se nebudou významně lišit od výsledků zjištěných tradičními odlovnými metodami

## 4 Návrh experimentu

### 4.1 Jednotlivé metody průzkumu

#### 4.1.1 Point UVC

Bude stanoveno deset lokalit, které budou zaměřeny pomocí GPS obsluhou lodě pod čísla jednotlivých lokalit. Průzkum bude zajištěn pomocí šnorchlařů. Poté, co loď zastaví, změří se požadovaná hloubka pomocí echolotu (6m) a bude změřena hodnota GPS. Poté šnorchlař pomalu vstoupí do vody a v klidu poodpluje po přibližné hloubkové vrstevnici alespoň 10m od lodi. Provede ponor, přičemž počítá ryby viděné v kruhovém prostoru odpovídajícího radiusu. Poté přibližně odplave dalších 10m a provede znovu ponor (celkově tři opakování). Tyto tři opakování odpovídají jednomu sloupečku pro danou lokalitu a hloubku. Poté se vrátí k lodi a pomocí echolotu naměří druhou hloubku (3m) a provede totéž. Tímto způsobem se prozkoumají všechny lokality. Je vhodné používání jednoduchého náramkového štítku na zapisování než velkého protokolu. Do toho se data přepisují při přejezdu mezi lokalitami. Stejně tak se zapisují vybrané charakteristiky vzorkovaných habitatů.

#### 4.1.2 Transekt UVC

Mělo by se stanovit pět lokalit, které budou tvořeny pěti sadami transektů dlouhých 100 m. Každá sada bude tvořena třemi rovnoběžnými transekty, které budou každý v jiné hloubce (3 m, 5 m, 7 m a 9 m). Jednotlivé transekty budou vyznačeny předem odměřenou 50-ti metrovou páskou. Minimálně 5 metrů před začátkem každého transektu položeného ve třech metrech se ukotví bóje značící pozici sady. Od těchto bójí se vydají potápěči na začátek transektu, který budou vzorkovat. Šíře vzorkovaných transektů bude stanovena na 2,5 m na každou stranu značící pásky. Potápěči se budou pohybovat kontinuální rychlostí, která bude určena dohodou. Do protokolu se zapisuje i doba za kterou byl transekt proveden (z důvodu přibližné kontroly rychlosti provedení transektu). Důležité je zapisovat pouze ryby nacházející se v transektu. Ten je určen vymezenou plochou 250 m<sup>2</sup>. Poté se potápěč buď vynoří, nebo je možnost se po určité časové prodlevě vrátit zpět podél transektu a provést opakování měření. Potápěči se lodí odvezou k další sadě označené bójí. Z důvodu snížení chyby způsobené potápěči, se navrhuje vzorkování každé lokality 3x, přičemž by se potápěči vystřídalí na jednotlivých hloubkových transektech. V případě, že tři potápěči pojedou tři různé hloubkové

transekty, tak každý zatíží data svou vlastní chybou odhadu, která se mezi jednotlivci liší. V konečném případě by se tyto chyby mohly sečíst a byly by vyšší než v případě, že jeden potápěč bude dělat všechny tři hloubkové transekty a zatíží data z jen svou chybou.

#### **4.1.3 Zig zag metoda**

Provedení této metody by mělo probíhat tak, že potápěč bude vzorkovat podél transektu, který bude střídavě přecházet z mělké příbřežní části litorálu do hlubší části jezera a zpět postupující podél pobřeží (Zig zag – sem tam). Hloubkový horizont, ve kterém se bude pohybovat, bude 0-10 m. Potápěč bude zapisovat, ve které hloubce ryby našel. Metoda spočtených ryb bude standardizována kusy spatřenými za hodinu. Tato metoda aplikuje chybu způsobenou potápěčem na všechny hloubkové sektory. Je poté jednodušší hledat rozdíly mezi jednotlivými potápěči.

#### **4.1.4 Stacionární kamera**

Jedná se o vzorkování vybraných habitatů. Kamera se instaluje napevno do dna a před ní se umístí tyče do substrátu pro nakalibrování pro velikostní odhad. Vhodné především v menších hloubkách (množství světla). Kamera se nechá určitou dobu běžet a poté se záznam vyhodnocuje množství ryb nahraných za určitou dobu. Výhodou je dlouhá doba vzorkování.

#### **4.1.5 Mobilní kamera**

Kamerový systém který bude nesen potápěčem nebo bude použito dálkově ovládaného robota (Remotely Operate Vehicle – ROV) . Princip průzkumu bude stejný jako v případě transekt nebo zig zag UVC. Kamera bude vybavena širokoúhlou předsádkou kvůli zabránění většího prostoru.

### **4.2 Den x noc a jaro x podzim**

Vybrané metody vizuálního průzkumu budou dělány i v nočních hodinách z důvodů změny chování a distribuce ryb v jezeře (Emery, 1973). Průzkum by měl proběhnout ve dvou termínech a to v jarním a podzimním. Chceme zjistit do jaké míry třecí aktivity ovlivní

výsledky. Velkou výhodou jarního průzkumu je využití období s větší viditelností (tvz.: clean water).

### **4.3 Protokoly**

Je důležité správně vyplňovat protokoly. Do jednotlivých kolonek se zaznamenávají jednotlivé kusy (čárkami či počtem). V případě, že tabulka nepřiděluje danému druhu věkovou kolonku, se píše věk a počet (např.: 0+ 2, 1+ 5, A 1 ). V případě potřeby je vhodné vyplnit protokol s charakteristikou lokality.

### **4.4 Logistika**

Kvalita práce je dána především správnou přípravou a organizací v jejímž rámci je nutno zajistit :

- potápěčské vybavení, které je v pořádku
- jeho transport na jezero k vodě
- rozvoz po jednotlivých lokalitách
- plnění lahví (kompresor či plnírna)
- určité zázemí u vody
- kvalifikované pracovníky (potápěče, řidiče, obsluhu lodi)
- vybavení na samotný průzkum (značící bóje a pásky, protokoly na plastových deskách, aby se na nich dalo pod vodou psát)

### **4.5 Spolupracující subjekty**

V případě Jezera Chabařovice je důležité mít povolení ke vstupu a k provádění práci, neboť se jedná o vlastnictví PKÚ, státní podnik.

## **5 Předběžné průzkumy**

### **5.1 Metodika**

#### **5.1.1 Rok 2007**

Během dubnového (23.-26.4) a květnového (2.-3.5) zjišťování jikerných pásů byla poprvé sekundárně zjišťována početnost a relativní zastoupení druhů. Průzkum byl proveden během dne a v noci. Výsledky jsou z hloubkových profilů 2-4, 4-6, 6-8 m a v obou termínech jsou shrnuty do celkového profilu 2-8 m. Dále data z jarních průzkumů neuvádím neboť nejsou dostatečně reprezentovatelná.

Srpnový průzkum (27.-28.8) byl zaměřen přímo na vizuální průzkum. Průzkum byl proveden v třech hloubkových profilech 2-4, 4-6, 6-8 m a zahrnoval 8 denních (160 min) a 3 noční (60 min) ponory. Byl proveden kontrolní ponor pod 12-ti metrovou hloubkovou hranici.

Výsledky byly standardizovány na kusy spatřené za hodinu ponoru. K počtu spatřených ryb se zapisovalo jejich odhadované stáří (0+, 1+, A nebo  $\geq 2+$ ). U dravých druhů ryb byla odhadovaná i přibližná délka nebo byly členěny do velikostních tříd ( $> 40$  cm,  $< 40$  cm).

#### **5.1.2 Rok 2008**

Podobným způsobem jako probíhal průzkum v roce 2007 probíhal i v roce 2008. Podzimní průzkumy proběhly v termínu 10.-13.9. Průzkum zahrnuje 15 denních (5,5 hod) a 15 nočních (6 hod) ponorů.

#### **5.1.3 Rok 2009**

Průzkum byl proveden stejně jako v letech předešlých. Probíhal v termínu 7.-8.9. Proběhlo 15 denních (5 hod) a 9 nočních (3 hod) ponorů.

## **5.2 Výsledky**

### **5.2.1 Rok 2007**

V jarním pozorování hlavní podíly v početnosti pozorovaných ryb tvořili okoun (50,1%) a perlín (46,5%). Pozorování dravci byli zastoupeni štikou, candátem, úhořem a bolenem. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 1.

Při srpnovém průzkum tvořily největší část pozorovaných ryb 0+ ryby (96,5% ve dne a 88% v noci). V nich byl okoun (92% ve dne a 72,6% v noci), perlín (5,7% ve dne a 17,4% v noci) a plotice (2,3% ve dne a 10,1% v noci). Ryby starší 0+ byly zastoupeny perlínem (44,9% ve dne a 1,4% v noci), okounem (36% ve dne 77,7% v noci) a ploticí (13,5% ve dne 2% v noci). V noci byl také znatelný ježdík (10,1%). Větší podíly na složení dravců měli sumec (4,5% ve dne), štika (1,1% ve dne a 5,4% v noci) a v noci úhoř (2,7%). Pod 12-ti metrovou hloubkou nebyly zpozorovány žádné ryby. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 2. Ve výsledcích nejsou zahrnuty všechny pozorované druhy ryb (ryby se zastoupením < 1%). Ty jsou společně se všemi pozorovanými druhy shrnuty v tabulkách. Výsledky shrnuje tabulka 2.

### **5.2.2 Rok 2008**

Nejpočetnější část pozorovaných ryb tvořily ryby 0+ (99,2% ve dne a 97,5% v noci). Z nich dominoval okoun (99,7% ve dne a 95,4% v noci) a v malém počtu plotice (0,3% ve dne a 3,7% v noci). Ryby starší byly zastoupeny okounem (64,2% ve dne a 66,4% v noci), perlínem (27,5% ve dne a 8,5% v noci) a ploticí (4,4% ve dne a 13,9% v noci). Z dravých druhů ryb to byla štika (2,9% ve dne a 8,6% v noci), sumec (0,8% ve dne a 1,1% v noci) a candát (1,1% v noci). Výsledky shrnuje tabulka 3.

### **5.2.3 Rok 2009**

Většina pozorovaných ryb byly ryby 0+ (98,6% ve dne a 82,9% v noci), v nichž dominoval okoun (99,72% ve dne a 93,1% v noci) a perlín (2,81% v noci). Ryby starší 0+ tvořil okoun (78,17% ve dne a 53,7% v noci), plotice (20,31% ve dne) a štika (1,49% ve dne a 1,48% v noci). V noci pak plotice (32,22%), perlín (9,26%) a ježdík (3,33%). Výsledky shrnuje tabulka 4.

### 5.3 Diskuze

Vizuální průzkum jako tradičně sleduje nejvyšší počty ryb. Dosud jeví v porovnání s komplexním průzkumem podobný trend a naopak zdůrazňuje jinak podhodnocovaný plůdek, který se často nachází v hlubším vertikálním gradientu než je možno efektivně vzorkovat jinými metodami. Srovnání s výsledky jiných metod použitých pro ryby starší 0+ v litorálním habitatu v roce 2007, 2008 a 2009 jsou na obrázcích 4., 5. a 6..

Výsledky si jsou podobné až na vězence, které loví více dravých ryb. Je to nejspíše díky jejich stanovištnímu chování nebo je zde také možnost, že dravé ryby jsou přitahovány jinými chycenými rybami (Peterka, ústní sdělení).

Měření relativního zastoupení pomocí vizuálního průzkumu se jeví v porovnání s jinými dalšími metodami jako velice vhodné (Willis a kol., 2000 a Connel a kol. 1998). Narozdíl tomu v přesných odhadech délek a tím pádem i biomasy zaostává a je zatížen značnou chybou odhadu. Nejvhodnější je kombinace s jinými metodami, se kterými se vzájemně doplňují. Například Bennett (2009) porovnával UVC a rybaření na udici (angling) a zjistil, že nejvhodnější je kombinace obou metod.

Výsledky tenatních sítí jsou vizuálnímu průzkumu nejpodobnější. Je to dáno především shodnou možností vzorkovat více habitatů. Na obrázku 7. je vidět srovnání výsledků dosažených pomocí tenat a pomocí denního a nočního vizuálního průzkumu. Je zde patrné shodné zjištění zvyšování početnosti. Také je viditelný nárůst početnosti ryb v roce 2009 zjištěný při denním vizuálním průzkumu, který je způsoben zvýšeným stavem 1+ okouna. V tomto případě je vidět podhodnocení okouna tenaty. Na rozdíl od tenat je možno výsledky vizuálního průzkumu vztáhnout na určitou plochu a tím pádem zjišťovat absolutní hodnoty. Do tenatních sítí se chytá především úlovek, který se aktivně pohybuje a to může souviset s podhodnocováním stanovištních druhů ryb (Kubečka a Prchalová, 2006 v Prchalová a Kubečka, 2004).

Naproti tomu elektrolov může vzorkovat menší prostor. Účinnost elektrolovu klesá s větší hloubkou a klesající vodivostí (Peterka a kol., 2009). Tím je dána i jeho odlišnost v získaných výsledcích. Vzorkování zahrnuje ryby z mělkého litorálu. Avšak zahrnuje tenaty podhodnocované štiky a ve dne boleny.

V porovnání například se zátahovými sítěmi dle pokusů, které provedl Amour a Boisclair (2004), se vizuální průzkum jeví jako přesnější v odhadu relativních abundancí, avšak podhodnocující v celkové početnosti a biomase. Vizuální průzkum má i přesto hlavní výhodu



v rozsahu použití na rozdíl od zátahových sítí, které jsou schopny pojmout jen část litorálu. Jak zjistil Jordán a kol. (2007) vizuální průzkum je také schopen prokázat přítomnost druhů s nízkou početností, které zátahové sítě často přehlédnou.

Jako nejvhodnější kombinací se zdá býti hydroakustický průzkum a vizuální průzkum. Metody by se vzájemně doplňovaly. Hydroakustický průzkum by poskytoval data týkající se početnosti a biomasy a vizuální průzkum data vztahující se především k druhovému složení a distribuci ryb. Nedostatkem by byli hydroakustickým průzkumem špatně vzorkovatelné 0+ ročníky a mělký litorál. Litorál by musel být kompletně prozkoumán pouze vizuálně nebo by musel být pokryt jinou vhodnou metodou, která by poskytla co nejefektivnější odhadnutí biomasy a početnosti. Plůdková společenstva (0+) se tak významně nepodílí na celkové biomase a jedná se o velice dynamickou složku rybí obsádky. Vizuální průzkum je schopen nám poskytnout určité odhady početnosti, ale především nás bude informovat o složení plůdkového společenstva.

## 6 Závěr:

Celkové vyhodnocení metod vizuálního průzkumu se zdá být velice pozitivní. Jeho hlavní přednost daná neinvazivitou je velice vhodná na použití v těchto podmínkách. Značným přínosem je zachování všech vzorkovaných ryb. Například v roce 2005 bylo do tenatních sítí uloveno 1747 ks (490 kg) ryb a většina byla usmrcena. Vizuální průzkum nám dává velkou možnost přímého sledování průběhu vývoje ichtyofauny. Potápěč je schopen pozorovat časovou a prostorovou distribuci ryb v podmínkách, které mu jiná metoda není schopna poskytnout. Provedení vizuálního průzkumu je vhodné především díky dobré viditelnosti, která je mimo jiné dána díky jedinečné morfologii Jezera Chabařovice. Výsledky tohoto projektu poskytnou cenné informace potřebné pro správné zrealizování a nastavení parametrů vizuálního průzkumu. Jako dobrý nápad se jeví kombinace s jinými metodami neinvazivního charakteru. Vizuální průzkum patří k metodám používaným k monitoringu životního prostředí s nejmenším vlivem na něj.

## 7 Literatura

- Aguzzi J., Costa C., Fujiwara Y., Iwase R., Ramirez-Llorda E., Menesatti., 2009. A novel morphometry-based protocol of automated video-image analysis for species recognition and activity rhythms monitoring in deep-sea fauna, *Sensor*, Vol. 9, 8438-8455
- Amour A.B., Boisclair D., 2004. Comparison between two sampling methods to evaluate the structure of communities in the littoral zone of a Laurentin lake, *J. Fish Biol.*, Vol. 65, 1372-1384
- Bennett R.H., Götz A., Bauer W.H.H., Cowley P.D., Palmer R.M., 2009. Optimisation of underwater visual census and controlled angling methods for monitoring subtidal temperate reef fish communities, *Afr. J. Mar. Sci.*, Vol. 31/3, 277-287
- Berglund A., 1997. Mating system and sex allocation, In: *Behavioural Ecology of Teleost Fishes*, (eds.: Godin J.J.), 237-259, Oxford University Press, New York
- Buijse A.D., Schaap L.A., Bult T.P., 1992. Influence of water clarity on the catchability of six freshwater fish species in bottom trawls, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 49, 885–893.
- CEN, 2005. Water quality – Sampling of fish with multimesh gillnets. European Norm EN 14757.
- Connel S.D., Samoily M.A, Smith M.P.L., Leqata J., 1998. Comparisons of abundance of coral-reef fish: Catch and effort surveys vs visual census, *Aust. J. Ecol.*, Vol. 23, 579-586
- Costa C., Sardi M., Vitalini V., Cataudella S., 2009. A dual kamera system for counting and sizing Northern Bluefin (*Thunnus thynnus*, Linnaeus, 1758) stock, during transfer to aquaculture cages, with semi automatic Artificial Neural Network tool, *Aquaculture*, Vol. 291, 161-167
- Dolloff A., Kershner J., Thurow R., 1996. Underwater observation, (eds.: Murphy B.R., Willis D.W.), 533-555. *Fisheries techniques*
- Draštík V., Kubečka J., Čech M., Frouzová J., Říha M., Jůza T., Tušer M., Karolín O., Prchalová M., Peterka J., Vašek M., Kratochvíl., Mařena J., Mrkvička., 2009. Hydroacoustic estimates of fish stocks in temperate reservoirs: day or night surveys?, *Aqua. Living. Resour.*, Vol. 22, 69-77
- Edgar G.J., Barrett N.S., Morton A.J., 2004. Biases associated with the use of underwater visual census techniques to quantify the density and size-structure of fish populations, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 308, 269-290

- Emery A.R., 1973. Preliminary comparisons of day and night habits of freshwater fish in Ontario lakes, *J. Fish. Res. Board Can.* Vol. 30, 761-774
- Girolamo M., Mazzoldi C., 2000. The application of visual census on Mediterranean rocky habitats, *Marine Environmental Research* Vol. 51 (2001), 1-16
- Halford A.R., Thompson A.A., 1994. Visual census surveys of reef fish – Long-term Monitoring of the Great Barrier Reef, Standart operational procedure nu:3, Australian institute of marine science, Townsville
- Hanel L., Lusk S., 2005. Ryby a mihule České republiky – rozšíření a ochrana, ČSOP a MŽP, Příbram
- Hayes D. B., Ferreeri C.P., Taylorn W.W. 1996. Active fish capture methods, (eds.: Murphy B.R., Willis D.W.), 194-219. *Fisheries techniques*
- Helfman G.S., 1986. Fish behaviour by day, night and twilight, In: *Behaviour of Teleost fishes*, (Pitcher T.J.), 479-507, Chapman a Hall, London
- Hladík M., Kubečka J. 2003. Fish migration between a temperate reservoir and its main tributary. *Hydrobiologia*, Vol. 504, 251-266.
- Hladík M., Kubečka J., 2004. The effect of water level fluctuation on tributary spawning migration of reservoir fish, *Eco. Hydrobiol.*, Vol. 4/4, 449-457
- Hubert W.A., 1996. Passive capture techniques, (eds.: Murphy B.R., Willis D.W.), 533-555. *Fisheries techniques*
- Jordan F., Melos H.L., Bortone S.A., Dorazio R.M., 2007. Comparison of visual survey and seinig methods for estimating abundance og endangered, benthic stream fish, *Environ. Biol. Fish*, Vol. 81, 313-319
- Jůza T., Kubečka., The efficiency of three fry trawls for sampling the freshwater pelagic fry community, *Fishery Research*, Vol. 85/3, 285-290.
- Kalff J., 2002. *Limnology*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Kubečka J., Peterka J., Draštík V., Jůza T., Prchalová M., Říha M., 2007. Komplexní průzkum rybí obsádky nádrže Chabařovice v roce 2006. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí.
- Kubečka J., Prchalová M., 2006. Metodika odlovu a zpracování vzorku ryb stojatých vod, VÚV TGM

- Kubečka J., Prchalová M., Draštík V., Jůza T., Peterka J., Říha M., Vašek M., 2006. Komplexní průzkum rybí obsádky nádrže Chabařovice v roce 2005. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí.
- Kulbicki M., 1998. How acquired behaviour of commercial tref fish may influence results obtained from visual censuses, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol. 222, 11-30
- Kulbicki M., 2005. Potential methods to assess the abundance and biomass of large and rare reef fish species, 7th Indo-Pacific Fish Conference, Taipei, Taiwan, May 16-20 2005. Oral presentation
- Kulbicki M., 2007. Counting Epinephelinae consequences on abundance estimates, 2nd International symposium on mediterranean groupers, Nice, France, May 10-13 2007. Oral presentation
- Kulbicki M., Cornuet N., Vigliola L., Wantiez L., MouTham G., Chabanet P., 2010. Counting coral reef fishes: Interaction between fish life-history traits and transect design, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 387/1-2, 15-23
- Kulbicki M., Sarramégnia S., 1999. Comparison of density estimates derived from strip transect and distance sampling for underwater visual censuses: a case study of Chaetodontidae and Pomacanthidae, *Aquat. Libiny Resour.* Vol. 12/5, 315-325
- Labrosse P., Kulbicki M. Ferraris J., 2002. Underwater visual fish census surveys – Proper use and implementation, Secretariat of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia
- Leeworthy G., Skewes T., 2007, The hip-chain transect method for underwater visual census (UVC), *SPC Beche de Mer Information Bulletin*, Vol. 24
- O'Neal J. S., 2007. Snorkel Surveys. In: *Salmonid Field Protocols Handbook*, (eds.: Johnson D. H., Shrier B. M., O'Neal J. S., Knutzen J. A., Augerot X., O'Neil T. A. Pearsons.), 325-340, American Fisheries Society in association with State of the Salmon, Bethesda, Maryland.
- Peterka J., Kubečka J., Čech M., Draštík V., Frouzová J., Jůza T., Prchalová M., 2008. Průzkumy rybí obsádky jezera Chabařovice v roce 2007. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí.
- Peterka J., Kubečka J., Draštík V., Čech M., Jůza T., Frouzová J., Prchalová M., 2010. Komplexní průzkum rybí obsádky jezera Chabařovice v roce 2009. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí.

- Peterka J., Kubečka J., Drašík V., Jůza T., Frouzová J., Čech M., Prchalová M., 2009. Komplexní průzkum rybí obsádky jezera Chabařovice v roce 2008. Zpráva HbÚ BC AV ČR pro Palivový kombinát Ústí.
- 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.
- Prchalová M., Mrkvička T., Kubečka J., Peterka J., Čech M., Muška M., Kratochvíl M., Vašek M., 2010. Fish activity as determined by gillnet catch: A comparison of two reservoirs of different turbidity, *Fish Res.*, Vol. 102, 291-296
- Schaner T., Fox M.G., Taraborelli A.C., 2009. An inexpensive system for underwater video surveys of demersal fishes, *J. Great Lakes Res.*, Vol. 35, 317-319
- Smol J.P., 2008. Pollution of lakes and rivers – A paleoenvironmental perspective, Blackwell publishing, 2nd edition,
- Stobart B., García-Charton J.A., Espejo C., Rochel E., Goñi R., Reñones O., Herrero A., Crec'hriou R., Polti S., Marcos C., Planes S., Pérez-Rufaza A., 2007. A baited underwater video technique to assess shallow-water Mediterranean fish assemblages: Methodological evaluation, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 345, 158-174
- Taraborelli A.C., Fox M.G., Schaner T., Johnson T.B., 2008. Density and habitat use by the round goby (*Apollonia melanostoma*) in the Bay of Quinte, Lake Ontario, *Journal of Great Lakes Research*, Vol. 35, 266-271
- Taylor J.Ch., Maxwell S.L., 2007. Hydroacoustics: Lakes and Reservoirs. In: *Salmonid Field Protocols Handbook*, (eds.: Johnson D. H., Shrier B. M., O'Neal J. S., Knutzen J. A., Augerot X., O'Neil T. A. Pearsons.), 325-340, American Fisheries Society in association with State of the Salmon, Bethesda, Maryland.
- Thurow R. F., 1994. Underwater methods for study of salmonids in the Intermountain West. U.S. Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report INT-GTR-307, Odgen, Utah.
- Vanni M.J., Craig D. Layne C.D., Arnott S.E., 1997. "Top-Down" Trophic Interactions in Lakes, *Effects of Fish on Nutrient Dynamics Ecology*, Vol. 78/1, 1-20.
- Vlasák a kol., 2002. Zatápění zbytkové jámy Chabařovice. Zpráva VÚV pro MŽP ČR
- Vlasák a kol., 2003. Jezero Chabařovice: Ichthyologické posouzení a management rybí obsádky. Zpráva VÚV pro Palivový kombinát Ústí

- Vlasák a kol., 2004. Jezero Chabařovice: Ichthyologické posouzení a management rybí obsádky. Zpráva VÚV pro Palivový kombinát Ústí
- Vlasák a kol., 2005. Jezero Chabařovice: Ichthyologické posouzení a management rybí obsádky. Zpráva VÚV pro Palivový kombinát Ústí
- Watson R.A., Quinn T.J., 1997. Performance of transect and point count underwater visual census methods, *Ecol. Model.*, Vol. 104, 103-112
- Willan R.C., Dollimore J.M., Nicholson J., 1979. A survey of fish populations at Karikari Peninsula, Northland, by scuba diving, *N.Z. J. Mar. Freshwat. Res.*, Vol. 13/3, 447-458
- Willis T.J., 2001. Visual census methods underestimate density and diversity of cryptic reef fishes, *J. Fish Biol.*, Vol. 59, 1408-1411
- Willis T.J., Miller R.B., Babcock R.C., 2000. Detection of spatial variability in relative density of fishes: comparison of visual census, angling, and baited underwater video, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 198, 249-260
- Wootton R.J., 1986. Problem in the estimation of food consumption and fecundity in fish production studies, *Polskie Arch. Hydrobiol.*, Vol. 33, 263-276
- Wootton R.T., 1990. *Ecology of Teleostes Fishes*, Chapman and Hall, series 1., London
- <http://www.pku.cz/pku/site.php?location=1>, 21.4.2010

## 8 Přílohy

Druh	Velikostní kategorie	Hloubkový profil [m]		Suma		%	
		2-8	>12	0+	>0+	0+	>0+
perlín ostrobřichý	0+	0	0	0		0	
	1+	0	0				
	adultní	514	0		514		55,3
plotice obecná	0+	0	0	0		0	
	1+	0	0				
	adultní	4	0		4		0,4
cejn velký	adultní	1	0		1		0,1
okoun říční	0+	0	0	0		0	
	1+	0	0				
	adultní	400	0		400		43,0
candát obecný	<40 cm	0	0				
	>40 cm	1	0		1		0,1
štika obecná	<40 cm	0	0				
	>40 cm	4	0		4		0,4
sumec velký	<40 cm	0	0				
	>40 cm	2	0		2		0,2
úhoř říční	<40 cm	0	0				
	>40 cm	3	0		3		0,3
bolen dravý	<40 cm	1	0				
	>40 cm	0	0		1		0,1
<b>Suma</b>		<b>930</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>930</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

Tabulka. 1. Početnost ryb zjištěných přímým vizuálním průzkumem v jednotlivých hloubkových profilech jezera Chabařovice v denních hodinách v dubnu a květnu 2007 (Peterka a kol, 2008).

Druh	Velikostní kategorie	Hloubkový profil [m]				Suma				%				
		2-4	4-6	6-8	>12	2-6	0+	>0+	0+	>0+	0+	>0+	0+	>0+
perlín ostrobřichý	0+	61,9	0	0	0	190	61,9	30,0	190	2	5,6	44,9	17,4	1,4
	1+	0	0	0	0	0								
	≥2+	0	0	30	0	2								
plotice obecná	0+	5,6	19,9	0	0	110	25,5	9,0	110	3	2,3	13,5	10,1	2,0
	1+	3,8	5,3	0	0	2								
	≥2+	0	0	0	0	1								
okoun říční	0+	461,3	388,9	158,3	0	793	1008,4	24,0	793	115	92,0	36,0	72,6	77,7
	1+	0	0	0	0	1								
	≥2+	5,6	0,4	18,0	0	114								
ježdík obecný	≥2+	0	0	0	0	15		0		15		0		10,1
štika obecná	<40 cm	0	0	0,4	0	7		0,8		8		1,1		5,4
	>40 cm	0	0	0,4	0	1								
sumec velký	<40 cm	0	0	0	0	0		3,0		0		4,5		0
	>40 cm	0,8	0,8	1,5	0	0								
úhoř říční	<40 cm	0	0	0	0	0		0		4		0		2,7
	>40 cm	0	0	0	0	4								
bolen dravý	<40 cm	0	0	0	0	0		0		1		0		0,7
	>40 cm	0	0	0	0	1								
<b>Suma</b>		<b>538,9</b>	<b>415,1</b>	<b>208,5</b>	<b>0</b>	<b>1241,0</b>	<b>1095,8</b>	<b>66,8</b>	<b>1093,0</b>	<b>148,0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabulka. 2. Početnost [ks/hod ponoru] ryb zjištěná přímým vizuálním průzkumem v jednotlivých hloubkových profilech jezera Chabařovice v denních a nočních (černě podbarvené) hodinách v srpnu 2007 (Peterka a kol, 2008).

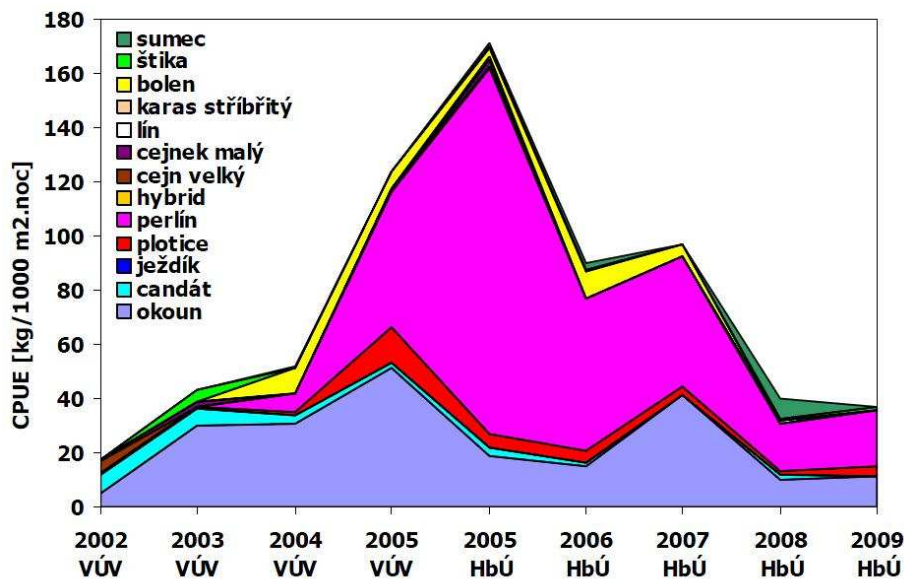


Početnost [ks/hod ponoru]											
Druh	Velikostní kategorie	Hloubkový profil [m]						%			
		2-4	4-6	6-8	2-4	4-6	6-8	0+	≥1+	0+	≥1+
perlín ostrobřichý	0+				101			0,0	27,5	0,3	8,5
	1+	150	240		30	6					
	≥2+				34						
plotice obecná	0+	472		27	886	276	6	0,3	4,4	3,7	13,9
	1+	60	3			46	30				
	≥2+				36	2					
cejn velký	0+				9		15	0,0		0,1	
lín obecný	1+			3					0,2		0,0
okoun říční	0+	10 945	86 100	70 600	8 240	3 980	18 200	99,7	64,2	95,4	66,4
	1+	51	108			72					
	≥2+	27	286	440	50	121	302				
ježdík obecný	≥1+						3		0,0		0,4
candát obecný	0+				16	22	103	0,0	0,0	0,4	1,1
	≥1+				9		0				
štika obecná	0+		6		6	15	3	0,0	2,9	0,1	8,6
	≥1+	20	9	12	15	25	31				
sumec velký	≥1+		3	8		3	6		0,8		1,1
<b>Suma</b>		<b>11 725</b>	<b>86 755</b>	<b>71 090</b>	<b>9 432</b>	<b>4 568</b>	<b>18 699</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

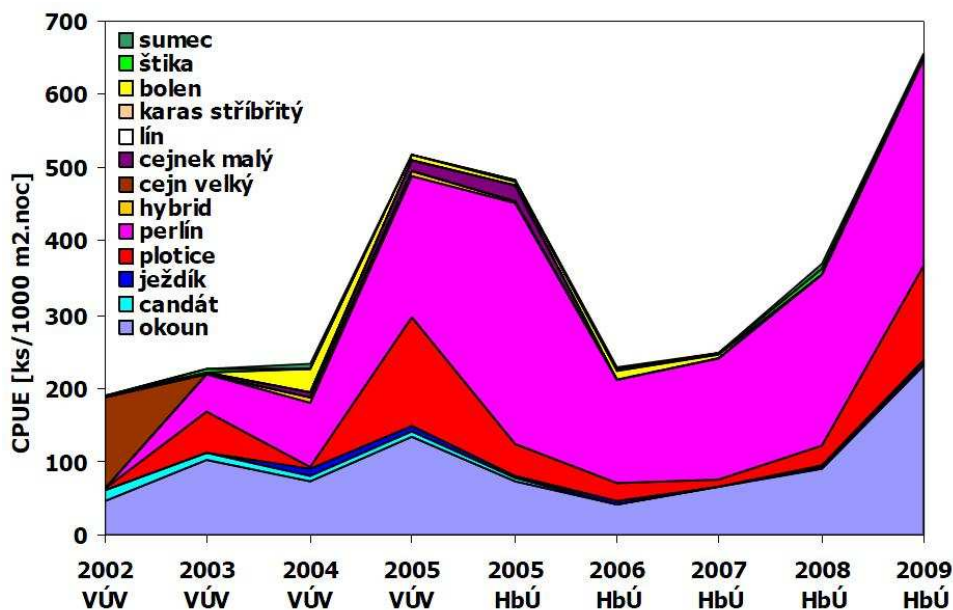
Tabulka 3. Početnost ryb zjištěná přímým vizuálním průzkumem v denních a nočních (černě podbarvené) hodinách ve dnech 10. až 11. září 2008 v jednotlivých hloubkových profilech jezera Chabařovice (Peterka a kol, 2009).

Početnost [ks/hod ponoru]											
Druh	Velikostní kategorie	Hloubkový profil [m]						%			
		2-4	4-6	6-8	2-4	4-6	6-8	0+	≥1+	0+	≥1+
perlín ostrobřichý	0+				90	21				2,81	9,26
	1+				18	18	12				
	≥2+				27						
plotice obecná	0+	378		28	111	3	9	0,25	20,31	3,11	32,22
	1+	300	3	150	144	42	45				
	≥2+	12			30						
cejn velký	0+						21			0,53	
okoun říční	0+	15 180	38 190	109 320	1 740	675	1 266	99,72	78,07	93,10	53,70
	1+	489	756	185	252	87	24				
	≥2+		24	333	21	36	15				
ježdík obecný	0+						3			0,08	3,33
	≥1+					9	18				
candát obecný	0+					3	9			0,30	
štika obecná	0+	27	15	4	3			0,03	1,49	0,08	1,48
	≥1+	18	9	7	6		6				
sumec velký	≥1+		3						0,13		
<b>Suma</b>		<b>16 404</b>	<b>39 000</b>	<b>110 027</b>	<b>2 442</b>	<b>894</b>	<b>1 428</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

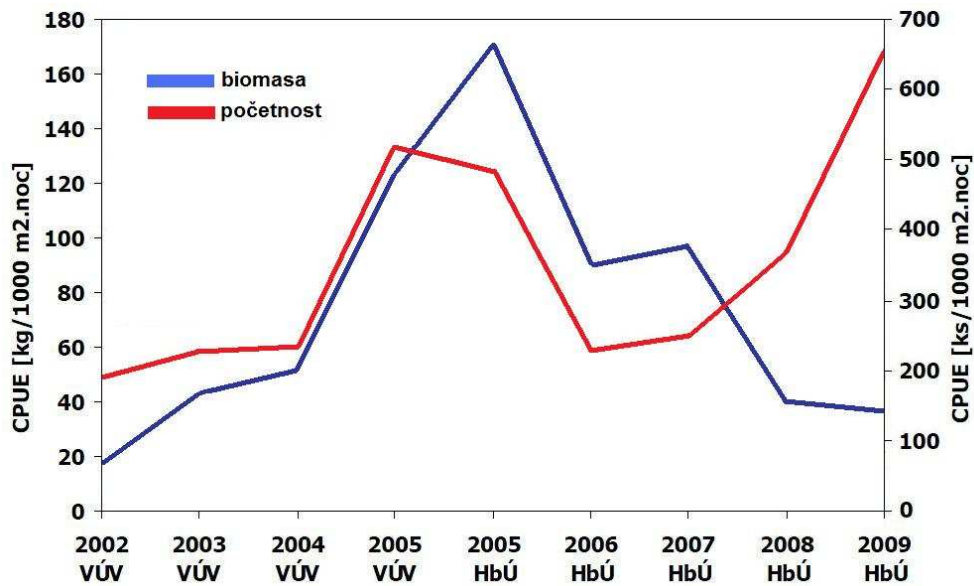
Tabulka 4. Početnost ryb zjištěná přímým vizuálním průzkumem v jednotlivých hloubkových profilech jezera Chabařovice v denních a nočních hodinách ve dnech 7. a 8. září 2009.



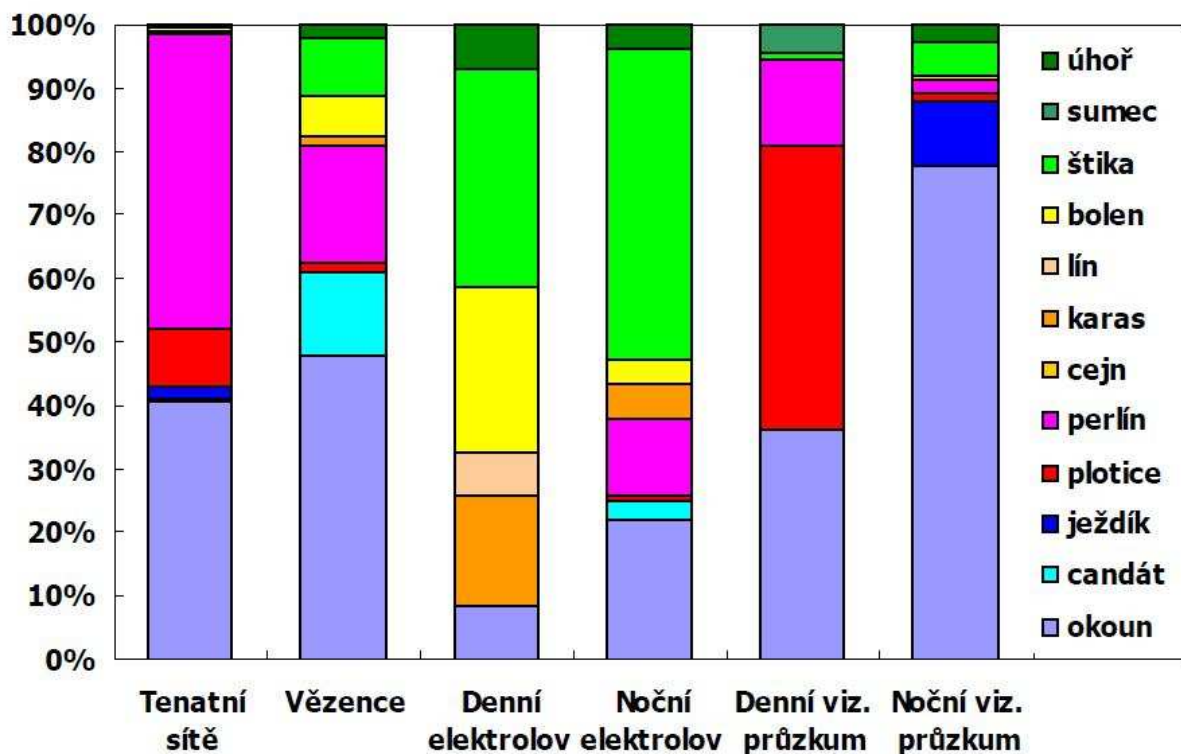
Obrázek 1. Vývoj biomasy litorálních úlovků ryb starších 0+ na jednotku úsilí na jezeře Chabařovice v letech 2002 až 2009 (Vlasák a kol., 2002, 2003, 2004, 2005)(Peterka a kol, 2010).



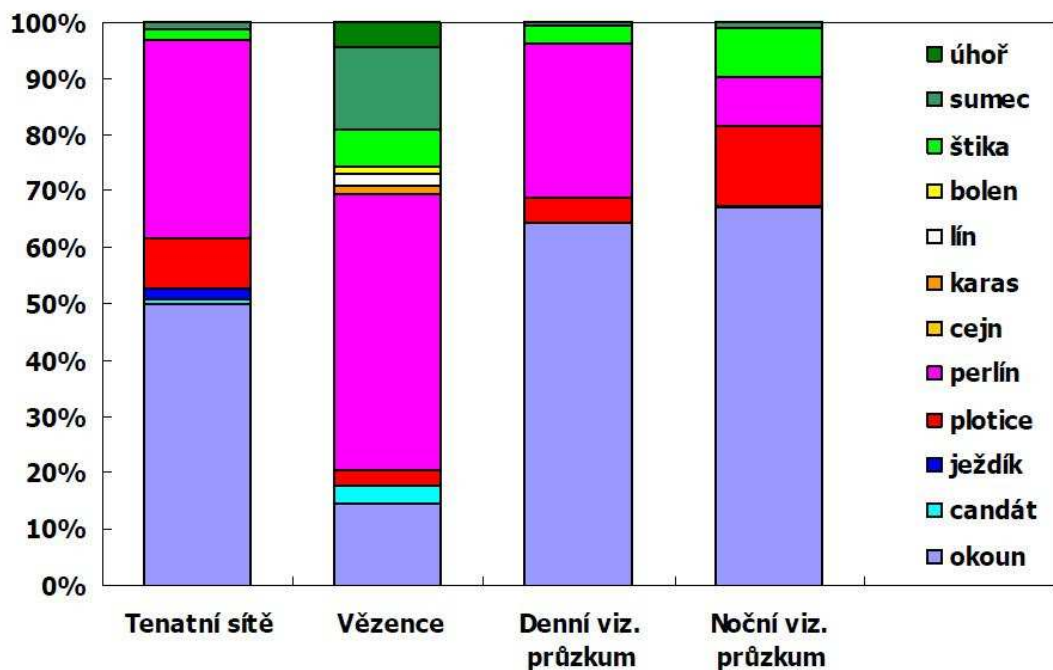
Obrázek 2. Vývoj početnosti litorálních úlovků ryb starších 0+ na jednotku úsilí na jezeře Chabařovice v letech 2002 až 2009 (Vlasák a kol., 2002, 2003, 2004, 2005)(Peterka a kol, 2010).



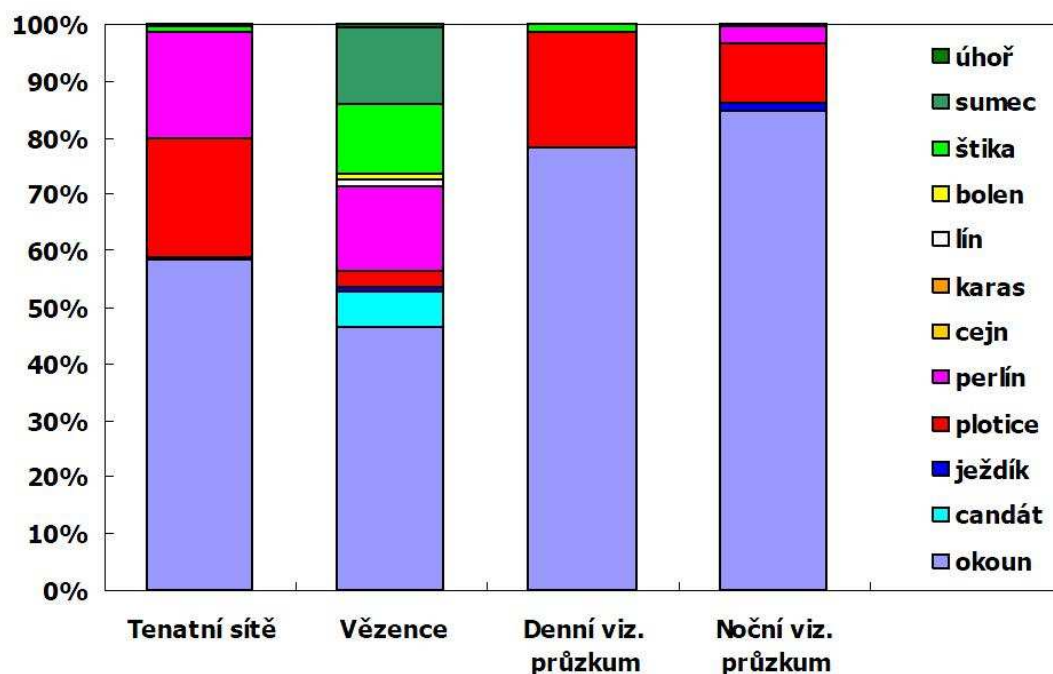
Obrázek 3. Vývoj početnosti a biomasy litorálních úlovků ryb starších 0+ na jednotku úsilí na jezeře Chabařovice v letech 2002 až 2009 (Vlasák a kol., 2002, 2003, 2004, 2005)



Obrázek 4. Srovnání relativního zastoupení ryb starších 0+ v úlovcích tenatních sítí, vězenců elektrolovu a přímého vizuálního pozorování v litorálním habitatu (1-8 m u tenatních sítí, 2-3 m u vězenců, 2-8 m u denního a 2-6 m u nočního přímého vizuálního pozorování) jezera Chabařovice v denních i nočních hodinách v srpnu 2007 (Peterka a kol, 2008).

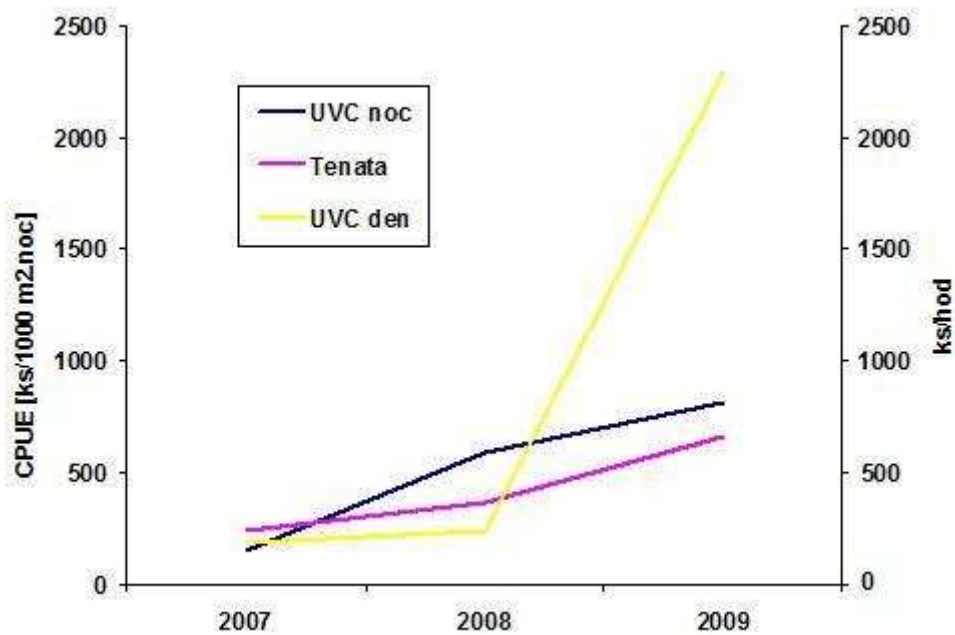


Obrázek 5. Srovnání relativního zastoupení ryb starších 0+ v úlovcích tenatních sítí, vězenců a přímého vizuálního pozorování v litorálním habitatu (1-8 m u tenatních sítí, 2-3 m u vězenců, 2-8 m u denního a 2-8 m u nočního přímého vizuálního pozorování) jezera Chabařovice v září 2008 (Peterka a kol., 2009).



Obrázek 6. Srovnání relativního zastoupení ryb starších 0+ v úlovcích tenatních sítí, vězenců a přímého vizuálního pozorování v litorálním habitatu (1-8 m u tenatních sítí, 2-3 m u

vězenců, 2-8 m u denního a 2-8 m u nočního přímého vizuálního pozorování) jezera Chabařovice v září 2009 (Peterka a kol, 2010).



Obrázek 7. Srovnání trendu získaného s pomocí tenatních sítí a UVC ve dne a v noci.