

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta**



**Zjištění příčin a vyhodnocení výskytu
morfologicko-anatomických abnormalit u ryb během
vývoje rybího společenstva zatápěné důlní jámy
Chabařovice**

Bakalářská práce

Eliška Kalčíková

Školitel: RNDr. Jiří Peterka, Ph.D.

České Budějovice 2012

Kalčíková, E.: Zjištění příčin a vyhodnocení výskytu morfologicko-anatomických abnormalit u ryb během vývoje rybího společenstva zatápěné důlní jámy Chabařovice

[Occurrence and reasons for abnormalities in fish morphology and anatomy during the fish community succession in post mining lake Chabařovice. Bachelor thesis, in Czech.] 24 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Tato práce představuje grantovou žádost na projekt, který se zabývá vyhodnocením výskytu a zjištění příčin morfologicko-anatomických abnormalit během vývoje rybí obsádky hydricky revitalizované důlní jámy Chabařovice.

Annotation:

This thesis represents grant application for project, which aim is to describe and evaluate the occurrence and find out the reasons for abnormalities in fish morphology and anatomy during fish community succession in post mining lake Chabařovice.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala 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 – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 14. 12. 2012

Eliška Kalčíková

Poděkování

Ráda bych poděkovala především svému školiteli RNDr. Jiřímu Peterkovi Ph D. za cenné rady a ohromnou trpělivost při vedení této bakalářské práce. Mé díky také patří ostatním z FishEcU, kteří vždy a ochotně odpovídali na mé dotazy. Ráda bych také poděkovala rodině a přátelům, kteří stáli při psaní a studiu při mně.

Obsah

1. Shrnutí projektu.....	1
2. Literární rešerše.....	2
2.1. Povrchová těžba uhlí v České republice.....	2
2.1.1. Historie.....	2
2.1.2. Dopady povrchové těžby	3
2.2. Možnosti revitalizace povrchových dolů.....	4
2.2.1. Lesnická revitalizace.....	5
2.2.2. Zemědělská revitalizace.....	5
2.2.3. Ostatní revitalizace.....	5
2.2.4. Revitalizace hydrickou cestou	5
2.3. Důl Chabařovice – jezero Chabařovice.....	7
2.4. Průběh revitalizační činnosti	8
2.5. Role ryb v ekosystému	8
2.6. Monitorování jezera Chabařovice	9
2.7. Vývoj rybí obsádky	10
2.8. Abnormality.....	11
3. Návrh projektu.....	15
3.1. Cíle projektu.....	15
3.2. Hypotézy	15
3.3. Návrh experimentu	15
3.3.1. Studované lokality	15
3.3.2. Studované skupiny	16
3.3.3. Odběr vzorků	16
3.3.4. Zpracování vzorků	16
3.3.5. Řešitelé projektu	17
3.3.6. Harmonogram	18

3.3.7. Rozpočet	19
4. Závěr.....	20
5. Literatura	21

1. Shrnutí projektu

Povrchová těžba hnědého uhlí měla a má destruktivní vliv na krajinný ráz, hydrologii a biodiverzitu postižených oblastí. V těchto oblastech byla narušena nejen ekologická funkce krajiny, ale kulturní, estetická a ekonomická funkce lokalit. Po skončení těžebních prací by měla být samozřejmá revitalizace těchto území (povinnost je dána zákonem), aby se krajina navrátila všechny její původní funkce. Pro lokalitu Sokolovské a Mostecké pánve se, vzhledem k nízkým nákladům, jeví jako nejlepší hydrický způsob revitalizace. Tento způsob spočívá v zatopení povrchových dolů, čímž z vytvořené povrchové deprese vznikne jezero. V budoucnu se v oblasti počítá s vybudováním osmi umělých jezer. Jezero Chabařovice je první jezero v České republice, které vzniklo řízenou hydrickou revitalizací, a proto je vhodným modelem pro ostatní hydricky revitalizované doly.

Vzhledem k tomu, že cílem hydrické revitalizace je na místě zasaženém těžbou vytvořit jezero, které bude plnit veškeré ekologické funkce, měla by se zvýšená pozornost věnovat cizorodým látkám, jejichž výskyt by mohl negativně ovlivňovat organismy žijící ve vodě a v blízkosti vody. Ryby, jakožto makroskopické organismy, stojící ve vrchních patrech potravní pyramidy jezerního ekosystému, tudíž s velkou mírou bioakumulace, se jeví jako vhodný bioindikátor možného znečištění.

V případě dolu Chabařovice – jezera Chabařovice, byl v průběhu napouštění zaznamenán u ryb výskyt abnormalit ve velikosti a rozmístění šupin a deformace páteře, které mohou poukazovat na působení cizorodých látek. Ačkoliv jezero má za sebou již více jak deset let existence, příčiny výskytu abnormalit nebyly doposud blíže studovány.

Projekt navrhuje provést odlovy ryb s cílem zjištění možných příčin abnormalit odhalením vazeb na druhovou příslušnost, ontogenetický stav, potravní zvyklosti a prostorový výskyt jedinců s abnormalitami.

2. Literární rešerše

2.1. Povrchová těžba uhlí v České republice

Těžba hnědého uhlí je v České republice soustředěna do oblastí Sokolovské pánve a Mostecké pánve (dříve Severočeská uhelná pánev), kde se nacházejí největší ložiska hnědého uhlí. Uhelná sloj je zde uložena v různě mocných vrstvách, od několika desítek metrů ve střední části, po 1 m na okraji pánve. Zásoba hnědého uhlí vznikla v období třetihor, kdy zde bylo klima vhodné pro vznik močálů. Z rostlin těchto močálů později vzniklo bez přístupu kyslíku uhlí (Bažant 2010). Studovaná lokalita se nachází v oblasti Mostecké pánve. Ta se rozprostírá na úpatí Krušných hor v části zvané Mostecká kotlina mezi Ústím nad Labem a Kadaní. Rozloha území je 140 000 ha (Vráblíková et al. 2008a). Oblast je společně s pohraničím Polska a Německa nazývaná Černý trojúhelník, a patří k nejvíce poničeným oblastem ve střední Evropě (Vráblíková et al. 2009). Klima Mostecké pánve je poměrně teplé (průměrná teplota se pohybuje mezi 8 a 9 °C) a suché (průměrný roční srážkový úhrn je 500 – 600 mm) (ČHMÚ 2012). Území se nachází v povodí Labe a voda je odváděna převážně řekami Ohří a Bílinou.

2.1.1. Historie

První zmínky o těžbě hnědého uhlí se v oblasti Mostecká datují od první poloviny 15. století (Czech coal group 2012). Zpočátku se těžily pouze dobře dostupné zdroje uhlí, mělko pod povrchem. Těžba probíhala ručně, bez mechanizace, primitivním způsobem a jen pro vlastní potřebu. Počátkem 18. století se postupně objevují malolomy a mělké šachtice při výchozích sloje a začíná se zvětšovat objem vytěženého materiálu. Těžba v této době probíhá bez jakéhokoliv odborného dohledu a potýká se s mnoha problémy, například spodní vodou. Teprve koncem století se oblast dostává pod kontrolu báňského úřadu, který vznikl v Jáchymově. Od této chvíle bylo možné těžbu provádět pouze po propůjčení dolovacího práva. Nejběžnějším způsobem těžby bylo v této době hlubinné dolování. Komerční těžba se začíná objevovat se zlepšením mechanizace koncem 19. století. Díky rozvoji parních rypadel, lepší výtěžnosti a větší bezpečnosti práce u lomového způsobu těžby se začínají

postupně objevovat povrchové lomy. Ve druhé polovině 20. století povrchový způsob těžby zcela převládá (MUS a.s. 2001). Největšího rozmachu nabyla povrchová těžba v dobách socialismu. V této době docházelo k největšímu narušení ekosystému. Byly zasypávány a přemísťovány toky, docházelo k celkovému narušení hydrologie území, likvidovány byly i obce a města. Celkem bylo zničeno 116 obcí a měst, včetně města Most (Vráblíková et al. 2008a). V roce 1991 byly vládními usneseními uloženy limity pro těžbu. Nejdříve se tyto limity týkaly pouze dolu Chabařovice, později celého Mostecká. Koncem 90. let 20. století došlo ke snížení těžby, některé doly zanikly a zůstaly na jejich místech opuštěné výsypky a důlní jámy. Na místech již nepoužívaných dolů by podle § 35 zákona č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství (Horní zákon) měla být těžaři prováděná revitalizace výsypek, důlních jam a skrývek (Vráblíková et al. 2009). V současné době těží v oblasti dvě společnosti, Mostecká uhelná a. s., která provozuje dva velkodoly ČSA a Vršany, a Severočeské doly a. s. provozující doly Bílina a Libouš (Vráblíková et al. 2008a).

2.1.2. Dopady povrchové těžby

Mostecká pánev v současné době čelí vedle ekologických problémů i problémům sociálně-ekonomickým. V době rozkvětu těžebního průmyslu zde vznikalo mnoho pracovních míst, proto se do Podkrušnohoří stěhovalo velké množství lidí. Nyní, po úpadku dříve velmi dominantních a tradičních průmyslových odvětví (energetika, hutnictví, těžba uhlí), se oblast stává společně s Ostravským a Moravskoslezským krajem, regionem s největší mírou nezaměstnanosti, nízkou mírou ekonomického vývoje a čelí také velkému odlivu vzdělaných lidí do jiných krajů republiky (Vráblíková et al. 2009).

Povrchový způsob těžby má ale především vliv na krajinu a ovlivňuje zásadně její funkci. Krajina narušená těžbou vykazuje pokles biodiverzity, snížení ekologických vazeb a nevratné změny v reliéfu (Pecharová, Hejný 1998). Na druhou stranu jsou ale nerevitalizované výsypky často významnými refugii výskytu ohrožených druhů rostlin a živočichů, protože se nacházejí v raném stádiu sukcese, které nejsou běžné, a ve kterých se často vyskytují právě druhy ohrožené (Prach et al. 2010).

Přemístěním hornin se mění rozvrstvení sedimentů a fyzikálně-chemické vlastnosti těchto hornin. Horniny jsou degradovány, především orniční a podorniční vrstva. Výrazně je také narušena hydrogeologie oblasti (podzemní voda, infiltrační poměry, výpar, srážky). Nedostatek vegetace ovlivňuje mikroklima území, které je díky tomu sušší a teplejší.

Zhoršená je odletem prachových částic z těžebních prostorů i kvalita ovzduší. Silně narušena je též biosféra, zničená jsou přirozená stanoviště i migrační trasy. Po těžbě zůstávají útvary jako výsypky a zbytkové jámy (Vráblíková et al. 2008b). Takovéto využívání krajiny vedlo nejen k destrukci její ekologické funkce, ale i k celkové devalvaci estetických hodnot lokality. Místa se stala nevhodná k obytným a rekreačním účelům (Cibulka 2001). Aby byly navráceny krajině všechny její funkce, je důležité tyto lokality revitalizovat (Volný 1985).

2.2. Možnosti revitalizace povrchových dolů

Povinnost revitalizovat vychází z Horního zákona, kde je také uložena povinnost ponechat si pro budoucí revitalizaci finanční rezervu. Podle zákona č. 334/92 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu je nutné po ukončení těžby navrátit území, které bylo využíváno pro nezemědělské účely, do takového stavu, aby mohlo plnit další funkce krajiny podle schváleného plánu revitalizací. Na tento zákon navazuje vyhláška MŽP č. 13/1994 Sb. V této vyhlášce jsou podmínky pro správné provádění revitalizací (Vráblíková et al. 2008b).

Cílem revitalizace těžební krajiny je vrátit jí všechny funkce, které těžbou ztratila. Jedná se hlavně o navrácení její ekologické a estetické funkce. Dalším cílem je umožnit oblasti její sociálně-ekonomické využívání (Volný 1985). Velmi důležitým bodem revitalizace je obnova vodního režimu oblasti, která byla v historii silně zamokřená, a bylo zde velké množství vodních ploch. Pro navrácení ekologické funkce krajiny je nezbytné podporovat současné a vytvářet nové migrační trasy pro různé skupiny živých organismů. Důležité je proto co nejvíce omezit bariéry, které takovému šíření brání. Pro efektivní využívání krajiny po těžbě je také velice důležité, aby byla tato krajina znovu osídlena lidmi a využívaná k novým činnostem (turistika, rekreace, zemědělství, rybolov, sport) (Pecharová et al. 2004).

Pro Mosteckou pánev byl již v roce 1959 vypracován „Generel rekultivací“, který byl použit jako podklad pro územní plánování. Od této doby do roku 2007 bylo zrevitalizováno 10 760 ha z celkové rozlohy 28 tisíc ha dotčeného území. V České republice se nejvíce revitalizuje lesnickým a zemědělským typem revitalizace. Velkou popularitu v posledních letech získává i hydrická revitalizace, kam se řadí vznik menších vodohospodářských děl (retenční nádrže, příkopy), ale i velkých vodních ploch, v budoucnu plánované pro příměstskou rekreaci. V posledních letech se také zvyšuje podíl ostatních revitalizací (Vráblíková 2008b).

2.2.1. Lesnická revitalizace

V případě lesnické revitalizace vznikne na revitalizovaném místě les. Lesnická revitalizace se používá, jestliže není možné využít lokality pro zemědělské využití (Volný 1985). Před samotným zalesněním je důležité plochu upravit tak, aby mohlo k zalesnění dojít. Jde především o úpravu hydrologie a terénu (Vráblíková 2008b).

2.2.2. Zemědělská revitalizace

Po zemědělské revitalizaci vznikne zemědělská půda, která je určena k zemědělskému obhospodařování. Na tomto místě může vzniknout orná půda, vinice, pastviny, louky nebo sady (Vráblíková 2008b). Pro tento typ revitalizace jsou nejvhodnější lokality, kde již zemědělská půda před zahájením těžby byla. Další možností je zemědělskou půdu vytvořit v místech, kde je terén rovný, tj. zejména na náhorních rovinách převýšených výsypek (Kryl et al. 2002).

2.2.3. Ostatní revitalizace

Hlavním cílem těchto revitalizací je použití dřívějších dolů k účelům, pro které by musela být odjímaná zemědělská půda jinde a docházelo by tak k dalšímu jejímu znehodnocování. Příkladem takové revitalizace je například výstavba rodinných domů, rekreačních a kulturních objektů a sportovišť. Na těchto místech vzniká také například veřejná zeleň, komunikace, kempy nebo tábořiště (Vráblíková 2008b).

2.2.4. Revitalizace hydrickou cestou

Hydrická revitalizace je po zemědělském a lesnickém typu revitalizace nejběžnějším typem úpravy krajiny po těžbě. V současné době se hydrická revitalizace používá na 2 % revitalizovaných území (Kašpar, Mešková 2003). Při hydrickém typu revitalizace dochází ke vzniku vodních ploch na místě zbytkových jam (Štýs 1981). Tímto způsobem vznikají vodní útvary, které jsou morfologicky a biologicky (průběh sukcese) velmi blízké přirozeným jezerům. Jedná se o relativně levný, přírodě blízký způsob revitalizace s velkým potenciálem do budoucna (Šípek 2006). Tento způsob revitalizace se v současnosti plánuje

skoro na všech lokalitách Severočeské hnědouhelné pánve (Pecharová 2009). V oblasti mezi Sokolovem a Ústím nad Labem se nachází osm velkých hnědouhelných dolů, na jejichž místech se plánuje vznik osmi umělých jezer. Jejich celková plocha by měla být přibližně 5 tisíc hektarů a objem vody cca 2,3 mld. m³ (Havel et al. 2010). Vzhledem k plánovanému rekreačnímu a sportovnímu využití těchto jezer jsou kladeny velké nároky na kvalitu vody (Svoboda 2000), a je proto velmi důležité zajistit odpovídající zdroj vody, který nebude do nádrže přivádět nadbytečné množství živin, tedy způsobovat jejich eutrofizaci (Kryl et al. 2002). Nadbytek živin způsobuje velké zvýšení primární produkce, což vede k sekundárnímu znečištění vody organickými látkami. Toto znečištění negativně ovlivňuje organoleptické vlastnosti vody (zápach, barvu, průhlednost). Velký nárůst primárních producentů vede také k vyšším nárokům na kyslík a někdy i k produkci toxických látek (produkty sinicových vodních květů). Optimální kvalitu vody ovlivňuje i reliéf dna a tvar břehů jezera. Tyto vlastnosti by měly být v ideálním případě ovlivněny již v průběhu těžby. Tvar těžební jámy by měl být co nejvíce přizpůsobený budoucímu záměru revitalizace. V případě hydrické revitalizace by měla být těžební jáma hluboká s mělkými okrajovými částmi, doporučuje se členité dno i břehová linie. Sklon svahu břehu by měl být mírný. Důležité je také zajistit stabilitu těchto svahů, aby nedocházelo k erozi (Svoboda 2000). Z hlediska kvality vody mají pozitivní a negativní vliv také ryby, zpomalují nebo urychlují eutrofizaci (Hrbáček 1981). Včasný zásah do vývoje rybí obsádky, jdoucí nežádoucím směrem, může pozitivně ovlivnit kvalitu vody, přičemž snáze proveditelné a méně nákladné jsou biomanipulace v průběhu napouštění vodních děl (Lusk 1983).

Vznik důlních jezer musí projít schvalovacím procesem EIA, aby byl posouzen vliv záměru na životní prostředí. Poté se provádí sanace lokality (překrytí a utěsnění propustných vrstev, utěsnění dna) a jsou dotvarovány břehové čáry budoucího jezera. Teprve poté se přistupuje k samotnému napouštění jámy, to může trvat i několik let (Kašpar, Mešková 2003). Vzniklá jezera budou plnit funkci nejen estetického prvku v krajině, ale počítá se i s jejich hospodářským využitím (rybolov, rekreace, sport). Mohou být také využita jako strategické zásobárny pitné vody nebo k zemědělské závlaze (Svoboda 2000). V současné době (od roku 2008) se zatápí zbytkové jámy lomů Most-Ležáky a Medard-Libík. Zdrojem vody pro zatápění je v obou případech řeka Ohře. V roce 2010 bylo po deseti letech dokončeno napouštění zbytkové jámy lomu Chabařovice (Havel et al. 2010).

2.3. Důl Chabařovice – jezero Chabařovice

Důl Chabařovice se nacházel poblíž obce Chabařovice, západně od Ústí nad Labem. V oblasti dolu Milada byly před zahájením důlní činnosti obce Tuchomyšl, Vyklice, Zálužany a Otovice. V oblasti se nacházelo několik vodních ploch, například rybník v obci Tuchomyšl, zatopené propadliny u Trnic a obce Vyklice (Peterka et al. 2012). Za zmínku také stojí rozsáhlý mokřad v obci Otovice na Moldanském potoce. Od roku 1972 byla na celou oblast vydána stavební uzávěra a se začátkem těžby došlo k zániku obcí i vodních ploch. V současné době se mimo jezera Milada v oblasti nachází tři eutrofní nádrže: Modlanská, Kateřina a Zálužanská (Peterka et al. 2012)

Povrchová těžba byla v dole zahájena v roce 1977 a ukončena rozhodnutím vlády v roce 1991. Pro celou oblast Sokolovské a Mostecké pánve byla zvolena hydrická varianta revitalizace (Přikryl, Havel 2010). Jezero Chabařovice, které na místě dolu Chabařovice vzniklo, je jedno z osmi plánovaných důlních jezer v této lokalitě. Jezero má plochu 245,9 ha a objem vody 35,7 milionů m³ (Peterka et al. 2011a). Průměrná hloubka je 14,1 m a maximální 24,7 m a hladinu má v nadmořské výšce 145,7 m. n. m (Přikryl, Havel 2010). Jezero Chabařovice je první v České republice, kde byla hydrická revitalizace předem připravována a byl již od začátku monitorovaný postup zatápění a vývoj ekosystému. Je tedy cenným zdrojem informací o průběhu revitalizačních činností, které mohou být v budoucnu použity pro ostatní hydricky zatápěné důlní jámy. Po ukončení revitalizačních prací bude jezero předáno dobrovolnému svazku obcí Jezero Milada. Do té doby je jezero Chabařovice ve správě Palivového kombinátu, státní podnik a veřejnost k němu má jen omezený přístup (Přikryl, Havel 2010).

2.4. Průběh revitalizační činnosti

Rozhodnutí o hydrické revitalizaci dolu Chabařovice padlo již v polovině 90. let. V průběhu revitalizace bylo nutné utěsnit dno nádrže a zpevnit břehy proti vlnobití. V místech určených pro koupání (severní a západní část jezera) je břeh upraven tak, aby umožňoval snadný vstup do vody. Byla také změněna morfologie terénu v místech určených k budoucímu sportovnímu využití (Ťuk 2008). Dále byly upraveny svahy tak, aby nedocházelo k jejich sesuvům. K ochraně těchto svahů byla také použita kombinace geotextilie a hydroosevu. Břehy jsou nyní zpevňované vegetací vysázenou v průběhu napouštění (Ťuk 2008). Byla vybudována síť cest a potrubí k odvádění a přivádění vody a přeložka Modlanského potoka, která má zamezit nadměrnému průtoku jezerem (Přikryl, Havel 2010). Napouštění jezera bylo zahájeno 15. 6. 2001 bývalým požárním vodovodem z nádrže Kateřina. V dnešní době je jezero zásobeno vodou zrekonstruovaným Zálužanským potokem z nádrže Kateřina (Ťuk 2008). V průběhu napouštění došlo díky pomalému napouštění k výrazné oligotrofizaci jezera, přestože přitékající voda neměla optimální kvalitu. Tento stav by mohl být udržitelný i několik desítek let od napouštění. Ke snížení úživnosti také přispěl porost parožnatek a rdestu, který pokrýval zpočátku téměř celé dno (Přikryl, Havel 2010). Na konci napouštění, 8. 8. 2010, se koncentrace celkového fosforu pohybovala mezi 0,005 a 0,02 mg/l a průhlednost byla až 10 m. Přes nízké hladiny fosforu v roce 2010 je stále největším rizikem eutrofizace jezera (Přikryl, Havel 2010). Ve vodních tělesech na hranici mezotrofie a oligotrofie mají na kvalitu vody zásadní vliv ryby (Mehner et al. 2004).

2.5. Role ryb v ekosystému

Ryby mají v ekosystému nezastupitelnou roli. Jak už bylo popsáno výše, mají ryby velký vliv na kvalitu vody. Ryby mohou působit pozitivně a tedy zpomalit přirozený proces eutrofizace, nebo eutrofizaci naopak urychlit (Hrbáček 1981).

Ryby, které žerou zooplankton, mají negativní vliv na kvalitu vody. Svým predančním tlakem na zooplankton (zejména perloočky rodu *Daphnia*) snižují jeho početnost. Slabá populace poté nemůže efektivně kontrolovat populaci fytoplanktonu a dochází tedy k jeho

přemnožení (Hrbáček 1981). Toto přemnožení sinic a řas se projevuje snížením průhlednosti (řasy) a vegetačním zákalem na hladině (sinice).

Pozitivní efekt mají naopak ryby piscivorní (rybožravé), které kontrolují stavy planktonofágních ryb. Jejich vlivem klesá početnost ryb žeroucích zooplankton, tedy snižuje se i tlak na zooplankton. Populace fytoplanktonu nemá šanci se přemnožit. Nezhoršuje se tedy kvalita vody (Hrbáček 1981). Kvalita vody se tedy dá ovlivnit biomanipulací, a to podporou dravců, nebo biomeliorací, snížením stavu planktonofágních ryb (Mehner et al. 2004). Ryby mají v ekosystémech vodních nádrží a jezer velký vliv na kvalitu vody, proto je velmi důležité udržet složení a biomasu rybí obsádky tak, aby nedocházelo ke zhoršení kvality vody. Z těchto důvodů se na jezeře Chabařovice provádí komplexní monitoring rybí obsádky, aby se včas odhalil nežádoucí vývoj rybí obsádky, která by následně negativně ovlivňovala kvalitu vody (Peterka et al. 2012)

2.6. Monitorování jezera Chabařovice

V případě jezera Chabařovice byla rybí obsádka v prvních letech napouštění sledována pouze orientačně. Monitoring prováděli pracovníci Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka v Praze ve spolupráci s pracovníky Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a Ústavu biologie obratlovců AV ČR v Brně (Vlasák et al. 2002). Vzorkovalo se především v litorálu jezera a to plůdkovými zátahovými sítěmi a bentickými tenatními sítěmi. Vzorkování nebylo prováděno normovanou metodikou a způsob vzorkování se v průběhu let měnil. Pro interpretaci vývoje rybí obsádky proto nejsou tyto výsledky ideální (Peterka et al. 2012).

První komplexní průzkum rybí obsádky jezera Milada byl proveden v roce 2005 pracovníky Hydrobiologického ústavu Biologického centra Akademie věd ČR. Průzkum měl zmapovat stav rybí osádky a navrhnou případné zásahy pro udržení rybí osádky tak, aby byl zachován oligotrofní ráz jezera (Kubečka et al. 2007). Monitoring probíhal především koncem léta a začátkem podzimu (obvykle v září) ve všech habitatech mnohoočkovými tenatními sítěmi a vědeckými echoloty. Pro průzkum příbřežního a plůdkového společenstva byly použity plůdkové zátahové a vlečné sítě. V některých letech byly prováděny noční zátahy zátahovou sítí a lov elektrickým agregátem v období tření. Od roku 2006 bylo prováděno i přímé vizuální sledování potápěči a pracovníky Palivového kombinátu Ústí, státní podnik byly také instalovány a provozovány vězence, aby tak doplnily informace

o přežívání dravých ryb v jezeře. Průzkumy se prováděly podle schválené metodiky pro monitorování stojatých vod České republiky (Peterka et al. 2012).

2.7. Vývoj rybí obsádky

Jezero Milada je s maximální hloubkou do 25 m relativně mělké a předpokládá se, že bude spíše oligotrofní. Typologicky nejvíce odpovídá typu jezera s výskytem štiky obecné (*Esox lucius*) a okouna říčního (*Perca fluviatilis*) (Peterka et al. 2012).

Rybí společenstvo jezera Milada se v průběhu zatápění zformovalo do rybího společenstva s dominantními pěti druhy ryb – okounem říčním (*Perca fluviatilis*), štikou obecnou (*Esox lucius*), sumcem velkým (*Silurus glanis*), perlínem ostrobřichým (*Scardinius erythrophthalmus*) a ploticí obecnou (*Rutilus rutilus*), a dalšími pěti druhy a jednoho křížence. Prudký nástup kaprovitých ryb zjištěný v roce 2005 se podařilo zabrzdit odstraňováním nežádoucích druhů (biomeliorací) a vysazováním žádoucích druhů (biomanipulací). Po celou dobu vývoje rybí obsádky se právě díky těmto manipulativním zásahům podařilo udržet jezero v tzv. okounové fázi vývoje. Okouni predací plůdku planktonofágních ryb omezují jejich stav, čímž brání jejich rozvoji, a tak snižují nežádoucí žrací tlak na společenstvo zooplanktonu (Peterka et al. 2012).

Již v roce 2005 bylo zřejmé, že v blízkých letech hrozí kolaps okounové fáze, proto byly v letech 2005-2007 posíleny populace dravých druhů ryb (štiky obecné, sumce velkého a candáta obecného), které kontrolují predací stavy nežádoucích kategorií ryb a celkovou biomasu ryb v jezeře. Dravci se v jezeře začali úspěšně rozmnožovat a od roku 2008 už je nebylo nutné dále nasazovat (Peterka et al. 2011a).

Po vymření starých ročníků populací okouna, plotice a perlína mezi lety 2007-2008, nastoupily ročníky nové. Okoun obecný jevil na rozdíl od populací plotice a perlína velmi pomalý nástup nových ročníků a malou mírou přežívání plůdku do staršího věku. Z tohoto důvodu okoun postupně ztratil dřívější dominantní zastoupení v dnových habitatech a nastolení fáze s dominancí okouna se doposud zcela nezdařilo.

Relativně nízké biomasy (cca 10 kg/ha) s dominantní obsádkou rybožravých ryb (především štika, okoun, sumec a candát) bylo dosaženo manipulací v letech 2005 až 2007 (Peterka et al. 2011b). Procento dravých druhů ryb bylo v roce 2010 odhadnuto na 38 % z celkové biomasy. Složení rybí populace tak odpovídalo typologickému zařazení – štíčí jezero (Peterka et al. 2011a).

Oligotrofní jezera, mezi která jezero Chabařovice patří, jsou kvůli eutrofizaci jedněmi z nejohroženějších biotopů v Evropě. V České republice pak oligotrofní jezero s vyvinutou, typologicky korektní obsádkou chybí úplně. Z tohoto důvodu představují důlní jezera ve střední Evropě velmi důležité lokality pro vzácné rybí obsádky. Vzhledem k tomu, že se počítá převážně s rekreačním využitím těchto jezer, měla by se zvýšená pozornost věnovat organoleptickým vlastnostem vody. Důležitá je proto podpora populací dravců (štikookounové, nebo pstruhové), které budou kontrolovat stavy kaprovitých ryb tak, aby nedošlo ke zvratu ve vývoji, a tedy i zhoršení kvality vody. Dravé ryby mohou být také velmi žádaným úlovkem sportovních rybářů, a proto mají dravci obecně velký socio-ekonomický potenciál pro tuto oblast (Peterka et al. 2012). Jezero se také stane vzorovou referenční lokalitou pro další hydriky revitalizovaná jezera a další uměle vytvořená vodní díla (Hejzlar 2006).

2.8. Abnormality

V průběhu napouštění, především v letech 2005 až 2007 byl na jezeře Chabařovice zjištěn poměrně častý (až 11,5 %) výskyt mnohošupinatých forem plotic a perlínů, tj. jedinců se zmnoženým šupinným pokryvem těla (Obr. 1.) (Kubečka et al. 2007) a zkřivenou páteří u nemnohošupinatých juvenilních perlínů (Peterka et al. 2010). Prvotní podezření, že mnohošupinaté formy jsou důsledkem mezidruhového křížení, provedená molekulárně-genetická analýza neprokázala (Piálek, Říčan 2009). Jedná se tedy s největší pravděpodobností o abnormality způsobené vlivem prostředí, pravděpodobně cizorodými toxickými látkami (Kubečka et al. 2007). Abnormality v šupinném pokryvu byly pozorovány pouze u nejstarších jedinců. U mladších jedinců je jejich výskyt velice pravděpodobný, ale jejich projevy nejsou tak nápadné. V letech 2007 a 2008 došlo k téměř úplnému vymizení mnohošupinatých forem, protože v těchto letech došlo ke kolapsu přestárých jedinců všech tří nejpočetnějších druhů. Patrně tento fenomén nevymizel úplně, jen při nástupu mladých generací nebyla mnohošupinatost pozorována, protože u mladších jedinců nejsou při relativně malé velikosti šupin tyto abnormality tolik patrné. Ve větší míře se proto začaly objevovat jedinci se zmnoženým šupinným tělním pokryvem, až když tato generace zestárla (Peterka et al. 2012).



Obr. 1.: Perlín se zmnoženým (vlevo) a normálním (vpravo) šupinným pokryvem těla.

Kromě abnormalit šupinného pokryvu se na jezeře Chabařovice objevily i barevné abnormality. Tento jev byl zaznamenán u štik obecných, které prokazovaly nápadně modré zbarvení, tzv. cyanózní (Obr. 2). Modrá barva se nápadně podobá zelenomodré barvě geotextilie (Obr. 3), která byla použita ke zpevnění dna a ochraně břehů před erozí. Nabízí se dvě vysvětlení, buď se štika přizpůsobila barevnému tónu dna (modrozelené díky geotextilii), jedná se tedy o efekt mimiker, nebo v průběhu napouštění došlo k vylouhování látek z této geotextilie.



Obr. 2.: Štika obecná s nápadně modrým tzv. cyanickým zbarvením, nahoře z roku 2007 (Foto archiv FishEcU), dole z roku 2012.



Obr. 3.: Geotextilie použitá ke zpevnění dna a břehu jezera Chabařovice (Foto archiv FishEcU).

Jako další možná příčina abnormalit se vzhledem k důlní minulosti lokality nabízí zvýšený výskyt toxických cizorodých látek ve vodě. V roce 2006 byl vzorek ryb (perlín, okoun, štika, bolen) podroben analýze na stanovení cizorodých látek ve svalovině. Analýza neprokázala překročení přípustného množství těchto látek podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví. Výsledky tedy neprokázaly, že by se v jezeře v průběhu napouštění nacházelo větší množství těžkých kovů (Uhlířová 2009 a 2010).

Abnormality tedy mohou mít různé chemické, fyzikální a biologické příčiny. Některé chemikálie jsou známy tím, že způsobují kosterní deformace. Jsou to například právě těžké kovy, především olovo (Bengtsson, Larsson 1986), organofosfátové pesticidy (McCann, Jasper 1972), 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin, polyaromatické uhlovodíky (PAHs), polychlorované bifenyly (PCBs) a kadmium (Henry et al. 1997). Další možné příčiny mohou být například nízké pH, nízká hladina kyslíku nebo nedostatek živin.

U hlaváčů černých (*Gobius niger*), kteří byli odloveni v ústí řeky Sado v Portugalsku byly pozorovány kosterní abnormality, například abnormality čelistí a páteře. Látka, která kosterní mutace způsobovala, nebyla odhalena. Pravděpodobně se jednalo o látky, které byly v ústí řeky přítomny (těžké kovy, organochlorované pesticidy) (Costa, Peneda 1989). Deformace byly častěji pozorovány v okolí břehů, kde se soustředil průmysl. V těchto lokalitách, se objevovaly mutace mnohem závažnější, než mutace v místech bez průmyslu. Toto zjištění dokazuje přímou souvislost znečištění s výskytem mutací (Antunes, Cunha 2002). Tato studie také dokazuje, že ryby mohou být důležitým bioindikátorem znečištění prostředí. Ryby jsou vhodným bioindikátorem také proto, že není příliš obtížné je chytit, jsou citlivé na vlivy prostředí a případné mutace jsou snadno pozorovatelné bez toho, aby byla ryba usmrcena (Slooff 1982).

Podobné kosterní deformace se objevují také na Taiwanu. Řeky jižního Taiwanu jsou postiženy mnoha polutanty – odpadní vodou z domácností a ze zemědělství, zemědělskými pesticidy, dioxiny, polychlorovanými bifenyly a těžkými kovy (Lin Sun et al. 2009).

Znečištěné prostředí také může rybám způsobit rozklady ploutví (Sindermann 1979), deformace lebky a čelistí (Lindesjoo, Thulin 1992), postižení páteře jako lordózu, kyfózu, skoliózu (Pohl 1990), deformace žaber a šupin (Almeida et al. 2008).

Imbreeding je další příčina, která může vést ke kosterním deformacím jako lordóza a skolióza. Kosterní deformace mohou také být způsobeny viry, bakteriemi nebo parazity (Villeneuve et al. 2004).

3. Návrh projektu

3.1. Cíle projektu

- Popis a zjištění příčin výskytu morfologicko-anatomických abnormalit u ryb v jezerech vzniklých hydrickou revitalizací hnědouhelných důlních jam.
- Vytipování rybiho druhu s největším bioindikačním potenciálem (největším výskytem abnormalit).
- Navržení metodiky sledování výskytu abnormalit (nejvhodnější způsob odlovu ryb, potřebné množství vyšetřených jedinců, specifikace abnormalit).

3.2. Hypotézy

- Abnormality nesouvisí s ekologickou zátěží, ale mají jiné příčiny (mezidruhový hybridismus, imbreeding).
- Výskyt abnormalit není závislý na druhové příslušnosti, ontogenetickém stádiu, potravních zvyklostech ani habitatových preferencích ryb.

3.3. Návrh experimentu

3.3.1. Studované lokality

Projekt bude realizován převážně na jezeře Chabařovice, kde předběžné šetření odhalilo výskyt několika typů abnormalit. Jezero vzniklo zatopením povrchového hnědouhelného lomu Chabařovice ležícího v blízkosti města Chabařovice (5 km od Ústí nad Labem). Zatápění důlní jámy začalo v roce 2001 a bylo ukočeno v roce 2010. Jedná se o první řízenou a biologicky monitorovanou hydrickou revitalizaci na našem území a byla zde ve velké míře použita geotextilie k ochraně břehů. Projekt bude paralelně realizován i na jezeře Most-Ležáky v blízkosti města Most, kde nebyly abnormality zatím pozorovány. Důlní jáma povrchového dolu Most-Ležáky je zatím stále v procesu zatápění, zatápění nebylo předem připravováno jako u jezera Chabařovice, a geotextilie byla použita jen lokálně. Do dosažení konečné výšky hladiny zbývá přibližně 1 m.

3.3.2. Studované skupiny

Výskyt abnormalit bude sledován u všech druhů ryb vyskytujících se v jezeře. Zvláštní zřetel bude ale brán na nejpočetnější druhy, jimiž v podmínkách důlních jezer tradičně bývají plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*) a okoun říční (*Perca fluviatilis*).

3.3.3. Odběr vzorků

K odlovům vzorků ryb budou na obou jezerech použity primárně tenatní sítě, instalované do bentických i pelagických habitatů. Oba typy habitatů budou vzorkovány v třímetrových vrstvách. Vzhledem ke skutečnosti, že ve stratifikovaných vodních tělesech se výskyt ryb omezuje víceméně pouze na oblast nad termo- a oxyklinou, která se v letním období většinou nachází v hloubce mezi 5-10 m, jedná se konkrétně o hloubkové vrstvy 0-3, 3-6, 6-9 a 9-12 m. Odlovy budou probíhat standardně v září, aby byl podchycen i nastupující ročník ryb. Vedle zářijových odlovů tenatními sítěmi, proběhne na jezeře Milada ještě regulační odlov ryb hlubinným elektrickým agregátem s cílem potlačení biomasy nežádoucích kaprovitých ryb. Tento odlov proběhne v květnu během tření a bude jej využito k získání dostatečného množství ryb pro genetické analýzy. Zářijové odlovy budou uskutečněny na třech lokalitách v severní, jižní a západní části jezera. Květnový odlov bude realizován na celé pobřežní čáře jezera v rovnoměrných úsecích délky cca 500 m.

Všechny ulovené ryby se na místě změří a zváží a u reprezentativního vzorku od každého druhu a velikostní kategorie se odebere vzorek šupin na určení věku. Ryby u kterých bude zjištěn výskyt abnormalit, se zamrazí pro pozdější detailnější zpracování.

Z nejhojnějších druhů ryb, předpokládá se, že to bude zejména perlín, plotice a okoun, se navíc zamrazí po 100 náhodně vybraných jedincích velikostní kategorie do 100 mm celkové délky, a 30 jedincích kategorie 100-200 mm a nad 200 mm celkové délky, pro podrobnější laboratorní vyšetření výskytu abnormalit.

3.3.4. Zpracování vzorků

V laboratoři budou vzorky ryb rozmrazeny a bude proveden popis šupinného pokryvu těla počtem a velikostí šupin nad, pod a v postranní čáře. U všech jedinců s výskytem abnormalit bude dále zkoumán výskyt abnormalit na kostře (RTG). U jedinců,

u kterých nebude zjištěn výskyt abnormalit, bude shodně (RTG) vyšetřeno vždy 10 jedinců z každé velikostní kategorie.

U těchto ryb (10 jedinců z každé velikostní kategorie a jedinci s výskytem abnormalit) se provede pitva pro zjištění složení potravy, aby se určila případná souvislost mezi složením potravy a výskytem abnormalit.

Vzhledem k tomu, že imbreeding a hybridismus je jedna z možných příčin těchto abnormalit, bude opětovně provedena genetická analýza s větším počtem jedinců, aby tak byly vyloučeny biologické příčiny abnormalit.

Pokud by došlo ke zjištění zvýšeného výskytu abnormalit v určitém habitatu jezera, byly by navrženy další postupy, jak zjistit příčinu těchto abnormalit (laboratorní rozborů vody a sedimentů v místě zvýšeného výskytu). V případě odhalení příčiny abnormalit budou navrženy možnosti nápravy vzniklé situace a také navrženy postupy, jak tomuto znečištění předcházet v budoucnu. Vzhledem k tomu, že abnormality u ryb pravděpodobně poukazují na znečištěné prostředí, bude navržena metodika (specifikace odlovné metody, množství vyšetřených jedinců, sledovaných druhů a znaků) odhalování znečištění prostředí s použitím ryb jako bioindikátorů.

3.3.5 Řešitelé projektu

Hlavní řešitelé:

Eliška Kalčíková

RNDr. Jiří Peterka, Ph. D.

Spolupracující subjekty:

Palivový kombinát Ústí, státní podnik – správce jezer

Hydrobiologický ústav, Biologické centrum AV ČR, v.v.i. – odlovy ryb

Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích – genetické analýzy

3.3.6. Harmonogram

Tab. I: Harmonogram prací v rámci projektu.

	březen 2013	duben 2013	květen 2013	červen 2013	červenec 2013	srpen 2013	září 2013	říjen 2013	listopad 2013	prosinec 2013
Příprava a koordinace odlovů										
Odlovy										
Zpracování vzorků										
Zpracování výsledků										

3.3.7. Rozpočet

Provozní náklady

Doprava	30 000
Ubytování (10 pracovníků 10 nocí)	45 000
Amortizace odlovných prostředků	60 000
Další drobný materiál	5 000
Provozní náklady celkem	140 000 Kč

Mzdové náklady

Odlovy a zpracování úlovku (1 250 hodin)	312 500
Zpracování vzorků (300 hodin)	75 000
Cestovné a stravné	30 000
Mzdové náklady celkem	417 500 Kč

Služby

Rentgen (100 snímků á 400 Kč /snímek)	40 000
Analýza hybridismu a imbrední zátěže	80 000
Služby celkem.....	120 000 Kč

Rozpočet celkem **677 500 Kč**

4. Závěr

Tento projekt se zabývá odhalením příčin výskytu morfologicko-anatomických abnormalit u ryb žijících v hydricky revitalizovaných důlních jamách. Vzhledem k tomu, že hydricky revitalizované povrchové doly mají potenciál velmi cenných lokalit, ať už z ekologického, tak i sociálně ekonomického hlediska, měla by být výskytu cizorodých látek a jejich vlivu na zdraví věnovaná velká pozornost.

V rámci projektu se pokusím odhalit příčiny těchto abnormalit a navrhnout metodiku monitoringu s využitím ryb jako bioindikátorů.

5. Literatura

- Almeida D., Almodóvar A., Nicol G. G., Elvira B. (2008) Fluctuating asymmetry, abnormalities and parasitism as indicators of environmental stress in cultured stocks of goldfish and carp, *Aquaculture* 2008, Vol 279, Pgs 120-125
- Antunes M, Cunha L. (2002): Skeletal anomalies in *Gobius niger* (Gobiidae) from Sado estuary, Portugal, *Cybio*, 2002, Vol 26(3), Pgs 179-184
- Bažant V. (2010): Růstové vlastnosti dřevin na výsypkových stanovištích Mostecké pánve (Severočeské hnědouhelné pánve), *Disertační práce*, FLD ČZU, Praha, 118 s.
- Bengtsson B. E., Larsson A. (1986): Vertebral deformities and physiological effects in fourhorn sculpin (*Myoxocephalus quadricornis*) after long-term exposure to a simulated heavy metal-containing effluent, *Aquatic Toxicology* Vol 9 Iss 4-5 Pgs 215-229.
- Cibulka, J. (2001): Návrh přístupů k řešení projektu „obnova funkce krajiny narušené povrchovou těžbou“ v dílčí centrální mostecké oblasti (vstupní varianta). *Diskusní podklad MŽP ČR*
- Costa M. B., Peneda M. C. (1989): Heavy metal detection in the sediment-water components of Sado estuary by multielemental analysis. *Environmental Technology Letter*, Vol 10, Pgs 697-705
- Havel L. Přikryl I., Vlasák P., Kohušová K. (2010): Hydrická rekultivace zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí I., *Limnologické noviny*, roč. 2010, č. 3, s. 1-4
- Hejzlar J. (2006): Rámcová směrnice vodní politiky EU a kvalita vody v nádržích, *Vodní hospodářství*, roč. 2006, s. 190-193.
- Henry T. R., Spitsbergen J. M., Hornung M. W., Abnet C. C., Peterson R. E. (1997): Early life stage toxicity of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in zebrafish (*Danio rerio*), *Toxicology and applied pharmacology* Vol 142, Iss 1, Pgs 56-68
- Hrbáček J. (1981): Produkční vztahy, výchozí struktura pro posuzování faktorů eutrofizace údolních nádrží, *Studie ČSAV*, Academia Praha, 54 s.
- Kryl V., Fröhlich E., Sixta J. (2002): *Zaházení hornické činnosti a rekultivace*, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 80 s.
- Kubečka, J., Peterka, J., Draštík, V., Jůza, T., Prchalová, M., Říha, M. (2007): *Komplexní průzkum rybí obsádky nádrže Chabařovice v roce 2006. Zpráva HbÚ pro Palivový kombinát Ústí*, Akademie věd ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice, 19 s.

- Lindesjoo E., Thulin, J. (1992): A skeletal deformity of northern pike (*Esox lucius*) related to pulp mill effluents. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 1992, Vol 49, Pgs 166-172
- Lin Sun P., Hawkin W. E., Overstreet M. R., Brown-Peterson N. J. (2009): Morphological Deformities as Biomarkers in Fish from Contaminated Rivers in Taiwan, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2009, Vol 6(8), Pgs 2307-2331
- Lusk, S. (1983): Účelové rybí obsádky v údolních nádržích, Hydroprojekt Brno, Brno, 109 s.
- McCann J. A., Jasper R. L. (1972): Vertebral damage to bluegills exposed to acutely toxic levels of pesticides. *Transactions of the American Fisheries Society* 1972, Vol 101, Pgs 317-322
- Mehner, T., Arlinghaus, R., Dörner, H., Jacobsen, L., Kasprzak, P., Koschel, R., Schultze, T., Skov, C., Wolter, C., Wysujack, K. (2004): How to link biomanipulation and sustainable fisheries management: a step by step guideline for lakes of the European temperate zone. *Fisheries Management and Ecology* 2004, Vol 11, Iss 3-4, Pgs 261–275
- Pecharová E., Pechar L., Broumová H., Wotavová K., Hais M., Šmahel L., Procházka J., Sýkorová Z., Vácha A., Havelka L., Sklenička P., Pixová K., Svoboda I., Trpák P., Trpáková I., Příkryl I., Drábek K. (2004): Aspekty dlouhodobé udržitelnosti při obnově podkrušnohorské krajiny, MŽP ČR, Praha, 130 s.
- Pecharová E. (2009): Rekultivace jako nástroj obnovy funkce vodního režimu krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí, Návaznost na výzkumné projekty a Obecná charakteristika zájmových území, MZE, České Budějovice, 36 s.
- Pecharová, E., Hejný, S. (1998): Zhodnocení vybraných partií Velké podkrušnohorské výsypky z hlediska přirozených výskytů bylinných společenstev, Průběžná zpráva, ENVI o.p.s. Třeboň, Třeboň
- Peterka J., Kubečka J., Draštík V., Čech M., Jůza T., Frouzová J., Prchalová M. (2010): Komplexní průzkum rybí obsádky jezera Chabařovice v roce 2009, Akademie věd ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice, 20 s.
- Peterka J., Kubečka J., Draštík V., Čech M., Blabolil P., Frouzová J., Jůza T. (2011a): Komplexní průzkum rybí obsádky jezera Chabařovice v roce 2010, Akademie věd ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice, 19 s.

- Peterka J., Čech M., Draščík V., Jůza T., Frouzová J., Prchalová M., Kubečka J. (2011b): Ten years of fish community succession in post-mining lake Milada-Chabařovice In: 11th International Mine Water Association Congress – Mine Water – Managing the Challenges, IMWWA [online], Aachen, Germany 2011 [cit 6.11.2012], Dostupné z WWW <<http://www.imwa.info/imwa-meetings/imwa-congresses/176-proceedings-2011.html>>
- Peterka J., Kubečka J., Draščík V., Čech M., Jůza T., Frouzová J., Prchalová M., Říha M., Blabolil P., Bouše E., Hohausová E., Jankovský M., Jarolím O., Kočvara L., Kratochvíl M., Muška M., Richta J., Sajdlová Z., Soukalová K., Tušer M., Vašek M., Vejřík L., Veselý L., Uhlířová A., Uhlíř F., Adámek Z., Jurajda P., Havel L., Vlasák P. (2012): Ryby nádrže Milada In Šutera a kol (eds.): Příroda nádrže Milada – území po zatopení dolu Chabařovice, Lesnická práce s.r.p, 2012, 92 – 111, 208 s.
- Piálek, L., Říčan O. (2009): Analýza hybridismu tzv. mnohošupinaté formy perlína ostrobřichého (*Scardinius erythrophthalmus*) a plotice obecné (*Rutilus rutilus*) z jezera Chabařovice. Zpráva PřF JU pro Palivový kombinát Ústí n. L., České Budějovice, 4 s.
- Pohl, C. (1990): Skeletal deformities and trace metal contents of European smelt, *Osmerus eperlanus*, in the Elbe Estuary, *Meeresforschung MEERD*, Vol. 33, Pgs 76-8
- Prach et al. (2010): Výsypky In: Řehounek J., Řehouňková K., Prach K.: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi, Calla, České Budějovice, 178 s.
- Příkryl I., Havel L. (2010): Hydrická rekultivace zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí II - Barbora a Chabařovice, *Limnologické noviny*, roč. 2010 č. 4., Česká limnologická společnost, Praha s. 1-6
- Sindermann, C. J. (1978): Pollution-associated diseases and abnormalities of fish and shellfish: a review, *Fishery Bulletin*, Vol 76, No 4, Pgs 717-749
- Slooff W. (1982): Skeletal anomalies in fish from polluted surface waters, *Aquatic Toxicology* Vol 2, Iss 3, Pgs 157-173
- Svoboda I. (2000): Rekultivace území po těžbě uhlí povrchovým způsobem In: IUAPPA [online], Praha 2000 [cit 6.11.2012], Dostupné z WWW <http://www.umad.de/infos/iuappa/pdf/A_10.pdf>
- Šípek V. (2006): Rekultivace, tečka za těžbou uhlí. *Vesmír* 85 č. 5, s. 304-305
- Štýs S. (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostů, VŠ báňská Technická univerzita, Ostrava, 83 s.
- Ťuk J. (2008): Vývoj ichtyofauny nově napouštěné nádrže Chabařovice, Diplomová práce, ZF JU, České Budějovice, 48 s.
- Uhlířová, A. (2009): Vyhodnocení analýz rybí tkáň. Palivový kombinát Ústí, Ústí n. L., 5 s.

- Uhlířová, A. (2010): Vyhodnocení analýz rybí tkáně. Palivový kombinát Ústí, Ústí n. L., 3 s.
- Villeneuve, D. L., L. R. Curtis, J. J. Jenkins, K. E. Warner, F. A. Tilton, M. L. Kent, V. G. Watral, M. E. Cunningham, D. F. Markle, D. Sethajintanin, O. Krissanakriangkrai, E. R. Johnson, R. A. Grove, and K. A. Anderson (2004): Environmental Stresses and Skeletal Deformities in Fish from the Willamette River, Oregon, *Environmental Science Technology*, 2005, Vol 39, Iss 10, Pgs 3495–3506
- Vlasák, P., Adámek, Z., Havel, L., Jurajda, P. (2002): Zatápění zbytkové jámy Chabařovice. *Zpráva VÚV TGM pro MŽP ČR*, 40 s.
- Volný, S. (1985): Deteriorizace a rekultivace krajiny, VŠZ v Brně, Brno, 187 s,
- Vráblíková J., Farský M., Zahálka J., Jeřábek M., Jirásek P., Blažková M., Šoch M., Neruda M., Seják J., Dejmal I. (2008a): Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří, I. část Přírodní a sociálně ekonomické charakteristiky disparit průmyslové krajiny v Podkrušnohoří, FŽP UJEP Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, 182 s.
- Vráblíková J., Farský M., Zahálka J., Jeřábek M., Jirásek P., Blažková M., Šoch M., Neruda M., Seják J., Beránek K., Vráblík P. (2008b): Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří, II.část, Teoretická východiska pro možnost revitalizace území modelové oblasti, FŽP UJEP Ústí nad Labem, Ústí n. Labem, 153 s.
- Vráblíková J., Vráblík P., Seják J. (2009): Metodika revitalizace krajiny v postižených regionech Podkrušnohoří, FŽP UJEP, Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, 77 s.

Elektronické zdroje:

- ČHMÚ (2012): Historická data - meteorologie a klimatologie [online]. [cit. 28. 10. 2012]. Dostupné z WWW: <http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data&last=false>
- Czech coal group (2012): Produkce hnědého uhlí [online]. [cit. 28. 10. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://www.czechcoal.cz/cs/produkty/uhli/produkce/index.html>>
- Kašpar J., Mešková L. (2003): Rekultivace a voda, Hornická Příbram ve vědě a technice, Příbram [online] [cit. 15. 10. 2012]. Dostupné z WWW <http://slon.diamo.cz/hpvt/2003/sekce_z/PZ11%20P.htm>
- MUS a.s. (2001): Mostecko - minulost a současnost, MUS a.s. Most [online]. [cit. 15. 10. 2012]Dostupné z WWW <http://www.ecmost.cz/rekultivace.php?page=uhli_pocatky>