

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Krmiva v rybářském sektoru jako zdroj eutrofizace povrchových vod**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Zdeněk Halama**

**Vedoucí práce: Ing. Miloslav Petrtýl PhD.**

© 2014 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Krmiva v rybářském sektoru jako zdroj eutrofizace povrchových vod" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2014

---

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval všem, kteří mně podporovali při tvorbě diplomové práce, především rodině a Ing. Miloslavu Petrtýlovi, PhD. za pomoc a vedení při psaní práce. Dále pak Bc. Josefu Djakovovi, Zdeňku Štulerovi a Bc. Tomáši Hamsovi z MO ČRS Teplice za poskytnutá data a Ing. Štěpánu Romočuskému za konzultace.

## Souhrn

Práce byla zaměřena na zhodnocení množství dodávaných biogenních prvků do vodního ekosystému sportovními rybáři i chovem a produkcí kapra obecného *Cyprinus carpio*. Práce se zaměřuje na představení základních živin, jejich koloběh a vlastní proces eutrofizace s přehledem biogenních prvků, na které byla práce zaměřena, vlivy sportovního a chovného rybářství na kvalitu vody spolu se základní anatomií ryby a přehledy nejpoužívanějších krmiv a vnaidel v rybářském sektoru.

Druhá polovina práce je směřována k praktickému shánění materiálů, dat a jejich analyzování. Obcházení lokality a zkoumání množství a druhů používaných vnaidel a směsí, dále návštěvy prodejen rybářských potřeb v okrese a sběr dat z nejprodávanějších vnaidících směsí. Vyhledání a konzultace dat o docházkách, zarybnění a chovu ryb na nádrži Modlany a Malá Barbora.

Vyhodnocení dat spočívalo v seskupení vnaidel a krmiv, součtu jejich obsahů dusíku a fosforu a porovnání s obsahy těchto prvků ve vylovených rybách. Tyto výsledky se projeví jako nerovné a potvrdila se hypotéza, že sportovním a chovným rybolovem je do povrchových vod dodáno více organických látek, než je odebráno v podobě odlovených ryb.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** eutrofizace, dusík, fosfor, návnada, sportovní rybolov, chovné rybářství

## Summary

The work was designed to evaluate the quantity supplied of biogenic elements to the aquatic ecosystem by sports fishermen and the breeding and production of common carp *Cyprinus carpio*. The work focuses on the performance of essential nutrients, their cycle and the actual process of eutrophication with an overview of biogenic elements on which the work was focused, the effects of sport and breeding fish on water quality along with basic anatomy and overviews of the most common fish feed and bait in the fishing sector.

The second half is directed to practical hunting materials, data and analysis. Circumvention sites and examining the amount and types of bait used and mixtures, as well as visits fishing tackle shops in the district and data collection of the best selling temptatly mixtures. Finding a consultation on data about attendance, stocking and fish in the pond Modlany a Malá Barbora .

Data evaluation consisted of clusters of bait and feed , the sum of the nitrogen and phosphorus content and compared with the contents of these elements in harvested fish. These results proved unequal and confirmed the hypothesis that sport fishing and breeding them into surface water delivered more organic matter than is taken in the form of caught fish.

KEY WORDS: eutrophication, nitrogen, phosphorus, bait, sport fishing, breeding fish

## Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Cíl .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Literární přehled.....</b>	<b>8</b>
3.1 Základní živiny .....	8
3.2 Koloběh živin v povrchových vodách .....	9
3.3 Proces eutrofizace vod.....	10
3.3.1 Fosfor.....	13
3.3.2 Dusík.....	15
3.4 Vliv rekreačního rybolovu a chovného rybářství a na kvalitu vody .....	18
3.4.1 Příjem potravy rybami .....	19
3.4.2 Přehled vnaidel a nástrah v rekreačním rybářství.....	20
3.4.3 Přehled krmiv v chovném rybářství .....	22
<b>4 Metodika .....</b>	<b>23</b>
4.1 Terénní sběr dat .....	23
4.2 Popis lokalit .....	24
4.2.1 Malá Barbora .....	24
4.2.2 Nádrž Modlany .....	25
4.3 Vlastní chemické analýzy získaných vzorků.....	25
4.3.1 Vyhodnocení dat, statistika .....	26
<b>5 Výsledky.....</b>	<b>29</b>
<b>6 Diskuse .....</b>	<b>31</b>
<b>7 Závěr .....</b>	<b>32</b>
<b>8 Literární přehled.....</b>	<b>33</b>
<b>Přílohy: .....</b>	<b>37</b>

# 1 Úvod

V dnešní době je velice aktuální změna životního prostředí v důsledku zásahu člověka ať už přímo nebo nepřímo. A tak sledování tohoto vlivu je důležité pro zmírnění následků, které mohou nastat. O to více ve vodním prostředí, ve kterém změny nejsou vidět tak rychle a nepříznivý dopad člověka není odhalen včas. Jedním z problémů u sladkovodního ekosystému je nadměrný přísun fosforu odpadními vodami, intenzifikace zemědělství a v neposlední řadě i rybářství.

Je důležité snažit se zmírňovat tyto negativní faktory a pokusit se nastolit rovnováhu mezi člověkem a jeho činností a přírodou ze které člověk čerpá. V době zvyšujícího se počtu lidí zhoršující se kvalit vody a stále více využívání ryb jako zdroje potravy je vliv jak sportovního tak produkčního rybářství stále více aktuální.

## 2 Cíl

Analýza složení základních krmiv a vnaidel v sektoru sportovního rybolovu, chovného rybářství a identifikace složek, které největší měrou způsobují eutrofizaci povrchových vod.

## 3 Literární přehled

### 3.1 Základní živiny

Existuje několik hledisek pro rozdělení živin do skupin, například z chemického hlediska je dělíme na N-látky, lipidy a sacharidy.

Sacharidy se dále dělí na vlákninu a bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), přičemž do tohoto pojmu zahrnujeme především sacharidy a ty se dále dělí na monosacharidy (pentózy a hexózy), disacharidy (redukující a neredukující), trisacharidy a polysacharidy (pentozy, hexózy a jiné). Sumu cukru, škrobu a organických kyselin v krmivu označujeme jako BNLV.

Další energetickou živinou jsou lipidy, z nich nejvýznamnější složkou jsou tuky. Lipidy a lipoproteiny jsou heterogenní skupinou látek. Jsou strukturálně odlišné, ale jsou si blízké svými fyzikálními vlastnostmi. Lipidy se skládají především z mastných kyselin a ty rozdělujeme na nasycené mastné kyseliny – neobsahují žádnou dvojnou vazbu ve svém řetězci, mohou být syntetizovány v organismu a patří tedy mezi neesenciální mastné kyseliny  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$ . Nenasycené mastné kyseliny – obsahují ve svém řetězci jednu nebo více dvojných vazeb, většinou v cis-konfiguraci

$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$ .

Dusíkaté látky patří svým charakterem do stavebních živin, ale část z nich může být využita v organismu jako energetický zdroj. Vyjadřují obsah dusíku v krmivu jako prvku násobeného zpravidla koeficientem 6.25 (resp. Podobným koeficientem). Bílkoviny obsahují 16% N. Z výživářského hlediska dnes rozlišujeme dusíkaté látky na bílkoviny (složené z aminokyselin), které se dělí na proteiny a proteidy. Nebílkovinné dusíkaté sloučeniny, které se dělí na aminokyseliny volné, amidy, alkaloidy, peptidy, nukleové kyseliny, glykosidy obsahující dusík, purinové a pyrimidinové zásady, amonné soli, amoniak, močovinu, dusičnany aj (Zeman et al., 2006).

Potravní řetězce nejsou od sebe izolovány. Vytvářejí vzájemným propojením potravní



sít' či trofickou strukturu společenstva. Ta zajišťuje v ekosystému koloběh látek a tok energie.

### **3.2 Koloběh živin v povrchových vodách**

Koloběh živin je jedním ze základních znaků ekosystému, je to neustálá přeměna látek, která probíhá ve více méně uzavřených kruzích. Za normálních podmínek je vnímán jako integrovaný systém, ve kterém existují interakce mezi různými prvky (Díaz-Mendez et al., 2013). Jde především o koloběh biogenních prvků, které jsou z anorganických sloučenin zabudovány do organických sloučenin a stávají se součástí protoplazmy. Z ní jsou dekompozičním procesem opět uvolňovány do minerální podoby. Anorganické látky vstupují do koloběhu činností producentů, to jsou především zelené rostliny a v menší části také autotrofní bakterie. Vyprodukovaná rostlinná hmota se pak dostává z části do pastevně-kořistnického řetězce, z části do dekompozičního řetězce. Ve vodních ekosystémech jsou planktonní a nárostové řasy z podstatné části bezprostředně konzumovány živočichy. Část vyprodukovaných organických látek řasy uvolňují do vody, kde se stávají potravou bakterií, bezbarvých bičíkovců a mistrovních řas. Biomasa vyprodukovaná makrovegetací se naopak z největší části rozkládá až po ukončení růstu a stává se potravou mikroorganismů, které pak konzumují živočichové. V konečné fázi veškerá vytvořená organická hmota všech trofických úrovní končí v dekompozičním procesu (Hartman a kol., 1988).

Vedle autochtonní organické hmoty vyprodukované přímo v ekosystému jsou mnohé vodní ekosystémy zčásti nebo zcela závislé na přísunu allochtonní organické hmoty z okolí. Jsou to například tekoucí vody (napadané listí, organická hmota z výše položených úseků), podzemní vody, čistírny odpadních vod, rybníky s intenzivním chovem ryb a speciální rybochovné objekty. Na druhé straně může být část vyprodukované organické hmoty vyplavena (Hartman a kol., 1988).

Pro rychlost koloběhu látek a toku energie v ekosystému je rozhodující rychlost dekompozičního procesu (Bukaveckas et Isenberg, 2013). Veškerá mrtvá rostlinná i živočišná hmota musí být rozštěpena na jednoduché a rozpustné minerální živiny dostupné zeleným rostlinám. Ve vodních ekosystémech probíhá z pravidla největší podíl dekompozičního procesu na dně (Hartman a kol., 1988). Sedimenty dna vodních nádrží jsou směsí těžko rozložitelných organických zbytků, biologicky rozložitelných látek a vysrážených minerálních sloučenin (Kalinkina et al., 2012). Různý podíl tvoří půdní

částice splavované z okolí nádrže a přinášené přítoky. Na výměně látek mezi sedimenty dna a vodním sloupcem se bezpochyby významně podílejí rovněž bentožravé druhy ryb. Při hledání potravy výrazně narušují vrstvy sedimentů, zejména v mělkých nádržích a rybnících osazovaných kapry (Lellák a Kubíček, 1991). Za určitých okolností se však část polorozložené biomasy hromadí a vypadává z dalšího koloběhu, např. v eutrofních jezerech a v rašeliništích (Hartman a kol., 1988).

Zvláštní skupinu tvoří těžko rozložitelné organické sloučeniny, a proto mají tendenci k akumulaci v nádržích, jejich součástí jsou rovněž roztoky genetického materiálu DNK spolu s různými organickými sloučeninami dusíku a fosforu. Voda limnických biotopů obsahuje velké množství rozpuštěných organických látek různého druhu a původu. Jejich celková suma často i vícenásobně převyšuje (desetkrát až dvacetkrát) množství organické hmoty vázané v biomase planktonu. Zdrojem rozpuštěných organických látek jsou vylučované produkty fotosyntézy řas makrovegetace, ztráty při fotorespiraci, organické sloučeniny uvolněné hydrolýzou a mikrobiálním rozkladem uhynulých organismů, organické sloučeniny vylučované rostlinami a živočichy jako agens stimulační (metabolity) nebo inhibující (antimetabolity) růst vlastního druhu nebo rozvoj konkurentů (Lellák a Kubíček, 1991). V dolních vrstvách vody tak klesá množství rozpuštěného kyslíku (Carlton et Wetzel, 1988). Účinek těchto látek je označován jako allelochemický efekt.

Některé asimiláty mají antibiotické účinky a jsou jedovaté pro vodní bezobratlé a ryby. Škodí i endotermním živočichům a člověku. Jiné organické allelochemické sloučeniny produkované sladkovodními sinicemi patří k nejvíce toxickým biologickým látkám.

Exkrementy živočichů obsahují podle kvality potravy různá množství organických sloučenin. Ve vodě jsou obsaženy také rozličné růstové faktory, jako vitamíny a enzymy, produkované zejména bakteriemi a houbami.

Nepřetržitě narůstá druhová pestrost a celkové množství rozpuštěných organických sloučenin antropického původu, které se do limnických ekosystémů a řekami do moří dostávají odpadními vodami. Často dosahují mimořádně vysokých koncentrací (Lellák a Kubíček, 1991).

### **3.3 Proces eutrofizace vod**

Obsah živin v nádržích i tocích je ovlivňován řadou přirozených procesů i činností člověka, jejichž důsledkem je eutrofizace vod. Je to přirozené i umělé obohacování vod

živinami, které způsobují pronikavé změny chemicko-fyzikálních vlastností vody i biologického režimu vodních ekosystémů. Eutrofizace je někdy nesprávně chápána jako pouhé znečišťování vod. Fakticky probíhá proces eutrofizace od začátku existence vodní nádrže vlivem okolního území (povodí), z něhož se do vodního ekosystému dostávají různé živiny. Z produkčně hydrobiologického a rybářského hlediska je za určitých okolností pozitivním jevem zvyšujícím produktivitu nádrže a výnosy ryb. Není však žádoucí u nádrží a toků, které slouží jako zdroje užitkové a pitné vody nebo k rekreačním účelům.

Příčin eutrofizace, které vyvolávají zvýšenou biologickou produkci vod, je celá řada: působí zde přirozené faktory dané geologickými, geografickými a topografickými poměry, fyzikálněchemické faktory a posléze i biotické faktory, tj. složité interakce mezi soubory organismů. Při veliké různorodosti faktorů rozhodujících o produkci vod se při jejich hodnocení nejčastěji zdůrazňuje složka kulturní eutrofizace čili bezprostřední vliv takové činnosti člověka, která zvyšuje přísun hlavních minerálních živin do vod (Lellák a Kubíček, 1991).

Dusík je obecně limitující biogenní prvek v mořských ekosystémech, zatímco fosfor hraje tuto roli ve sladkovodních ekosystémech (Menshutkin et al., 2014). Většina autorů považuje za hlavní limitující živinu fosfor. Nestratifikované nádrže jsou méně citlivé na zátěž živinami jak než hluboké stratifikované nádrže v době letní i zimní stagnace. Při hodnocení eutrofizačního procesu v nádržích zatěžovaných fosforem je třeba brát v úvahu rovněž tzv. vnitřní zásobování primárních producentů fosforem pocházejícím ze sedimentů vlastního dna. Jde o tzv. „razantní eutrofizaci“ jezer, kdy působením vysoké primární produkce epilimnionu dochází k vyčerpání kyslíku v hypolimnionu, k anaerobii a případnému vzniku sirovodíku u dna. Nerozpustné fosforečnany vázané v sedimentech trojmocným železem se redukují na rozpustné fosforečnany dvojmocného železa a jsou uvolňovány ze sedimentu do volné vody (Lellák a Kubíček, 1991).

Sloučeniny dusíku v procesu eutrofizace působí obvykle méně kriticky než fosfor. Koloběh dusíku ve vodách je složitější než koloběh fosforu. Bohatým zdrojem jsou zásoby N-sloučenin v půdě ( $\text{NO}_3$ ) a navíc ho mohou ve vodách zvýšit specializované vazací molekulárního dusíku (Lellák a Kubíček, 1991).

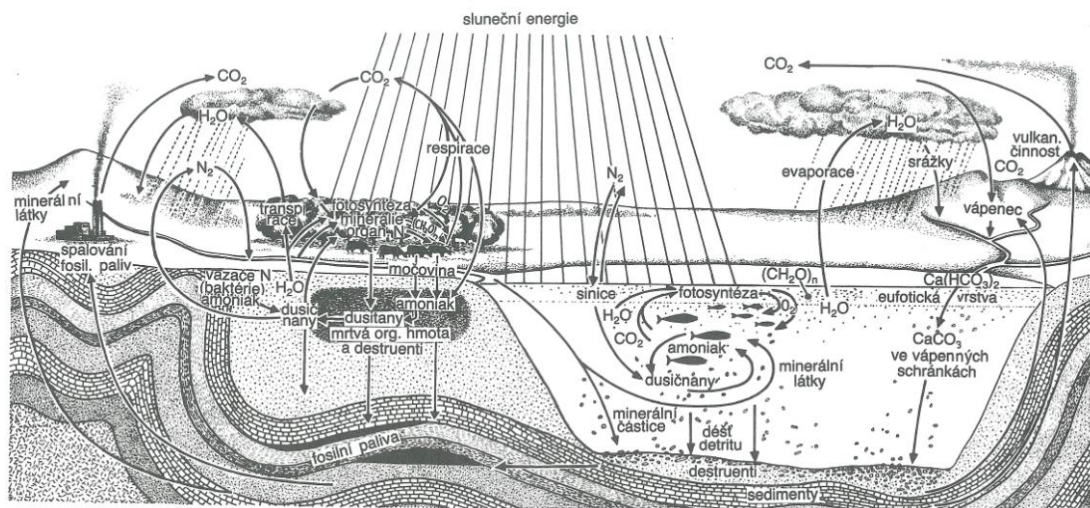
Eutrofizace je podporována lidskou činností vztahující se k městům, průmyslu a zemědělství (Hur et al, 2013). Rozvoj zemědělství působí také jako významný

eutrofizační faktor. Vodní nádrže a toky včetně údolních nádrží trpí tzv. plošným znečištěním, výluhem hnojiv z polí. Jde o kombinovaný účinek zemědělské aktivity v povodí toků a vodních nádrží, který kromě faktického znečištění vod působí i na celkový hydrologický režim povodí.

Významnou složkou eutrofizace povrchových vod jsou odpadní vody ze živočišné produkce založené v moderním zemědělství na velkochovech prasat, hovězího dobytka a drůbeže (Lellák a Kubíček, 1991). Původní rozptýlení živočišstva na zemědělské půdě umožňovalo využití chlévské mrvy jako hnojiva a plynulý návrat živin odčerpaných rostlinou produkcí (Ajmone-Marsant et al., 2006). Nesporné výhody průmyslové živočišné výroby a specializovaných velkochovů jsou komplikovány produkcí obrovského množství odpadu, který nelze plně opět využít v zemědělství. Dalším zdrojem živin způsobujícím eutrofizaci vod mohou být pro vody chudé na živiny také atmosférické srážky a stupeň znečištění atmosféry plyny a prachem. S rostoucí eutrofizací vod roste úsilí o nalezení metod její likvidace nebo alespoň zpomalení (Lellák a Kubíček, 1991).

PH a přísun živin v podobě dusíku a fosforu pozitivně ovlivňuje zvýšení vodního květu ve vodě (Jönk et al., 2007). V praxi se nežádoucí masový rozvoj planktonních řas potlačuje některými fyzikálními metodami např. zastíněním hladiny. Z chemických metod se často používají různé algicidy. Perspektivní se zdá být aplikace cyanofágů, virů ničících sinice. Intenzitu primární produkce a rozvoje fytoplanktonu lze nepřímo ovlivnit vhodnou rybí

osádkou, která svým žírem reguluje rozvoj planktonních filtrátorů (Lellák a kol., 1991). Také podpořením růstu vyšších vodních rostlin ze dna nádrží můžeme ovlivnit eutrofizaci vody (Hao et al., 2013). Tímto biomanipulačním zásahem do vodního ekosystému lze výrazně ovlivnit tvorbu i rozklad organické hmoty ve vodní nádrži, snížit nebezpečí vzniku anaerobních podmínek v hlubších vrstvách a u dna nádrží, a tak pozitivně pozměnit klasický průběh křivek rozvoje fytoplanktonu a zooplanktonu. Eutrofizace vodního tělesa je proces reverzibilní a i ve značně poškozených nádržích lze vhodným zásahem zachránit a zlepšit kvalitu vody, která byla znehodnocena (Lellák a Kubíček, 1991).



**Obrázek 1** Schéma zapojení vodního ekosystému do velkého koloběhu látek a biologické aktivity v biosféře (Lellák a Kubíček, 1991)

### 3.3.1 Fosfor

Fosfor je přítomen ve vodách v podobě fosforečnanů. Je důležitým biogenním prvkem, který limituje biologickou produktivitu povrchových vod. Je nezbytný ke stavbě buněčného jádra, složitých bílkovin, ke stavbě kostry těla, nervové a mozkové tkáně živočichů (Hartman a kol., 1988). U sladkovodních ekosystémů je tento prvek považován za hlavní faktor produkce primárních producentů (Azevedo et al., 2013). Fosfor má ve vodě velmi složitý koloběh. Rozpustnost fosforečnanů je značně rozdílná v závislosti na formě aniontů ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), druhu kationtu a pH vody. Do vody se fosfor dostává převážně výluhem z půdy a jiným znečištěním přítokové vody (Rzepecki, 1997). V posledních letech jsou rybníky a toky přetěžovány dusíkem a fosforem – výluhy a smyvy ze zemědělské půdy, odpadními vodami z průmyslu a sídlišť (Hartman a kol., 1988). Z části je vázán (za aerobních podmínek a při alkalické reakci vody) v nerozpustné formě v sedimentech nádrží jako nerozpustný  $\text{FePO}_4$ . V sedimentech probíhá zejména během letních a zimních stagnací – pokud dojde k vyčerpání  $\text{O}_2$  – redukce trojmocné formy železa vzniká rozpustná dvojmocná forma (Lellák a Kubíček, 1991).

Zvýšení fosforu ve vodě vede k množení charakteristických řas a eutrofizaci (Liu et al., 2013). Carlton a Wetzel (1988) uvádí, že se následně může difúzí ze sedimentů dostat do vrchních vrstev vody, kde zpomaluje řadu procesů, které buď dočasně, nebo úplně zastaví. V celkové bilanci koloběhu fosforu v ekosystémech vodních nádrží však

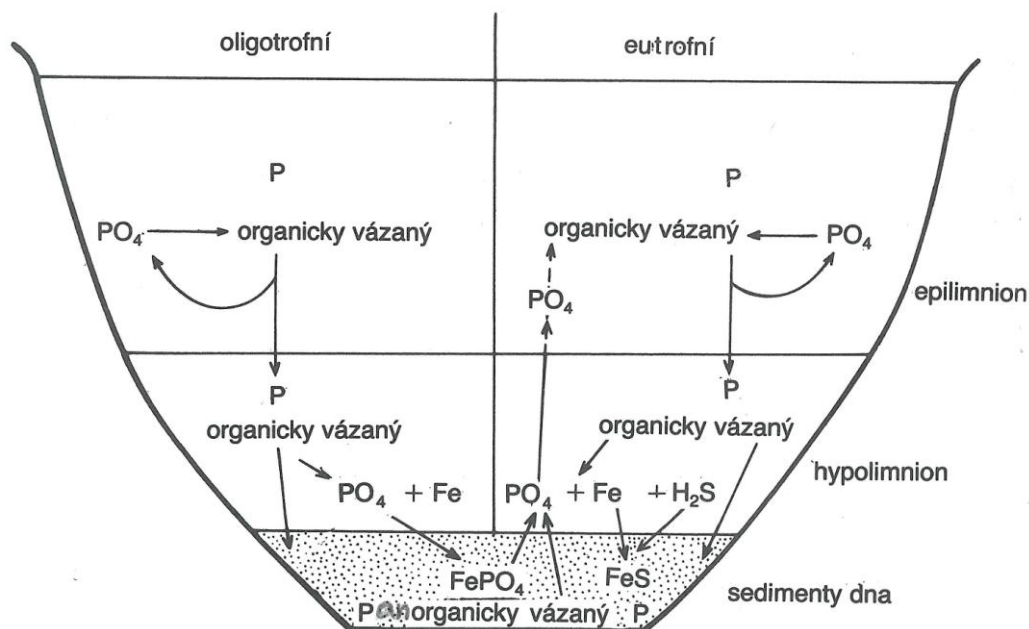
obvykle převažuje posun fosforu z vody do sedimentů nad jeho zpětným uvolňováním (Lellák a Kubíček, 1991).

Je to dáno rozdílem mezi jeho poměrným zastoupením v živých organismech a jeho zdroji v prostředí. V organismech je podíl fosforu vyšší a stálý, v prostředí nižší a proměnlivý, což způsobuje jeho sedimentární cyklus a proměnná intenzita využití rostlinami. Hmotnostní poměr sloučenin uhlíku, dusíku a fosforu v rostlinné biomase činí nejčastěji 40C : 7N : 1P. Přitom v přirozených povrchových vodách, málo ovlivněných lidskou činností, činí hmotnostní poměr uvedených biogenních prvků asi 600C : 20N : 1P (Lellák a Kubíček, 1991).

Hlavní podíl na koloběhu fosforu v ekosystémech má ovšem látkový metabolismus organismů, s jejichž exkremty se fosfor dostává do prostředí v rozpuštěné nebo koloidně rozptýlené formě, v této formě je přijatelný pro rostlinstvo. Intenzivní fotosyntetickou činností rostlin může dojít k vyčerpání reaktivní formy fosforu ve vodních ekosystémech až na mizivé hodnoty. Během jarního maxima rozvoje fytoplanktonu v našich mezotrofních rybnících může klesnout obsah asimilovatelného fosfátu téměř k nule, zatímco v období deprese fytoplanktonu (fáze „clear water“) a při počátku rozvoje bentické vegetace může dosahovat vysokých koncentrací. Sezónní cyklus obsahu partikulovaného fosforu ve vodních nádržích (fosfor vázaný v biomase fytoplanktonu, bakterií a v neživých částech organismů) je vůči cyklu reaktivního fosforu b zrcadlovém poměru. Od téměř nulových hodnot v období „clear water“ může dosáhnout sta mikrogramů na jeden litr vody (Kořínek a kol., 1987). Je známo, že až 50% celkového fosforu ve vodách může být obsaženo v tělech ryb (Niesar et al., 2004). Při výkladu o koloběhu fosforu ve vodních nádržích a tocích je třeba konstatovat, že značná část celkového fosforu ve vodním ekosystému se nalézá ve formě tzv. organického fosforu. Jde o fosfor vázaný v protoplazmě všech organismů a jejich zbytků ve volné vodě i v sedimentech. V globálním měřítku se značná část fosforečnanů uvolněných větráním hornin dostává kontinentálních nádrží a toků. Odtud je určité množství fosforu vázaného v sedimentech postupně splavováno do moří, kde se usazuje v pásnu šelfů, nebo je zaneseno do hlubinných sedimentů. Část tohoto fosforu recykluje „atmosférickou cestou“ – v trusu mořských ptáků vytvářejícím lokální ložiska guána, a také rybolovem a těžbou produktů.

Do přirozeného koloběhu zasahuje stále výrazněji člověk – stoupá výroba a aplikace fosforečnanových hnojiv v zemědělství, úprava těžbených přirozených fosfátů má

negativní důsledky v eutrofizaci vod (Lellák a Kubíček, 1991). Doi et al. (2013) uvádí, že druhová rozmanitost ryb, typ stanoviště, struktura a kvalita vody měla významný vliv na počty lidí, které v ní loví nebo tuto oblast využívají k rekreaci.



Obrázek 2 Koloběh fosforu (Lellák a Kubíček, 1991)

### 3.3.2 Dusík

Patří kvantitativně k hlavním biogenním prvkům spolu s uhlíkem, vodíkem a kyslíkem. Jeho biologický cyklus je značně komplikovaný. Na rozdíl od uhlíku je však dusík hlavní složkou atmosféry (79%). Pevná trojná vazba mezi atomy molekulárního  $N_2$  ( $N \equiv N$ ) působí, že se dusík chová jako inertní plyn. Naprostá většina biot není schopna atmosférický dusík využívat, přestože suchozemské organismy jsou obklopeny „mořem“ dusíku. Organismy jsou všeobecně schopny přijímat pouze dusík vyskytující se v anorganických (amoniak, dusitany, dusičnany) nebo organických sloučeninách (močovina, protein, nukleové kyseliny) (Lellák a Kubíček, 1991). Jeho množství v průběhu roku kolísá, protože vstupuje do produkčních procesů probíhajících v biologicky oživé vodě, kde se stává součástí bílkovin (Hartaman a kol., 1988). Sloučeniny dusíku až po dusičnany mohou vznikat z plynného dusíku elektrochemickými a fotochemickými procesy účinkem kosmického záření, elektrickými výboji v atmosféře a průletem meteoritů. Touto cestou může být fixováno v mírném pásu Země až  $0,35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1} \text{ NO}_3$ . Účinnějšími biologickými procesy je

však fixováno  $1,4-7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1} \text{ NO}_3$  a ve velmi úrodných oblastech až  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1} \text{ NO}_3$ . Předpokladem biologické fixace atmosférického dusíku je redukce trojné vazby  $\text{N}_2$ . V živých buňkách plní tento úkol enzym nitrogenáza, kterou produkuje řada druhů půdních a vodních organismů. Proces je energeticky velmi náročný, a proto vazači dusíku spotřebují velké množství energie, získané jinými metabolickými procesy.

Volný dusík je schopna vázat řada bakterií a sinic. Vazače dusíku můžeme rozdělit do dvou hlavních ekologických skupin:

**Symbiotičtí vazači dusíku**, k nimž patří hlavně bakterie. Nejdůležitější z nich jsou kořenové bakterie rodu *Rhizobium*, vysoce specializovaní symbionti, kteří jsou vázáni na určitý druh hostitelů z čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Ročně je symbionty biosféry fixováno asi 175 miliónů tun dusíku, z toho asi polovina zemědělskými plodinami. Část této produkce symbiotických vazačů dusíku se různými cestami (výluhy atd.) dostává do vodních ekosystémů.

**Volně žijící vazači dusíku**, vyskytující se v půdě i ve vodních ekosystémech. Patří k nim jak aerobní, tak anaerobní bakterie a některé sinice. Nejznámějšími aerobními vazači dusíku jsou bakterie rodu *Azotobacter*, velmi rozšířené v půdě, sladkých vodách i v mořích. Stejnou schopnost a podobné rozšíření mají bakterie rodu *Clostridium*. Z autotrofních organismů jsou účinnými vazači dusíku sinice rodů *Anabaena* a *Aphanizomenon*. Na rozdíl od volně žijících i symbiotických bakterií, které pro endotermické reakce spojené s fixací dusíku potřebují přísun uhlíkatých organických sloučenin, získávají sinice potřebnou energii vlastní fotosyntetickou činností.

Anorganický dusík, přijímaný producenty ve formě dusičnanů ( $\text{NO}_3$ ), je přeměňován na organickou formu v bílkovinách a nukleových kyselinách. Dusík vázaný rostlinnou biomasou může být vylučován z části do prostředí, z části ho využívají konzumenti a zbytek se uvolňuje rozkladem uhynulých rostlin. Biomasou živočichů se část dusíku vrací do prostředí ve formě exkrečních produktů jako amoniak, močovina, aminokyseliny, kyselina močová a rozkladem tkání uhynulých živočichů. Tyto substráty jsou využívány vodními heterotrofními bakteriemi, organicky vázaný dusík je mineralizován a vylučován jako amoniak. Proces označujeme jako amonifikaci. Amoniak může být bakteriemi nebo řasami využit jako zdroj dusíku, nebo dochází k jeho oxidaci činností nitrifikačních bakterií: nejdříve bakteriemi rodu *Nitrosomonas* na dusitany, a jinými bakteriemi např. rodu *Nitrobacter* dále na dusičnany. Proces označujeme jako nitrifikace (Lellák a Kubíček, 1991).



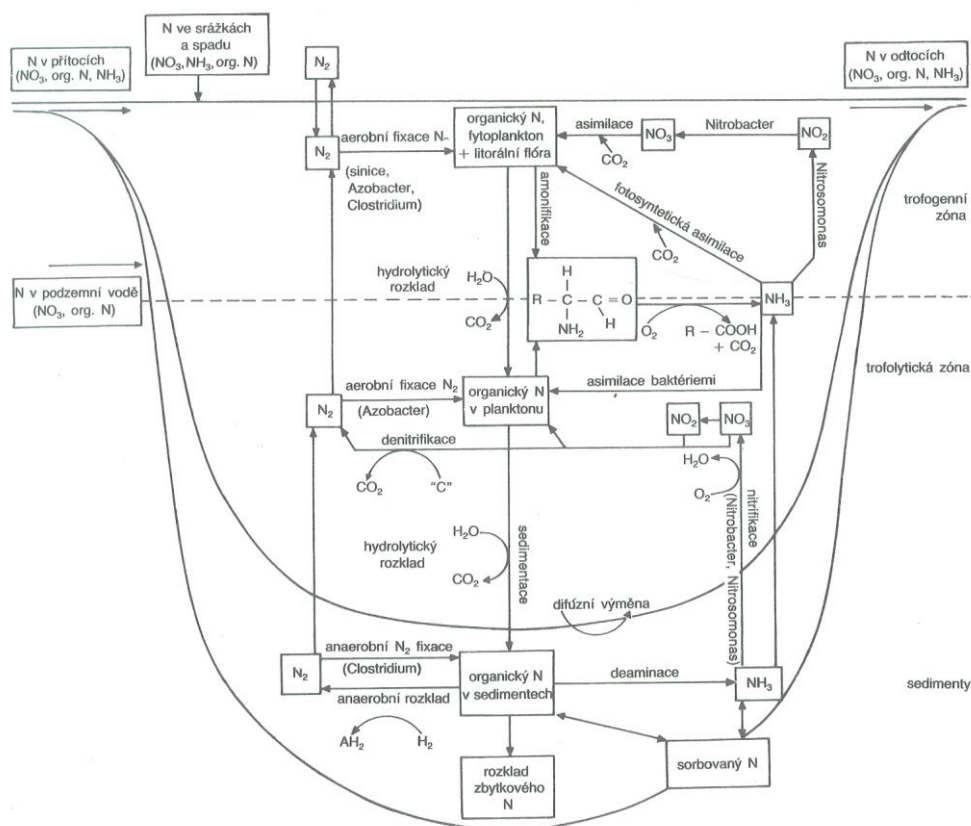
Dusík také snižuje koncentraci rozpuštěného kyslíku ve vodě a to zejména v letních měsících (Hines et al., 2013). Při nedostatku kyslíku v prostředí mohou některé bakterie jako *Pseudomonas* a některé houby využívat dusičnany jako zdroje kyslíku. Bakterie redukuje dusičnany částečně na amoniak a částečně na plynný dusík. Ten se vrací difúzí přes vodní hladinu do ovzduší, pokud není opětovně využit v tomtéž ekosystému. Tento proces je označován jako denitrifikace. Procesy nitrifikace a denitrifikace mají těsný vztah k produkčním procesům ve vodních ekosystémech a uskutečňují plnou recyklaci dusíku mezi ovzduším a biotickou složkou ekosystému.

Člověk stále výrazněji zasahuje několika způsoby do přirozeného koloběhu dusíku v biosféře (Lellák a Kubíček, 1991). Globální oteplování a nadměrný přísun dusíku může mít silné dopady na vodní společenství a ekosystém (Hines et al., 2013).

Zintenzivňování zemědělské výroby je znovu zapojován do koloběhu dusík fixovaný v dřívějších dobách v ptačím trusu nahromaděném na hnízdištích mořských ptáků (v aridním klimatu).

Velmi rychle roste průmyslová fixace atmosférického dusíku ve formě průmyslových hnojiv pro zemědělství (Kudrna a kol., 1988). Vnitrozemské vodní ekosystémy jsou zvláště citlivé na zvýšení dodávky živin, jako jsou například mobilní ionty dusičnanů, které velice převyšují přirozený přísun atmosférického dusíku (Hines et al., 2013).

V celém světě rychle roste množství emisí vyšších oxidů dusíku ze spalování fosilních paliv v tepelných elektrárnách, továrnách a výtopnách, především však ze spalovacích motorů veškeré dopravy (Moldán a kol., 1979).



Obrázek 3 Koloběh dusíku v ekosystému vodní nádrže (Lellák a Kubiček, 1991)

### 3.4 Vliv rekreačního rybolovu a chovného rybářství a na kvalitu vody

Od roku 1980 roste počet specializovaných rybářů, kteří se zaměřili pouze na lov kapra obecného *Cyprinus carpio*. Ten dosahuje trofejních velikostí a přitom je jeho chov relativně levný, je odolný vůči stresu a nedostatku kyslíku ve vodě a tak je nejběžněji vysazovanou rybou ve střední Evropě do sportovních revírů (Arlinghaus et Mehner, 2002). Tito rybáři se sdružují do takzvaných carpteamů (Niesar et al, 2004).

Niesar et al. (2004) uvádí, že rybářským průzkumem bylo zjištěno, že specializovaný rybář na lov kaprů použije 250kg vnařidla za rok, což by mělo odpovídat zatížení 1018g fosforu za rok.

Rybářské návnady mají také negativní vliv na hustotu bentických bezobratlých živočichů vlivem odkysličování dna (Cryer et Edwards, 1987). Vytažení fosforu vlivem

odlovu ryb je sporné, protože stoupají počty rybářů, kteří na jednu stranu zakrmují a přidávají tím pádem biogenní prvky do vody, ale zároveň jsou zastánci filozofie „chyt' a pust'“, a tak ryby vracejí i s uloženým fosforem v jejich těle zpět do vodního ekosystému. V Německu to mělo za následek místní zákaz používání boilies (Niesar et al., 2004). Dále metoda K-70, kdy je stanovena horní míra kapra na 70cm a ryby větší velikosti se musí „vrátit vodě“, jak uvádí (Stárek, 2011). Chov exotických druhů ryb, které jsou upřednostňovány rybáři a mohou být zvláště nebezpečné pro biologickou rozmanitost a strukturu ekosystému. Rybaření významně přispívá do hospodářství a zároveň hraje důležitou roli v rekreaci městských obyvatel (Williams et Moss, 2001).

### **3.4.1 Příjem potravy rybami**

V ichtiocenóze se vždy setkáváme s několika základními typy potravních vztahů. Je to jednak potravní konkurence, což je vztah mezi různými druhy ryb či jedinci téhož souboru (i druhu), které se využívají na shodné potravní složce. To se týká především skupiny tzv. mírných ryb. Jiným vztahem je predace – vztah mezi dravými druhy ryb a jejich krmnou základnou. Význačnou roli v potravních vztazích hraje schopnost ryb žít se výběrovým způsobem (efektivně), což v podstatě znamená, že se živí jednou složkou ze širší potravní nabídky. Ty druhy, které takové potravní nároky nemají a spíše se dovedou plasticky přizpůsobit nabídce, bývají nejpočetnější a nejlépe využívají potravní základnu.

Nedravé ryby se od sebe odlišují způsobem výživy a výběrem potravních složek, a člení se proto na herbivory, planktonofágy a bentofágy. Objemově spotřebují daleko více potravy než dravci. Jsou často na začátku potravního řetězce, končícího dravými rybami. S rostoucí teplotou většina našich ryb zvyšuje i příjem potravy (s výjimkou mníka). Většina našich druhů ryb se ve volných vodách živí více složkami. Plůdek všech našich ryb vyžaduje přítomnost drobného planktonu (Adámek a kol., 1995).

Chuťový vjem zajišťují chuťové pohárky (chuťové pupeny). Obsahují štíhlé smyslové buňky a buňky podpůrné. Chuťové pohárky jsou v tlamě a jejím bezprostředním okolí. U řady druhů jsou však i na dalších místech. Kapr obecný má chuťové pohárky v ústech, na patře, žaberních obloucích a na celém povrchu těla. Pomocí chuťového ústrojí je registrován vjem o silných roztocích na blízko. Hlavní význam je vyhledávání a ochutnávání potravy. Ryby vnímají stejné počítky jako savci – sladkou, slanou, hořkou a kyselou chuť. Obecně platí, že na hořkou chuť jsou ryby méně citlivé než člověk. Naopak sladkou chuť vnímají asi 500 krát citlivěji. Těchto poznatků se využívá při

zchutňování krmiv (Dubský a kol., 2003).

Ryby mají většinou jednoduchý tvar těla. Trávicí soustava zajišťuje příjem potravy, její štěpení na látky jednodušší vstřebávání a využití v organismu pro zajištění důležitých životních funkcí. Plní také funkci odsunu balastních látek z těla. Trávicí soustava ryb má poměrně jednoduchou stavbu. Tvoří jí ústa, hltan, jícen, žaludek, střevo a konečník. K trávicí soustavě patří játra a slinivka břišní (Dubský a kol., 2003).

V zadní části hltanu, před vstupem do jícnu, jsou u kaprovitých *Cyprinidae* a sekavcovitých *Cobitidae* ryb požerákové kosti nesoucí požerákové zuby. Spolu s bulvou patrovou umožňují drcení potravy, lisování přebytečné vody a odstraňování nevhodných částic (Dubský a kol., 2003). Kaprovité ryby nemají vytvořen vlastní žaludek (Terofal, 2006). Nedokáží tak například vstřebat fosfor vázaný na vápenaté ionty (Jahan et al., 2001). U některých jiných ryb je žaludek zakřiven do tvaru písmene U a v místě, kde začíná ohyb, se nachází zvláštní slepý vak, do kterého mohou ryby pumpovat vzduch (Terofal, 2006). Obecně mají dravé ryby střevo kratší. U kaprovitých ryb bývá střevo delší, jak je délka těla. Je dána spojitost s kvalitou potravy a délkou střev.

V přirozených ekosystémech konzumují ryby přirozenou potravu. Jde o potravní zdroje, které se vytvářejí v povrchových vodách přirozeným vývojem. Ryby jsou pouhou součástí potravního řetězce (Dubský a kol., 2003).

#### **3.4.2 Přehled vnaidel a nástrah v rekreačním rybářství**

Pojmy návnada a nástraha jsou často zaměňovány. Nástrahou je vše, nač právě chytáme, co je nastraženo na háčku. Návnadou čili vnaidlem je vše, čím ryby vnaidíme, čili lákáme, aby se naučily přijímat to, nač je pak hodláme chytat, a aby si zvykly pravidelně navštěvovat určité místo (Adámek a kol., 1995). Základní funkcí každé návnady je přilákat rybu, aby uchopila nástrahu s háčkem.

Nástrahy dělíme na přirozené, umělé a upravované z přírodních surovin, nebo se dají dělit na živočišné, rostlinné a umělé. Přirozené nástrahy jsou kousky či celá přirozená rybí potrava, proto jsou pro ně tak lákavé (Bailey, 2001).

Nástrahy rostlinného původu: Brambory - vařené jsou zaručenou nástrahou na kapra. Zaberou na ně také plotice obecná *Rutilus rutilus*, líni obecní *Tinca tinca*, jelci *Leuciscus idus* a cejn velký *Abramis brama*. Hodí se každý druh brambor, nejlepší jsou moučnější druhy, které se po uvaření nerozpadnou, ale škrobové brambory ryby v oblibě nemají (Stárek, 2011). Kukuřice – tu má v oblibě celá řada kaprovitých ryb. Je k dostání v konzervované nebo mražené formě. Zrna mají poměrně pevnou slupku, a proto je lze

nahazovat daleko a razantně, aniž by spadla z háčku. Kromě toho jsou zrna dost těžká a rychle klesají ke dnu, což je výhodné hlavně při lovu na řekách (Bailey, 2001). Dalšími nástrahami jsou bob, hrách, cizrna, tygří ořechy, fazole, kroupy rýže, ovesné vločky, konopné semínko, pšenice a ovoce (Stárek, 2010; Bailey, 2001; Adámek a kol., 1995).

Nástrahy živočišného původu jsou například: rousnice – jsou vhodné na lov všech ryb, žížala rolní (kamenáč) – je druh žížaly žijící mezi kameny na záhonech nebo pod drny. Žížala hnojní (hnojáček) – je červená žížala žijící pod tlejícím listím v kompostech nebo ve hnoji a je vhodná jako celoroční nástraha (Stárek, 2011). Muší larvy a kukly – v Evropě se používaly od minulého století, dlouho předtím než je někdo začal nazývat drobnou nástrahou (Bailey, 1998). Pijavky se sbírají z okrajů stojatých vod. Déle můžeme použít různé druhy hmyzu. Používáme-li za nástrahu ryбки pak jen ty, jejichž lov není vázán nejmenší lovnou mírou, zakázán zákonem, nebo rybářským řádem. V opačném případě musí nástražní rybka dosáhnout lovné délky. Používá se ale i mrtvých rybek celých nebo jejich částí, zejména ocásku, čerstvých i konzervovaných 4% roztokem formalinu (Adámek, 1995). Larvy potemníka moučného (mouční červi), patentky, nitěnky, slimáci...

Dále se používají různá těsta, která si rybář může doma vyrobit sám nebo potraviny co se používají v lidské ale i zvířecí výživě. Těsta jsou připravována pro různé druhy ryb tak, aby vydržela dlouho na háčku. Jako příklad autor uvádí pálené těsto – vyrábí se z vody nebo mléka, vanilkového cukru, hrubé mouky, krupice (Stárek, 2011). Dále se používají sýry (tavené, tvrdé, silně aromatické...), chléb nakrájený na kostičky, ve formě kuliček, nebo jen tak natrhaný, konzervované maso (lančmít), housky a rohlíky, těstoviny, psí a kočičí suchary a granule, různé druhy pelet, ořechy, „bahýnko“ což je směs různých druhů řas, které rostou na kamenech v řekách (Bailey, 2001). Nejpoužívanější nástrahou pro lov kaprů je určitě boilies. Tvarově je připravováno jako kulička. K ošetření jsou používány různé chemické a konzervační látky (Stárek, 2011). Základem pro boilies je mléčná bílkovina, vejce, mouka (hrubá, sojová, kukuřičná), olej (z tresčích jater, sezamu, rybí tuk, šafránu) a strouhanka nebo rybí moučka (Adámek, 1995; Bailey, 1998; Bailey, 2001; Dubský a kol., 2003; Stárek, 1995). Vytvořené těsto se vaří, aby vznikl tuhý obal. Představa je taková, že tuhá vnější slupka zabrání menším, obtěžujícím rybám, aby ji okusovaly, a tak zůstane nedotknutá, dokud kolem nepopluje například kapr nebo lín (Bailey, 1998).

Návnada je v podstatě přirozená nebo upravená nástraha, která je volně naházená do

vody, aby přilákala ryby na místo lovu (Bailey, 1998). Ryby mají velice dobře vyvinuté čich a pachy vnímají celým tělem. Úspěch současného moderního krmení je proto založen na tom, aby obsahovalo potřebné látky pro správný růst a výživu

ryb, především proteiny. Ty, stejně jako vůni krmení, ryby cítí, vnímají svoji postranní čárou, svými smysli (Stárek, 2011). Jeho základ tvoří tak zvané nosiče, které jsou různého druhu, jako jsou třeba: kukuřičný šrot, strouhanka, piškoty, sušenky, suchary, ovesné vločky, mouka, krupice, strouhaný perník, rýže, chleba... Jako přivolávací, udržovací a aromatické složky se přidávají olejnatá semena: konopné, slunečnicové, lněné, podzemnice olejná, řepka olejná a mák (Adámek, 1995; Bailey, 1998; Bailey, 2001; Dubský a kol., 2003; Stárek, 1995).

### **3.4.3 Přehled krmiv v chovném rybářství**

Krmiva předkládaná rybám představují náhradní zdroj výživy. V zásadě lze rozlišit dva základní principy při uplatnění krmiv v chovatelské praxi.

Přikrmování ryb se praktikuje při polointenzivním až extenzivním chovu ryb v rybnících. Základem krmné dávky je přirozená potrava, která je hlavním zdrojem bílkovin. Jako krmiva se uplatňují méně hodnotná krmiva rostlinného původu, hlavně obiloviny a doplňkové krmné směsi s nízkým obsahem bílkovin živočišného původu. Krmiva jsou především zdrojem energie (glycidů, tuků, neplnohodnotných bílkovin) a krmnou dávku vyvažují. Na výsledném přírůstku se přirozená potrava a přikrmování podílí zhruba v poměru 1:1. Z uvedeného vyplývá potřeba zařadit kvalitnější krmiva (krmné směsi) v případě nedostatku přirozené potravy nebo činit opatření k jejímu rozvoji například hnojením.

Krmení ryb je prováděno v podmínkách intenzivních chovů lososovitých ryb nebo v intenzivních chovech ryb v řízeném prostředí – v oteplené vodě. Význam přirozené potravy zde není žádný nebo zanedbatelný. Ke krmení se používají plnohodnotné krmné směsi, které obsahují všechny důležité živiny včetně esenciálních aminokyselin, potřebné ke zdárnému vývoji a růstu ryb. Zdrojem plnohodnotných bílkovin jsou komponenty živočišného původu – rybí a masokostní moučky. Obsah bílkovin živočišného původu ve směsích se pohybuje kolem 40%. Složení granulovaných krmiv a jejich velikost odpovídá fyziologickým potřebám různých druhů ryb a velikostních kategorií chovaných ryb (Dubský a kol., 2003).

## **4 Metodika**

Popis problematiky eutrofizace ve spojení s možnými vlivy produkčního rybařství a rekreačního rybolovu byl vytvořen na základě obecné metodiky průzkumu dostupné literatury tzv. „Desk research“.

Jako hlavní informační zdroje byly použity internetový portál Web of Knowledge a knihovna SIC na České zemědělské univerzitě v Praze. Obecná část literární rešerše se zaměřuje na charakteristiku základních živin pak biogenních prvků přes koloběh látek a eutrofizaci vod až k rybářsky zaměřeným knihám a článkům pro seskupení dat o nejpoužívanějších nástrahách, vnaďících směsích a recepturách pro domácí přípravu nástrah. Po této části následují vlastní terénní průzkumy a sběr dat na konkrétních lokalitách.

### **4.1 Terénní sběr dat**

Pro potřeby práce byla kontaktována místní organizace českého rybářského svazu v Teplicích (ČRS MO Teplice). Zde mi byla poskytnuta data o nádrži a rybí obsádce na lokalitě Modlany. Tyto informace mimo jiné zahrnují přehled o docházkách k vodě za období let 2011 a 2012, kilogramy odchycených ryb rybáři za stejné období a váha nasazených ryb rybáři pro nádrž Modlany od jednatele, výběr chovného rybníku „Malá“ Barbora, princip hospodaření na rybníku a množství a druh dodaných krmiv za rok, jeho charakteristika váha odchovaných ryb zase od zástupce hospodáře.

Pro získání přehledu o nejčastěji používaných nástrahách a návnaďách byl proveden průzkum sortimentu přímo v prodejnách rybářských potřeb. Během tohoto průzkumu byly zaznamenávány živinové hodnoty nebo složení komponentů nejprodávanějších krmiv podle určení prodávajícího v prodejně. Tyto nasbírané údaje spolu s údaji z literatury jsem použil pro výpočet obsahů celkového fosforu a dusíku v krmivech a vytvořil tabulku nejpoužívanějších komponent a nástrah pro sportovní rybolov. Podobně byly kvantifikovány obsahy celkového fosforu a dusíku v krmivech používaných rybáři pro odchov kapra na chovném rybníku Malá Barbora.

Posledním krokem bylo udělat celoroční průzkum na sportovním revíru a zjistit kolik a jakého krmiva rybáři nejčastěji používají při svém lovu. Lokalitu jsem obcházel o víkendech a to z jara, v létě a na podzim. Každého z rybářů jsem se ptal, kolik vnaďidla použije v průměru za jednu docházku k vodě a jakým druhem vnaďidla nebo směsi vnaďí. Ze získaných dat jsem pak udělal průměr a vyhodnotil několik nejpoužívanějších

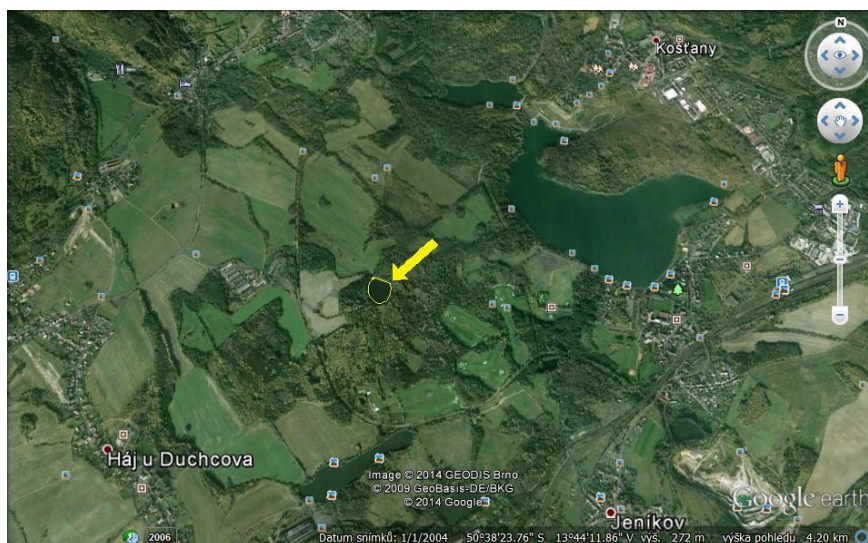
komponent a krmiv, které rybáři používají.

## 4.2 Popis lokalit

Obě dvě lokality (nádrž Modlany a rybník Malá Barbora) jsou ve správě ČRS MO Teplice a jedná se o relativně mělké vody v podhůří Krušných hor.

### 4.2.1 Malá Barbora

Je to rybník nacházející se na území Ústeckého kraje, okresu Teplice na katastru obce Oldřichov u Duchcova nedaleko sportovního areálu Golf Resort Barbora a.s.



Obrázek 4 Malá Barbora

Výměrou se rozkládá na 1,64 ha a z toho na zatopenou plochu připadá 1,6 ha. Minimální hloubka je zde 0,7 m, maximální 1,8 m a průměrná 1,25 m. Rybník je slabě průtočný a částečně zabahněný. Používá se, jako tzn. „výtažník“. Zarostlý je „vhodně“. Doba nahánění je jeden týden a doba vypouštění tři dny. Druhem vypouštěcího zařízení jsou hradítka. Loviště je betonové a zařízení u přítoku je mřížka a žlab.



## 4.2.2 Nádrž Modlany

Je to vodní nádrž nacházející se na území Ústeckého kraje, okresu Teplice na katastru obce Srbice a Modlany.



Obrázek 5 Modlany

Výměrou se rozkládá na ploše o rozměrech 40 ha. Leží v nadmořské výšce 193 m. n. m. a jeho průměrná hloubka činí 1,4 m. Vodní nádrž je sportovním mimopstruhovým rybářským revírem severočeského územního svazu s číslem revíru 441002 a podrevír 13. Nádrž je průtočná Modlanským potokem, který do ní vtéká z východní strany a odtéká ze západní strany u hráze.

## 4.3 Vlastní chemické analýzy získaných vzorků

Množství dusíku ve sledovaných vzorcích bylo stanoveno podle nařízení komise (ES) č.152/2009 metodou podle Kjehdala na přístroji Kjeltec 2400 (Foss). Vzorky byly nejprve zváženy na analytických vahách s přesností vážení na 0,0001 g. Poté byl vložen vzorek, který byl po zvážení a zapsání hmotnosti vzorku uložen do mineralizační tuby (250ml). Navažovací lodička pak byla vymetena štětečkem a pro kontrolu převážena. Hmotnost navážky byla 0,5 g s maximální odchylkou 0,05 g a vzorky byly analyzovány minimálně dvakrát.

K naváženému vzorku se do mineralizační tuby pinzetou přidala jedna mineralizační

tableta Kjeltabs a 10ml 96 % kyseliny sírové ( $H_2SO_4$ ). Po spuštění odtahu na odsávání par bylo do každé tuby přidáno 2 x 5 ml 33 % peroxidu vodíku ( $H_2O_2$ ). Obsah byl zamíchán, tuby byly vloženy do stojanu a po skončení pění vloženy do mineralizačního bloku. Mineralizace při 420 °C trvala 60 minut. Po uplynutí stanovené doby byl stojan vyjmut a ponechán aby vychladl. Po vychladnutí bylo do každé mineralizační tuby přidáno 2 x 5 ml destilované vody ( $H_2O$ ) a obsah promíchán.

Množství dusíku bylo zjištěno titrací 0,1 mol kyseliny chlorovodíkové (HCl) do 2 % roztoku kyseliny borité ( $H_3BO_3$ ) s přítomností barevných indikátorů (bromkresolová zeleň a methyl červen) reagujících na pH roztoku.

Před analýzou je nutná kontrola destilované vody (2 – 3x odpustit do plynulého dávkování), hydroxidu sodného (NaOH), kyseliny borité (3 – 4x odpustit do fialového zbarvení) a zahřát výrobník vodní páry. Slepý pokus je nutné provést minimálně 3x tak, aby hodnota byla pod 0,2 a dva po sobě jdoucí vzorky měly přibližně stejnou hodnotu. Při vlastní analýze byla na přístroji zadána hmotnost vzorku, vložena mineralizační tuba a spuštění analýzy bylo zahájeno uzavřením dvířek. Po ukončení práce na přístroji byla do tub napuštěna destilovaná voda do cca 1/3 objemu, puštěna pára a každá tuba byla 2 x propláchnuta.

#### **4.3.1 Vyhodnocení dat, statistika**

Po sběru všech dat bylo nutné sestavit tabulky, které ukážou čím a v jakém množství rybáři nejčastěji vnaří a zakrmují svá místa ale také seskupení a přehled všech údajů o daných lokalitách jako jsou počty docházek, úlovků v kilogramech množství nasazené ryby v kilogramech, množství vylovené ryby v kilogramech a samozřejmě i přehled nejpoužívanějších krmiv a vnařidel s jejich obsahy dusíku a fosforu podle tabulek (Zeman et al, 1995) a obsahy dusíkatých látek byly přepočteny na dusík podle koeficientu 6,25.

	Modlany	
	2011	2012
násada	7 851,5kg	5 539,5kg
násada dravci	378,5kg	437,5kg
docházka	1 462	1 067
odlov všech ryb	7 285,3kg	4 546,8kg
odlov dravců	137,5kg	427,2kg
rozloha	40ha	
nadmořská výška	193m.n.m.	
hloubka Ø	1,4m	

**Tabulka 1 celkový přehled nádrž Modlany**

U tabulky č. 1 vidíme základní charakteristiku nádrže, kolik kilogramů ryb bylo do nádrže v každém roce nasazeno a kolik kilogramů jich rybáři vylovili a jaká při tom byla docházka.

	chovný rybník Malá Barbora
násada K2 2010	480kg
výlov K3 + lín 2012	1710kg + 37kg
rozloha	1,6ha
nadmořská výška	279m.n.m.
hloubka Ø	1,25m

**Tabulka 2 celkový přehled Malá Barbora**

Tabulka č. 2 nám ukazuje chovný rybník Malá Barbora a jeho základní charakteristiku, v kilogramech nasazené a za dva roky vylovené ryby.

rybáři	kukuřice (kg)	vnadící směs - obchod (kg)	boilies (kg)	řepkové, konopné semeno (kg)	celkem (kg)
1		1.5			1.5
2		1			1
3		6			6
4		3			3
5	0.5	1			1.5
6			0.5		0.5
7	4				4
8			1.5		1.5
9		1		0.5ř	1.5
10	1	3			4
11	0.5	1			1.5
12		1		0.5k	1.5
13		3		1ř	4
14		3		1k	4
15	1	6			7
16	0.5	6		0.5k	7
17	1				1
18		2			2
19		4			4
20		2		2ř	4
21	1	2			3
22		8			8
23	2.5			1kř	4.5
24			2		2
25		0.45			0.45
26	0.5	1.5			2
27		1			1
28		1.5			1.5
29	2				2
30			1		1
31		8			8
32	1	6		1ř	8
33		4			4
34	2	2			4
35	1		0.5		1.5
36	1		1		2
37		2			2
38		2			2
39		1			1
40		1			1
41	0.5	1		0.5ř	2
42		1		0.5k	1.5
43			2.5		2.5
44	0.5	1		0.5kř	2.5
45	0.5	3		0.5kř	4.5
46	0.5	4			4.5
47		2			2
48		6			6
49		3			3
50		4		0.5kř	5
celkem	21.5	109.95	9	7.5ř, 5k	152.95
Ø	<b>0.43</b>	<b>2.199</b>	<b>0.18</b>	<b>0.15ř, 0.1k</b>	<b>3.059</b>

**Tabulka 3 Druh a váha vnaidel používaných rybáři**

SLOŽKA	ZDROJ INFORMACE	sušina (g)	N	P
pšenice ozimá	katalog krmiv - Zeman	870g	20,16g	3,5g
kukuřice Ø	katalog krmiv - Zeman	880g	15,5g	3g
ječmen	katalog krmiv - Zeman	880g	17,9g	3,6g
konopné semeno	katalog krmiv - Zeman	900g	30,5g	7,2g
řepka semeno	katalog krmiv - Zeman	900g	33,5g	7,8g
komerčně prodávaná vnaďící směs Ø	terénní sběr		22,4g	3,5g
chleb a odpad z pekáren Ø	katalog krmiv - Zeman	860g	22,4g	1,68g
rybí moučka průměr	katalog krmiv - Zeman	910g	93,2g	27,8g
granule kapr chov	ČRS MO Teplice		27,4g	3,9g
ryba Ø	Schreckenbach et al, 2001	280g	44,8g	2,9g
boilies Ø	terénní sběr		31,2g	5,7g

**Tabulka 4 seznam vnaďidel a krmiv s obsahy N a P**

V tabulce číslo 3 vidíme počty dotazovaných rybářů a jejich odpovědi na základní otázku a to čím a v jakém množství vnaďí v průběhu roku. Z těchto dat je pak vytvořen průměr vhozeného krmiva za jednu docházku k vodě na nádrži Modlany. Poslední tabulka číslo 4 v této kapitole ukazuje přehled nejpoužívanějších vnaďidel a nástrah používaných při sportovním rybolovu i chovném rybářství na Teplicku i s hodnotami biogenních prvků.

## 5 Výsledky

Průzkum o vlivu sportovního rybolovu pro roky 2011 a 2012 ukázal, že sportovní rybář dodá v průměru za jednu docházku k vodě 0,43 kg kukuřice, 2,199 kg komerčně prodávané vnaďící směsi, 0,18 kg boilies, 0,15 kg řepky a 0,1 kg konopného semínka. To dělá dohromady 3,059 kg vnaďidel a nástrah, které jeden rybář dodá do vody za jednu docházku k nádrži Modlany (viz. Tabulka č. 3).

	2011		
	kg	N (kg)	P (kg)
násada celkem	7 851.5	351.7472	22.76935
odlov celkem	7 285.3	326.38144	21.12737
<b>násada - odlov</b>	<b>566.2</b>	<b>25.37</b>	<b>1.64</b>
kukuřice	628.66	9.74423	1.88598
vnadící směs	3 214.938	72.0146112	11.252283
boilies	263.16	8.210592	1.500012
řepka	219.3	7.34655	1.71054
konopí	146.2	4.4591	1.05264
<b>celkem bez ryb</b>	<b>4 472.26</b>	<b>101.78</b>	<b>17.4</b>

**Tabulka 5 množství dodaného N a P za rok 2011**

Přepočtem průměrného množství jednotlivých druhů vnaidel aplikovaných za jednu docházku (viz. Tabulka č. 3) na celkovou docházku za rok 2011 byl spočítán celkový přísun dusíku a fosforu rybáři. Ti dodali za rok 2011 do nádrže Modlany zhruba 4472 kg vnaidel a nástrah a z toho 101,78 kg dusíku a 17,4 kg fosforu. K tomu byl spočítán i obsah dusíku a fosforu obsaženého v tělech ryb, které byly dodány rybáři v podobě násady do nádrže a zároveň vylovených sportovními rybáři. Tento poměr je kladný, a tak sportovní rybáři vyloví méně ryb, než jich ČRS MO Teplice do nádrže Modlany nasadí (Tabulka č. 5).

	2012		
	kg	N (kg)	P (kg)
násada celkem	5 539.5	248.1696	16.06455
odlov celkem	4 546.8	203.69664	13.18572
<b>násada - odlov</b>	<b>992.7</b>	<b>44.47</b>	<b>2.88</b>
kukuřice	458.81	7.111555	1.37643
vnadící směs	2 346.333	52.5578592	8.2121655
boilies	192.06	5.992272	1.094742
řepka	160.05	5.361675	1.24839
konopí	106.7	3.25435	0.76824
<b>celkem bez ryb</b>	<b>3 263.95</b>	<b>71.02</b>	<b>12.7</b>

**Tabulka 6 množství dodaného N a P za rok 2012**

Stejným přepočtem jako u tabulky č. 5 byla stanovena tabulka č. 6. Za rok 2012 sportovní rybáři odlovili méně ryb, než jich bylo nasazeno a při tom dodali do nádrže Modlany zhruba 3264 kg vnaidel a nástrah o celkovém dusíku 71 kg a 12,7kg fosforu.

Malá Barbora ryba Ø			
	K2	K3 + Lín	(K3 + Lín) - K2
kg	480	1747	1267
N (kg)	21.504	78.2656	56.7616
P (kg)	1.392	5.0663	3.6743

**Tabulka 7** násada a výlov kapra na Malé Barboře

ČRS MO Teplice odchovalo za 2 roky v rybníku Malá Barbora 1267 kg ryby a v tělech těchto ryb odčerpalo z rybníku zhruba 57 kg dusíku a 3,7kg fosforu (Tabulka č. 7). Obsah dusíku a fosforu v těle ryby byl brán z tabulky č. 4.

	kg	N (kg)	P (kg)
pšenice	5 868	118.299	20.538
kukuřice	2 173	33.6815	6.519
ječmen	1 087	19.4573	3.9132
granule	652	17.8648	2.4375
pečivo	1 630	36.512	2.7384
<b>celkem</b>	<b>11 410</b>	<b>225.8146</b>	<b>36.1461</b>

**Tabulka 8** množství krmiva, N a P za 2 roky

Na základě dat poskytnutých ČRS MO Teplice vyplynulo, že na odchov kapra z třídy K2 na K3 spotřebují za 2 roky 11410 kg krmiv a při tom dodají do vody zhruba 226 kg dusíku a 36 kg fosforu (Tabulka č. 8).

## 6 Diskuse

Základem v této problematice je nepoměr biogenních prvků v našem případě dusíku a fosforu dodaných sportovními rybáři do vodního ekosystému a jejich odčerpání v podobě chycených a ponechaných ryb. Opodstatněně píše ponechaných, protože celosvětová filozofie trendu „chyt a pust“ napomáhá těmto problémům s eutrofizací vody a to proto, že rybáři chycenou rybu pustí a tím vrátí zmiňované biogenní prvky zpět do vody. V Německu dokonce přistoupili k místnímu zákazu používání boilies, jak to uvádí (Niesar et al., 2004). Můj průzkum na Modlanské nádrži zároveň ukázal, že rybáři použijí v průměru 3 kg vnařidel za jednu docházku u vody, což je o kilo víc než udává (Niesar et al., 2004). Při stanovování kritických hodnot zátěže ekosystému je v nejjednodušších modelech srovnávána hlavně průměrná hloubka se zátěží fosforem a je brán v úvahu rovněž objem, plocha a průtočnost (Lellák a Kubíček, 1991). Obě dvě

nádrže v tomto případě jsou průtočné a relativně mělké což by mohlo napomáhat mírnějším projevům eutrofizace stejně tak, jak popisuje (Lellák a Kubíček, 1991), kdy píše, že Nestratifikované nádrže jsou méně citlivé na zátěž živinami než hluboké stratifikované nádrže v době letní i zimní stagnace. Pro efektivní výkrm kapra je zase podstatné vytvořit krmnou dávku s vyšším obsahem fosforu, kvůli lepšímu využití dusíku v krmivu což potvrzuje (Kim et al., 1998), a tak je i v produkčním rybnářství problematická regulace biogenních prvků. Hlavní možností pro zmírnění znečištění dusíkem je změna složení a výroby krmiv, jako například granulí pro odchov kapra a to zmiňuje i (Jahan et al., 2001).

## **7 Závěr**

Z vypočtených výsledků vyplývá, že rybáři dodávají do vodního ekosystému více dusíku a fosforu než ho v podobě ryb odebírají a to se týká jak sportovního rybolovu, kde za roky 2011 a 2012 rybáři neodchytili více kilogramů, než bylo ČRS MO Teplice nasazeno, tak i chovného rybnářství, kde rybáři obohatili vodní nádrž čtyřnásobkem dusíku a desetinásobkem fosforu, než v konečné fázi z vody odebrali v tělech ryb. Potvrzuje se tím tedy hypotéza, že v rámci sportovního rybolovu a chovného rybnářství je do povrchových vod dodáváno vyšší množství organických látek (v podobě návnad a nástrah), než je následně odebráno v podobě odlovených ryb. To je u sportovního rybolovu především způsobováno narůstajícím používáním komerčních vnaďících směsí a boilies, které mají vysoké hodnoty obou měřených prvků.

Výsledky naměřených hodnot jsou díky krátkému časovému období a nepřesným váhám návnad, nástrah a krmiv pouze orientační. Pro další přesnější studie by bylo potřeba provést pokusy v bilančních nádržích a zjistit konverzi návnad a krmiv praktikovaných na dané lokalitě spolu s vlastním odebíráním vzorku z nádrží, měřením a výpočty koncentrací fosforu ve vodě i sedimentech dna. Dále pak zhomogenizovat těla sledovaných ryb z bilančních nádrží a udělat chemický rozbor a zjistit kolik fosforu do svých těl zabudovaly po dobu pokusu. Zajímavé by i bylo, podívat se na ekonomiku odchovu v chovném rybnářství. Nárůst sportovního rybolovu, množství a dostupnost návnad a nástrah průmyslově vyráběných spolu s kvalitou a množstvím rybnářského vybavení vede ke zvýšení tlaku sportovních rybářů na vodní ekosystém a jeho nadměrnému obohacování živinami, proto bychom se měli na tuto problematiku více zaměřit a hledat adekvátní řešení ke zmírnění následků naší činnosti.



## 8 Literární přehled

Adámek, Z., Dubský, K., Hartvich, P., Nováček, J., Vostradovský, J. 1995. Rybářství ve volných vodách. Victoria publishing a.s. Praha. s. 204. ISBN: 80-7187-008-0.

Ajmone-Marsan, F., Cote, D., Simard, R. R. 2006. Phosphorus transformations under reduction in long-term manured soils. *Plant and Soil*. 239-250.

Arlinghaus, R., Mehner, T. 2003. Socio-economic characterisation of specialised common carp (*Cyprinus carpio* L.) anglers in Germany, and implications for inland fisheries management and eutrophication control. *Fisheries Research*. 61. 19-33.

Azevedo, L. B., Van Zelm, R., Elshout, P. M. F., Hendriks, A. J., Leuven, R. S. E. W., Struijs, J., de Zwart, D., Huijbregts, M. A. J. 2013. Species richness–phosphorus relationships for lakes and streams worldwide. *Global Ecology and Biogeography*. 22. 1304-1314.

Bailey, J. 2001. Encyklopedie rybářství. Sloart. Praha. s. 288. ISBN: 978-80-7391-165-2.

Bailey, J. 1998. Sladkovodní rybářství. Sloart. Banská Bystrica. s. 192. ISBN: 80-7209-169-7.

Bukaveckas, P. A., Isenberg, W. N. 2013. Loading, Transformation, and Retention of Nitrogen and Phosphorus in the Tidal Freshwater James River (Virginia). *Estuaries and Coasts*. 36. 1219-1236.

Carlton, R. G., Wetzel, R. G. 1988. Phosphorus flux from lake sediments: Effect of epipellic algal oxygen production. *American Society of Limnology and Oceanography*. 33. 562-570.

Cryer, M., Edwards R. W. 1987. The impact of angler groundbait on benthic invertebrates and sediment respiration in a shallow. *Environmental pollution*. 46. 137-150.

- Diaz-Mendez, S. E., Sierra-Grajeda, J. M. T., Hernandez-Guerrero, A., Rodriguez-Lelis, J. M. 2013. Entropy generation as an environmental impact indicator and a sample application to freshwater ecosystems eutrophication. *Energy*. 61. 234-239.
- Doi, H., Katano, I., Negishi, J. N., Sanada S., Kayaba, Y. 2013. Effects of biodiversity, habitat structure, and water quality on recreational use of rivers. *Ecosphere*. 4 (8). 102.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V. 2003. *Obecné rybářství*. Informatorium. Praha. s. 311. ISBN: 80-7333-019-9.
- Hao, B., Wu, H., Shi, Q., Liu, G., Xing, W. 2013. Facilitation and competition among foundation species of submerged macrophytes threatened by severe eutrophication and implications for restoration. *Ecological Engineering*. 60. 76-80.
- Hartman, P., Přikryl, I., Štědranský, E. 1988. *Hydrobiologie*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 320. ISBN: 07-070-88.
- Hines, J., Hammrich, A., Steiner, D., Gessner, M. O. 2013. A field facility to simulate climate warming and increased nutrient supply in shallow aquatic ecosystems. *Oecologia*. 173. 1169-1178.
- Hur, M., Lee, I., Tak, B., Lee, H. J., Yu, J. J., Cheon, S. U., Kim, B. Temporal shifts in cyanobacterial communities at different sites on the Nakdong River in Korea. *Water research*. 47. 6973-6982.
- Jahan, P., Watanabe, T., Satoh, S., Kiron, V. 2001. Formulation of low phosphorus loading diets for carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture Research*. 32. 361-368.
- Jöhnk, K. D., Huisman, J., Sharples, J., Sommeijer, B., Visser, P. M., Stroom, J. M. 2007. Summer heatwaves promote blooms of harmful cyanobacteria. *Global change biology*. 14. 495-512.

Kalinkina, N. M., Berezina, N. A., Sidorova, A. I., Belkina, N. A., Morozov, A. K. 2013. Toxicity Bioassay of Bottom Sediments in Large Water Bodies in Northwestern Russia with the Use of Crustaceans. *Water Resources*. 40. 657-666.

Kim, J. D., Kim, K. S., Song, J. S., Lee, J. Y., Jeong, K. S. 1998. Optimum level of dietary monocalcium phosphate based on growth and phosphorus excretion of mirror carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*. 161. 337-344.

Lellák, J., Kubíček, F. 1991. *Hydrobiologie*. Karolinum. Praha. s. 260. ISBN: 80-7066-530-0.

Liu, M., Zhang, Z., He, Q., Wang, H., Li, X., Schoer, J. 2014. Exogenous phosphorus inputs alter complexity of soil-dissolved organic carbon in agricultural riparian wetlands. *Chemosphere*. 95. 572-580.

Menshutkin, V. V., Rukhovets, L. A., Filatov, N. N. 2014. Ecosystem Modeling of Freshwater Lakes (Review): 2. Models of Freshwater Lake's Ecosystem. *Water Resources*. 41. 32-45.

Niesar, M., Arlinghaus, R., Rennert, B., Mehner, T. 2004. Coupling insights from a carp, *Cyprinus carpio*, angler survey with feeding experiments to evaluate composition, quality and phosphorus input of groundbait in coarse fishing. *Fisheries Management and Ecology*. 11. 225-235.

Rzepecki, M. 1997. Bottoms sediments in a humic lake with artificially increased calcium content: sink or source for phosphorus?. *Water, Air and Soil Pollution*. 99. 457-464.

Schreckenbach, K., Knoshe, R., Ebert, K. 2001. Nutrient and energy content of freshwater fishes. *Journal of Applied Ichthyology*. 17. 142-144.

Stárek, Z. 2011. Rybaření, rybolovné techniky, návnady, nástrahy a vybavení pro rybáře. Computer Press. Brno. s. 248. ISBN: 978-80-251-3364-4.

Terofal, F. 2006. Sladkovodní ryby. Euromedia Group. Praha. s. 288. ISBN: 80-242-1638-8.

Williams, A. E., Moss, B. 2001. Angling and conservation at Sites of Special Scientific Interest in England: economics, attitudes and impacts. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 11. 357-372.

Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvičková, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelenka, J. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press. Praha. s. 360. ISBN: 80-86726-17-7.

Zeman, L. a kol. 1995. Katalog krmiv. VÚVZ. Pohořelice. s. 465. ISBN: 80-901598-3-4

## Přílohy:

násada	modlany	katřina
kapr	2011-7173kg, 2012-4930kg	2011-7415kg, 2012-5764kg
amur	2011-140kg, 2012-172kg	2011-160kg, 2012-200kg
lín	2011-160kg, 2012-0kg	2011-200kg, 2012-0kg
candát 20cm	2011-108kg, 2012-100kg	2011-100kg, 2012-108kg
štika 20cm	2011-267kg, 2012-334kg	2011-467kg, 2012-467kg
úhoř monté	2011-3,5kg, 2012-3,5kg	2011-5,25kg, 2012-5,25kg
údaje o kilech pro candát, štika, monté od Štěpána Romočuského (candát 83,3g, štika 66,7g, monté 3,5g)		

**Tabulka 9 hodnoty pro výpočty kilogramů nasazených ryb do nádrže Modlany**

kukuřice	$0,43 \times 1462 = 628,66\text{kg}$
šrot	$2,199 \times 1462 = 3214,938\text{kg}$
boilies	$0,18 \times 1462 = 263,16\text{kg}$
řepka	$0,15 \times 1462 = 219,3\text{kg}$
konopí	$0,1 \times 1462 = 146,2\text{kg}$
<b>celkem</b>	<b><math>3,059 \times 1462 = 4472,26\text{kg}</math></b>

**Tabulka 10 výpočty pro celkový přísun návnad rybáři do n. Modlany 2011**

kukuřice	$0,43 \times 1067 = 458,81\text{kg}$
vnadící směs	$2,199 \times 1067 = 2346,333\text{kg}$
boilies	$0,18 \times 1067 = 192,06\text{kg}$
řepka	$0,15 \times 1067 = 160,05\text{kg}$
konopí	$0,1 \times 1067 = 106,7\text{kg}$
<b>celkem</b>	<b><math>3,059 \times 1067 = 3263,95\text{kg}</math></b>

**Tabulka 11 výpočty pro celkový přísun návnad rybáři do n. Modlany 2012**

pečivo - 815kg/rok... 1630kg za chovný cyklus
granule - 326kg/rok... 652kg za chovný cyklus
šrot (kukuřice ječmen) - 1630kg/rok... 3260kg za chovný cyklus (2:1)
pšenice - 2934kg/rok... 5868kg za chovný cyklus

**Tabulka 12 souhrn kilogramů krmiva za 2 roky na rybníku Malá Barbora**