

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Daniela **K O Š T E L O V Á**

Studijní program: M 4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Všeobecné zemědělství

Název tématu: Vliv různých druhů antropogenní zátěže v zemědělské krajině.
Vliv eutrofizace na složení řasové flóry.

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :
(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

1. Shromáždění a vyhodnocení údajů o hospodaření vybraných rybníků RS Petrův zdar Nové Hradky v dostupné časové řadě.
2. Vyhodnocení složení řasové flóry vybraných rybníků RS Petrův zdar
3. Vyhodnocení získaných výsledků v relacích s chemismem rybníčních vod a systémem hospodaření.
4. Vyhodnocení ostatní možné antropogenní zátěže jednotlivých rybníčních nádrží a její možný vliv na strukturu a složení řasové flóry.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění, s použitím uvedené literatury a pokynů vedoucího diplomové práce.

Daniela Kostěrová

V Českých Budějovicích 25. dubna 2006

Poděkování: „ Především bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, RNDr. Liboru Pecharovi, CSc., doc. RNDr. Emilii Pecharové, za odborné vedení, poskytnuté rady a podporu při vypracovávání mé diplomové práce a také děkuji RS Petrův Zdar, za poskytnutí informací.

Dále bych chtěla poděkovat pracovnímu kolektivu katedry ekologie Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích, za poskytnuté zázemí a technické vybavení v laboratořích katedry ekologie. Také děkuji mé rodině a příteli za dodání optimismu při konečném zpracování mé diplomové práce.“

Obsah

1. Úvod	6
2. Literární přehled	7
2.1. Fylogeneze paleontologie sinic	7
2.2. Ekologie a zeměpisné rozšíření	7
2.3. Rybníky jako významné krajinné prvky	8
2.4. Historický vývoj rybníků	10
2.4.1. Obecné podmínky vývoje rybníků	10
2.4.2. Vývoj chovu ryb	12
2.5. Rybníky jako specifická kategorie vetlendů	16
3. Novohradské hory	18
3.1. Geologie	18
3.2. Klima	18
3.3. Srážky	19
3.4. Vegetace	19
3.5. Řeky	19
3.6. Rybníky	20
4. Účel, funkce a legislativa	20
4.1. Právní ochrana vody a vodních zdrojů a péče o ně	22
5. Důležitost rybníkářství	22
5.1. Sinice, řasy v rybářství a rybníkářství	22
5.2. Proces eutrofizace stojatých vod	24
5.3. Podíl fytoplanktonu	28
6. Fytoplankton	28
6.1. Fytoplankton rybníků	29
6.1.1. Význam hlavních primárních producentů	33
6.1.2. Sekundární produkce vodních ekosystémů	33
6.1.3. Populace fytoplanktonu	33
6.1.3.1. Škodlivost sinic a řas	34
6.1.3.2. Životní nároky a osidlování nových biotopů	36
7. Výživa sinic	37
7.1. Vazba na planktonový způsob života	37
8. Fyzikální vlastnosti vody	39

8.1.	Světlo	39
8.2.	Teplota	40
8.3.	Turbidita	40
9.	Chemické vlastnosti vody	42
9.1.	Redox potenciál	42
9.2.	Reakce vody (pH).....	43
9.3.	Alkalita vody	43
9.4.	Živiny.....	44
10.	Metodika	46
10.1.	Oblast Novohradských hor	46
10.2.	Odběr vzorků vody	46
10.3.	Popis rybníků.....	47
11.	Výsledky	57
11.1.	Popis vybraných druhů řas.....	57
11.2.	Mikroskopování, měření chlorofylu, turbidita	60
11.2.1.	Mikroskopování	60
11.2.2.	Měření turbidity a chlorofylu.....	60
11.2.3.	Měření průhlednosti vody, teploty.....	64
11.2.3.1.	Měření průhlednosti.....	64
11.2.3.2.	Měření teploty vody.....	64
12.	Závěr.....	67
13.	Literatura	69
14.	Přílohy.....	70

1. Úvod

V dnešní době patří kulturní krajina a všechny její složky, jako vodní plochy neodmyslitelně ke kulturní krajině a dotváří její krajinný ráz.

Rybníky začaly vznikat již v dávné minulosti, aby sloužily jako zásobárna vody. Vodní toky představují přirozenou cestu každého osídlení. Tam, kde byla nějaká říčka, potok a kde bylo možné pohodlně přejít, tam obvykle vznikla osada, obydlené místo. Krajina České republiky, vždy byla plná potoků, tůňek, jezírek, rybníků, ale i bažin. Již kronikář Hájek z Libočan tvrdil o české zemi, že má „řeky hojné a rybné“. Už i staří Češi jídávali velice rádi ryby, a tak zakládali osady při potocích a řekách. Jižní Čechy jsou toho důkazem. Hlavně oblast Třeboňska, ale i jiných oblastí, Novohradsko.

Vodní nádrže jezerního typu u nás též vznikaly jako součást hornického a sklářského podnikání. Velmi dávná hornická činnost na jihu Čech je doložena dokonce již ve třetím a čtvrtém století. Některé z těchto nádrží byly později obnoveny nebo přebudovány na rybníky. První etapu cílevědomého zakládání vodních nádrží pro chov ryb představuje budování stavů. Název stav se používal jako starobylé pojmenování jakéhokoliv rybníka.

Moje práce byla tedy úzce spojena s rybníky. Fytoplankton v rybníce slouží jako potrava pro ryby a jiné vyšší organismy. Život začal ve vodě a vše je na vodě závislé. Kvalita vody ukazuje, jak si vážíme sami sebe a hlavně, jak dokážeme stav krajiny udržet pro další generace.

Cílem mojí práce bylo odebrání vzorků vody z vybraných rybníků a provést vyhodnocení přítomnosti řas a sinic a tím i zásobením živinami tzn. eutrofizaci rybníků. Také jsem zohledňovala hospodaření rybářství při vyhodnocování dat.

2. Literární přehled

2.1. Fylogeneze a paleontologie sinic

Sinice jsou jistě jedny z nejstarších organismů na světě. Svědčí o tom primitivní stavba buňky (nerozlišené v jádro, cytoplazmu a plastidy) a kosmopolitní rozšíření na světě, které je ovšem způsobeno také jejich nenáročností a snadné přemístění. Jsou uzavřenou skupinou, ostře odlišenou od řas a představují nám nesporně vývojový rostlinný kmen (*Cyanophyta*), který slepě končí a z něhož nevznikly žádné jiné rostliny.

Uvnitř kmene směřuje vývojová linie od jednobuněčných kokálních forem k složitějším organizacím s pleorokapsální a hormogonální stavbou trachomů. Nejbližším rostlinným kmenem jsou bakterie. Nelze je však považovat za bezbarvé descendenty sinic, i když některé apochlorické sinice bývají za bakterie považovány a snad jsou dosud mezi bakteriemi zařazeny. Přítomnost asimilačních barviv je často nespolehlivým znakem, protože mnohé sinice jsou bledé až bezbarvé, naopak mnohé bakterie tvoří pigmenty (purpurové a zelené bakterie). U vláknitých organismů je spolehlivým měřítkem hormogonální stavba trachomů a hormogonální pohyb. Tyto znaky jsou vlastní i bezbarvým sinicím *Beggiatoa*, právě tak jako je význačným znakem bakterií přítomnost obrvených, pohyblivých buněk a u vláknitých jednoduchá stavba trichomu, který se snadno rozpadá ve zlomky nebo v jednotlivé buňky. Vláknité organismy, nemající hormogonální stavbu, i když jsou sinicím podobné (*Oscillospira* aj. ze zažívacích orgánů a žaludků různých zvířat), náleží mezi bakterie.

Již v prekambických a paleozoických vrstvách se nacházejí zbytky, které považujeme za fosilní sinice a řasy. Přesné určení je však zpravidla nemožné, protože tyto zbytky nemají zřetelnou mikroskopickou strukturu. Rod *Gloeocapsomorpha* se řadí na základě podobnosti s rodem *Gloeocapsa* mezi sinice. Již v prvohorách žily sinice, které dnes považujeme za nejvyspělejší.

2.2. Ekologie a zeměpisné rozšíření

Sinice jsou obecně rozšířeny všude v přírodě. Rostou i na místech, na nichž jsou životní podmínky pro ostatní rostliny nepřijatelné (skály, ledovce, horká vřídla atd.).

Vynikají neobyčejnou odolností vůči nízkým teplotám. Některé a je pozoruhodné, že tím vynikají právě termální sinice, snášejí po několik týdnů teplotu tekutého vzduchu – 190 °C (Prát, Lhotský, Pospíšil 1950). Rostou jako první organismy na nově vytvořené a neosídlené zemi, např. na vulkanických ostrovech, na uměle obnažených skalách v lomech atd. Mnoho sinic nacházíme v planktonu. Život v planktonní zóně jim umožňují v četných případech plynné vakuoly, které činí buňky lehčími než voda, takže se sinice za klidného počasí shromažďují při hladině a tvoří „vodní květy“ (*Aphanizomenon*, *Oscillatoria agardhii*, některé druhy rodu *Anabaena*, *Microcystis*, *Gomphosphaeria* v sladké vodě, *Trichodesmium erythraeum* v moři). Ale mnoho sinic se vznáší volně v planktonu i bez plyných vakuol, neboť turbulentní i jiné proudy ve vodě zamezí jejich klesnutí ke dnu.

Terestrické formy sinic žijí na vlhkých stanovištích: na zemi, na skalách, na střeších, na kůře stromů, v jeskyních atd. . Některé z nich rostou i na suchých skalách, ale vyžadují občas vlhkost, při níž ožijí. Mají vzezření černých pruhů uložených ve směru stékající vody, např. na vápencových skalách; tvoří je různé druhy rodu *Gloeocapsa*, *Scytonema* atd..

Některé sinice jsou citlivými ukazateli jakosti vody, proto mají význam jako vůdčí indikátory v biologické analýze vody. *Chamaesiphon fuscus* charakterizuje vody katarobní, *Oscillatoria rubescens*, *Nostoc verrucosum* vody oligasaprobni, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena spec. Div.*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria tennis*, *Oscillatoria limosa* vody mesosaprobni a některé sinice (*Spirulina jeneri* a *Phormidium autumnale*) přecházejí i do polysaprobni zóny odpadních vod.

2.3. Rybníky jako významné krajinné prvky

Podle zákona ČNR 114/92 ze dne 19.2.1992 o ochraně přírody a krajiny, rybníky náleží jako ekologicky, geomorfologicky a esteticky hodnotné části krajiny, utvářející nezřídka její typický vzhled a přispívající k udržení její stability, k tzv. významným krajinným prvkům. Tyto významné krajinné prvky jsou legislativně chráněny před poškozováním a ničením. Musí se využívat pouze tak, aby nedošlo k ohrožení nebo oslabení jejich stabilizační funkce. K zásahům, které by mohly vést k poškození nebo zničení významného krajinného prvku nebo ohrožení či oslabení jeho ekologické

stabilizační funkce si musí ten, kdo je zamýšlí, opatřit závazné stanovisko orgánu ochrany přírody.

Z hlediska dalších ustanovení výše uvedeného zákona je nutno rybníky a jejich bezprostřední okolí hodnotit též jako důležitá stanoviště dřevin rostoucích mimo les (§§ 7 a 46), vhodná místa pro náhradní výsadby dřevin (§ 9), výrazné krajnotvorné útvary určující krajinný ráz (§ 12), polohy na kterých existují, nebo které jsou součástí některé kategorie zvláště chráněných území přírody (§14), polohy s existencí biotopů a refugií zvláště chráněných nerostů či kulturně hodnotných geologických a pedologických jevů (§ 59), polohy na kterých je většinou nutno přednostně přistupovat k zajištění pozemků pro tvorbu systémů ekologické stability (§ 59), pozemky, které mohou být předmětem předkupního práva (§ 61), polohy, u kterých je nutno zvažovat existenci veřejně přístupných účelových komunikací, jako jsou stezky, pěšina a cesty, (§ 63), polohy, u kterých je možno zvažovat omezení vstupu z důvodu ochrany přírody (§ 64) a polohy u nichž může přicházet v úvahu omezení podmínek výkonu činnosti fyzických osob z důvodu ochrany přírody a zlepšení jejího současného stavu (§§ 66 a 68).

Ochranu našich četných rybníků se bezprostředně dotýkají i některé mezinárodní konvence, které upravuje jednotný postup při uplatňování ekosoziologických a fyziotaktických opatření v různých geografických a státních celcích. Jsou to např. tzv. Pařížská konvence z roku 1972 (Úmluva o ochraně světového kulturního a přírodního dědictví – Connection Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage), do jehož Seznamu lokalit světového dědictví (List of World Heritage in Danger) se uvazovalo se zařazením některých důmyslných historických rybníčních systémů u nás a především tzv. Ramsarská konvence (Konvence o ochraně humidních území – Convention on Wetlands of International Importance Especially as of Watrefowl Habitat), vypracovaná v roce 1971, ke které se ČR přistoupila až 2.7.1990, v době konání 4. Koncepce účastnických států ve švýcarském Montreaux.

V Ramsarské konvenci je pro členské státy výslovně uveden závazek přiřadit některá vybraná území svého teritoria do Seznamu humidních území mezinárodního významu, na která se vztahují zvláštní povinnosti související s jejich ochranou. Mezi těmito vybranými územími v ČR figurují např. Třeboňské rybníky (159 rybníků o rozloze 5 289 ha celková výměra chráněného území je 10 165 ha).

Rybníky v krajině přitom předně plní funkce tzv. stabilizačních krajinných invariant. Krajinné invarianty, všechny důležité strukturní útvary, prvky, úpravy a kulturní objekty v krajině, které účinným způsobem příznivě ovlivňují její žádoucí funkce, řízení a

stabilitu krajinného ekosystému a které často utvářejí i její typický vzhled (ráz krajiny) a jsou nezřídka nositeli jedinečných estetických účinků. Proto je důležité tyto prvky v rámci kulturně technických činností v každém zájmovém území zachovat a udržovat.

2.4. Historický vývoj rybníků

2.4.1. Obecné podmínky vývoje rybníků

Rybníkářství má staletou tradici. Využitím vhodné konfigurace terénu vznikla svým způsobem ojedinělá rybníční soustava. Počátek proměny Třeboňské pánve z močalovitého území s rašeliništními enklávami v kulturní krajinu se datuje asi od 13.století. Při jejím formování lze uvažovat o několika způsobech vzniku rybníčních nádrží z různých typů mokřadů v příznivých konfiguracích terénu.

a) Mláky – termínem mláky jsou označovány až velké zamokřené deprese, většinou v lesích. Společenstva mlák byla s největší pravděpodobností na Třeboňsku primárním elementem mokřadů.

b) Rašeliniště a slatiniště – Rybníční nádrže mohly vznikat jen z menších humolitických ložisek, protože velké humolitické komplexy nemohly být z hlediska tehdejší technologie odtěženy a tak přeměněny v rybníky.

c) Jezera – Třetím typem, patrně značně rozšířeným, byla jezera. aluviální, pořiční, popřípadě odlesněné plochy nebo bezlesé partie značných bezodtokových rozlitin. V současné době existují srovnatelné aluviální vody, pořiční jezírka, kolem Nové řeky.

Umělé vytváření vodních ploch – rybníků byl obrovitý zásah do dosavadních struktur přírodní krajiny mlák, rašelinišť a jezer Třeboňska. Primárním cílem těchto zásahů bylo zprůchodnění a postupné odvodňování nepropustné krajiny spojené se zájmem o chov ryb. Postupem doby se rybníky staly organickou součástí krajiny a nahradily tak původní jezera a mokřady. V průběhu staletí byly osídleny pestrým společenstvem vodních a bažinných organismů.

Konstrukce kulturní krajiny Třeboňska nemá ve střeoevropských podmínkách obdoby. Byla sice malá, ale postupně cílená:

- 1) k odvodňování čili vynořování krajiny z bažin
- 2) k cílenému vytváření umělých vodních ploch

Vznikaly nejen umělé nádrže, ale i umělá vodní síť kanálů a stok, do té doby v přírodní krajině neznámá. Rybníky dostávaly již při svém zrodu konkrétní biocenologickou náplň – chovy ryb.

Uvedený vývoj byl zprvu velice pomalý a v průběhu doby měl postupně několik etap. Především je nutné zdůraznit, že budováním hrází, zprvu spíše sypaných než šalovaných hrubou kamenitou obrubou na jejich návodní straně, vznikaly v krajině vlastně první terestrické biokoridory. Tato nově se rodící ekotonální biodiverzita měla rozhodující význam pro biologickou rozmanitost ekosystémů nové krajiny, obsahující společenstva makrofyt, nový typ mokřadních luk, společenstva hrází a lesíků a postupně vznikající soustavy remízků.

Využitím vhodné konfigurace terénu vznikla ojedinělá rybníční soustava. I s velkým časovým odstupem musíme přiznat, že zvláště v 16.století se podařilo jen na základě povšechných, empirických poznatků, ale s velkým citem a šťastnou rukou vytvořit jak dobré podmínky pro chov ryb, tak i dodnes fungující vodohospodářský systém.

Výstavbou rybníků v mírných údolích a na malých potocích, přítocích řeky Lužnice, se ve velmi rovinaté Třeboňské pánvi zadržuje velké množství povodňových odtoků. Propojení velké části rybníků Zlatou stokou na druhé straně zajistilo dostatek vody v rybnících v období srážkových deficitů a tím se pro chov ryb vytvořily příznivé podmínky. Také spojení řeky Lužnice s řekou Nežárkou umělým kanálem Novou řekou představuje odvážný fungující systém pro likvidaci vyšších povodňových stavů vody.

První kolonisté - ať již to byli Slované povolání pány z Landštejna (Vítek z Prčic) ze středních Čech, nebo němečtí řádoví rytíři a němečtí lokátoři, kterým dávali přednost páni z Hradce, museli na Třeboňsku překonávat velké překážky.

Kromě nepřístupných lesů ztěžovali osídlení oblasti také komplexy rašelinišť a močálových olšin i smrčín. Po odlesnění často docházelo ještě k většímu zabahnění pozemků, protože chyběly mohutné koruny stromů, které by odpařovaly přebytečnou vodu. Právě zde začínala sláva budoucích stavitelů vodního díla – umělých kanálů, mlýnských náhonů, hrází a vody zadržené úmyslně v mělkých nádržích (stavech).

Těžiště hospodářského využívání této krajiny bylo proto zpočátku jinde než v zemědělství, a proto i v pylových diagramech třeboňských rašelinišť mnohem déle chyběly pylové křivky obilovin a polních plevelů.

Přesné údaje o rybnících jako umělých vodních nádržích k chovu ryb, případně k jiným účelům, je možné ve střední Evropě sledovat od 12.století. V Čechách se připomíná první rybník v roce 1115 v zakládací listině Kladrubského kláštera.

První zmínka o rybníku z jižních Čech pochází z roku 1263 (věnovací listina Přemysla Otakara II. , týkající se kláštera Zlatá Koruna).

K podstatnému rozmachu výstavby rybníků na Třeboňsku došlo za vlády Karla IV. Z tohoto období pochází například rybník Dvořiště, který se připomíná již v roce 1363, kdy byl rozšířen a zatopil okolní louky. Podle dokladů třeboňského archivu bylo v roce 1450 na Třeboňsku 17 malých a 3 velké rybníky o celkové rozloze cca 700 hektarů. Přelom 15. a 16. století znamená pro Třeboňsko nejrušnější období výstavby rybníků. Je spojeno se jménem a prací Štěpánka Netolického, který první vložil do výstavby této rybníční soustavy určitý systém. Podle jeho projektů byly postaveny nebo rozšířeny další rybníky. Zlatou stoku, 46 km dlouhý umělý vodní kanál, postavil Štěpánek Netolický v letech 1506 až 1520.

Dalším významným stavitelem rybníků na Třeboňsku byl Jakub Krčín. Jeho činnost se zaměřovala jednak na přestavbu rybníčních objektů vybudovaných předchůdci a dále pak na výstavbu rybníků nových. . Některé z jeho děl jsou díly vrcholnými mezi něž patří rybník Svět 1571, dříve známý jako Nevděk. Největší rybník Rožmberk byl Jakubem Krčínem dokončen roku 1590. Po dokončení rybníka Rožmberk již budování velkých rybníků nepokračovalo. Stavěly se rybníky menší, doplňovaly se dílčí soustavy. Koncem 18. století bylo na Třeboňsku evidováno 249 rybníků s výměrou 4 947 ha vodní plochy. V té době docházelo k majetkoprávním přesunům, objevovaly se i snahy rybníky rušit.

Nízká bonita drah třeboňských rybníků je většinou uchránila před těmito zásahy, i když k přechodnému dlouhodobému vypouštění také docházelo, zejména v letech 1832 – 1840. Dnes zaujímají rybníky na Třeboňsku 11,4% plochy CHKO.

2.4.2. Vývoj chovu ryb

Informace o druzích ryb chovaných v rybnících jsou zpočátku velmi neúplné. Rybníky pravděpodobně nejprve sloužily pouze k uchování nalovených ryb, které se zde vytřely a rozmnožily. Způsob přechovávání ryb tak naznačil i možnost chovu. Znalost chovu ryb přinesli na třeboňsko přistěhovalci ze západní a jižní Evropy.

První údaje o chovu kapra obecného (*Cyprinus carpio*) v třeboňské oblasti se objevují v roce 1450. Do rybníka se nasazovaly matečné (generační) ryby, zde se

nechaly vytrít a po šesti letech se rybník slovil, vybraly se největší ryby na konzum, zatímco menší se přesazovaly do jiných rybníků.

Tato tzv. kumulativní metoda byla později nahrazena odděleným odchovem plůdku, násadových a konzumních ryb podle doporučení Jana Dubravia, který v roce 1547 vydal knihu O rybnících. Rybníky byly rozděleny do třech kategorií. V rybnících třecích se ryby vytírají a odchovává se zde plůdek, výtažné rybníky jsou určeny pro chov ryb násadových, a hlavní nebo také kaprové rybníky bývají nasazovány většími rybami a loví se zde již ryby pro trh. Dále je zde popsáno komorování obsádek, tedy přechovávání ryb přes zimu v hlubších rybnících. V roce 1568 byl vypracován nový organizační řád pro chov kapra. Hlavní rybníky byly rozděleny do třech stejných skupin. Protože byly loveny vždy za tři roky, dosáhlo se rovnoměrného rozdělení tržního kapra na každý rok. Výtažníky byly loveny každoročně, třecí rybníky se loví vždy za tři roky, proto také byly jako hlavní rozděleny na tři stejné skupiny. První rok se zásadně letnily, pak byly dva roky na vodě a loví se z nich směs jedno- a dvouletých kaprů. Při velké obsádce generačních kaprů a jejich potomstva z obou výtěrů byly tyto rybníky obvykle velice přesazeny, a proto ryby trpěly nedostatkem potravy.

Provedená organizační opatření se projevila zvýšením celkové produkce. Koncem 16. století se z třeboňských rybníků slovílo zhruba 200 tun tržních ryb ročně. Hlavní podíl tvořil kapr, byly však loveny i štiky, lín obecný (*Tinca tinca*), okoun říční (*Perca fluviatilis*) a cejn velký (*Abramis brama*). Kapr starý 6 let měl v průměru 2,5 až 3 kg. Výlovy byly uváděny v džberech.

Podrobně je v archívech zaznamenán výlov z r. 1607, v přepočtu bylo sloveno 219 tun ryb. Následující dlouhotrvající válečné události (třicetiletá válka) se v rybníkářství projeví negativně. V roce 1620 se rybníky vůbec nelovily, pak výlov postupně klesal a vůbec nejnižší byl zaznamenán v roce 1626, a to jen 48 tun tržních ryb. V rybnících došlo k přemnožení štik, neprovádělo se letnění, a proto se přirozená produkce stále snižovala.

Od roku 1677 se začíná s obnovou rybníčního hospodářství. Při velkém poklesu stavu obyvatelstva byl nedostatek pracovníků jak výkonných, tak řídicích, což poznamenalo růst výlovů ryb. Ve velké míře docházelo k přesazování třecích rybníků i výtažníků, takže ryby trpěly nedostatkem potravy a kusová hmotnost byla nízká.

Podstatné změny v obhospodařování rybníků nastávají od roku 1784. Je odstraněno přesazování, jsou stanoveny zásady pro obsádky výtažníků a rybníků hlavních.

Nepodařilo se však ještě zavést správný režim hospodaření i na plůdkových rybnících. Byl zde ponechán tříletý turnus, jehož produktem byl kapří plůdek podvyživený, nízké kusové hmotnosti, který vykazoval vysoké ztráty při přezimování i v produkčním období.

Z 18. století je poprvé uváděno letnění rybníků i mimo již uvedené rybníky plůdkové. Také se zmiňují první jarní výlovy hlavních rybníků, před tím byly loveny vždy jen v podzimních měsících. Obzvláště dobrý výlovek z těchto let byl zaznamenán v roce 1751. Celkem bylo v tomto roce vyloveno 260 tun tržních, tabulových ryb, z toho 20 tun jarním výlovem. Členění podle jednotlivých druhů ryb není uváděno. V tomto období se již ustálilo přisazování štik do hlavních rybníků, velká pozornost byla věnována chovu lína obecného a mníka jednovousého (*Lota lota*). Od chovu mníka bylo však brzy upuštěno. Od roku 1784 rozšířil skupinu vedlejších ryb v rybnících candát obecný (*Stizodonion lucioperca*). Šest candátů chycených v řece Nežárce bylo nasazeno do rybníka Rožmberk a v roce 1786 bylo sloveno 5 kop candátí násady, která se stala základem celého dalšího rybníčního chovu této ušlechtilé ryby. Z druhé poloviny 18. století pocházejí již záznamy o zúrodnování dna rybníků využitím dobytčího hnoje.

K dříve jedinému opatření na udržení úrodnosti rybníků – letnění – se přidružují další hospodářské zásahy. Pro zúrodnění rybníků bylo nařízeno, aby byly lesy od krajů rybníků oddáleny a kolem rybníků zřízeny louky a pole. Zmiňované opatření sledovalo za cíl dosažení splachů úrodných kalů do rybníků. Vlastní hnojení se systematicky neprovádělo, nicméně ve značné míře byla povolována pastva dobytka na okrajích rybníka, což bylo dříve zakázáno.

Na začátku 19. století vedly nízké ceny ryb a velký zájem o polní hospodaření ke snížení zájmu o rybníkářství. I když Třeboňsko bylo uchráněno rušení rybníků, které ve velké míře postihlo např. Polabí, nevěnovala se ani zde potřebná pozornost rozvoji chovu ryb. Až v 50. letech 19. století dochází k obratu. V roce 1871 je revidován systém hospodaření na rybnících, zavedený v roce 1784. Je např. rozšířeno letnění rybníků a na přechodně vypuštěných se 1 – 2 roky pěstují obilniny a další plodiny. Zlepšila se manipulace s rybou, v této době byl již také dostatek odborných rybářských pracovníků. Neklamnou známkou oživení rybníkářství byla skutečnost, že ryby se začaly i vyvážet. V r. 1883 se vyvezlo 18 tun ryb, převážně kapra. V tomto období byl také zaveden organizovaný chov kapra s omezeným pokryvem šupin – kapr hladký, podle dnešní terminologie kapr lysec.

Celou, tuto několik století trvající etapu rozvoje rybníkářství na Třeboňsku můžeme hodnotit jako období chovu ryb na základě dlouholetých zkušeností. Výsledky byly, ale nevyrovnané, střídaly se roky úspěšné s podprůměrnými. Produkce dosažená v 16. století byla po další staletí dosahována jen vyjimečně. Bylo to v již uvedeném roce 1751 a v roce 1879 bylo sloveno 206 tun tržních ryb. Obecně se roční produkce pohybovala kolem 15 tun ryb ročně.

Protože nebyly známe základní údaje o biologii ryb, zejména jejich potravních nárocích, nebyly prováděny potřebné hospodářské zásahy, které by chov ryb příznivě ovlivňovaly. Vycházelo se jen z praktických poznatků: např. nově postavený rybník dával vyšší výnos než rybník starší, proto se zavedlo letnění rybníků.

Počínající rybářský a hydrobiologický výzkum v posledních desetiletích 19. století umožní tuto tendenci změnit a posléze záměrně ovlivňovat rybníční ekosystém. Na Třeboňsku se jednalo zejména o práce Josefa Šusty (1835 – 1914). Šusta svými studii otevřel další cesty, jak rybníční hospodaření zlepšit a zvýšit výnosy. Bylo to důležité i z toho důvodu, že stoupající výnosy z polního hospodaření opět vytvářely tlak na omezování plochy rybníků.

Došlo k pochopení významu jednotlivých vodních organismů jako potravy kapra i dalších druhů ryb a k potřebě podpory rozvoje těchto organismů v zájmu zvýšení rybníční produkce. K tomu bylo zpočátku využíváno zejména letnění, vápnění a příkrmování.

Kapra považuje Šusta za velmi vhodnou rybu k rybníčnímu chovu, protože dobře využije jak přirozenou potravu, tak i předkládané krmivo. Rozšiřuje však i vedlejší ryby v rybnících, zavádí do rybníků první síhy - síha severního marénu (*Coregonus lavaretus maraena*). Při nasazování rybníků požaduje soulad mezi obsádkou a nabídkou přirozené potravy.

Poukazuje přitom na špatné výsledky z přesazených rybníků, které není možné výrazně změnit ani vysokými dávkami krmiv.

Další pokračovatelé vycházeli ze základů díla J. Šusty a zdokonalovali jeho pracovní metody. Produkce ryb uvedená v roce 1990 se však do roku 1945 výrazně neměnila.

K výrazné změně rybníčních ekosystémů však došlo až v druhé polovině 20. století v souvislosti s intenzifikací chovu ryb a celkovou intenzifikací zemědělství. Ještě ve 30. letech byla přirozená produkce poměrně nízká (v průměru mezi 50 – 100 kg/ha). Četné rybníky se vyznačovaly kyselou vodou.

Obsádky ryb byly z dnešního pohledu nízké, ale přitom druhově pestré. Rybníky měly velkou průhlednost vody, byly pravidelně silně zarostlé vodní makrovegetací s dobře vyvinutým a pestrým bentosem. Diverzita celé vodní biocenózy byla vysoká.

V následujících letech došlo ke zkrácení chovného turnusu v chovu kapra a již v r. 1952 byl výlov tržních ryb 1 000 tun. V důsledku intenzifikace rybářské výroby v 50. letech, umožněné zpočátku zvýšeným použitím minerálních hnojiv a intenzivním vápněním, později aplikací krmiv došlo k postupnému nárůstu hustoty obsádek, změně chemismu vody a snížení diverzity vodních organismů. Tento vývoj byl podpořen též postupnou eutrofizací přítokové vody v důsledku přísunu živin z povodí.

Na rybnících se začaly chovat kachny domácí (1952), které dosáhly maxima produkce 1 000 tun (1980). Při odchovu v omezeném výběhu docházelo k bodovému přehnojení vody i rybníčních krajů.

Po roce 1959 došlo ke spojení dvou, dříve samostatných rybářství, ke společné produkci 1 287 tun tržních ryb. Bylo to více jak 90% kaprů, zbytek tvořil lín, štika, candát, maréna, sumec velký (*Silurus glanis*) a ostatní ryby. Spektrum vedlejší ryby bylo v roce 1962 rozšířeno o býložravé ryby (amur bílý, tolstolobik bílý a pestrý).

V roce 1970 byl výlov 1 752 tun, v současné době dosahuje celkový výlov ryb na Třeboňsku přibližně 3 000 tun konzumní ryby.

2.5. Rybníky jako specifická kategorie vetlendů

Vetlend je souhrnné označení pro vodou nejbohatší ekosystémy v krajině, které se utvářejí pod dominujícím vlivem vodní hladiny, ať již je tato blízko k povrchu terénu směrem dolů či nahoru. V ekologické literatuře je rozlišováno třicet až čtyřicet druhů či typů vetlendů, zahrnujících ekosystémy s půdami zaplavovanými nebo půdami nasycenými vodou intermitentně či trvale, s vodou tekoucí (eustatické: dolní toky řek, astatické: potoky a říčky), stojatou (eustatické: některá jezera, astatické: rybníky, rybníčky, tůňky) či vodou s bystrinným prouděním, vodou kyselou nebo alkalickou, krasovou eutrofní, oligotrofní či dystrofní, mořskou, brakickou či slanou vnitrozemskou, přírodního původu nebo vzniklé uměle apod.. Nejčastějšími typy vetlendů v našich přírodních podmínkách jsou např. ekosystémy pramenišť, mělkých bažin, hlubokých bažin, vrchovištních a přechodových rašelinišť, slatinišť, vlhkých luk, sezónně zaplavovaných depresí, bezodtokých depresí a jam, tekoucích vod potoků a říček, studánek, mělkých jezer a rybníků.

Z výše uvedeného je mimo jiné zřejmé, že v češtině často se vyskytující nahrazování anglického termínu „wetlands“ označenými mokřad či mokřady je značně nepřesné a zavádějící.

Pro své nezastupitelné hydrologické, geobotanické, zoologické, abiotické, přírodovědecké, estetické a stabilizační funkce se vědecké studium a ochrana vetlendů dostává stále více do popředí zájmu jak kulturně technického inženýrství, tak ekologů a ochranářů. Rybníky jako komplex těch „nejmokřejších“ ekosystémů v daném území často v naší krajině plní funkci důležitých biocenter (= ekologicky významné úseky části území, které vykazují takovou kvalitu a velikost, že jsou schopny zajistit trvalou existenci organismů přirozeného genofondu).

Rybníky v krajině přitom předně plní funkce tzv. stabilizačních krajinných invariant. To znamená, že jako krajinné útvary, které jsou výsledkem syntézy lidské činnosti a spontánních nebo řízených přírodních procesů (provedení terénních úprav a stavebních prací, přírodní sukcese a regenerace, uplatňování provozního režimu, pravidelné péče a korekčních zásahů podmiňovaných aktuálním vývojem) výrazně ovlivňují funkce celého krajinného ekosystému, posilují jeho žádoucí dynamický rovnovážný stav a nezřídka v jistých mezích umožňují i jeho záměrné, cílevědomé ovlivňování.

Rybníky však velice často plní i úlohu kulturně přírodních krajinných invariant. To znamená, že často představují krajinné útvary, které je nutno na daném území chránit již jen z hledisek kulturního a hodnotového systému člověka, jako kulturní dědictví a biocentricky definované přírodní bohatství.

Proto např. v rámci přípravy komplexních pozemkových úprav, při zpracování projektů obnovy vesnice, melioračních a jiných činnostech kulturně technického inženýrství představuje určení krajinných invariant velice důležitý a nezastupitelný podklad pro zachování kulturně-přírodní integrity krajiny, obnovu, udržení, posilování a řízení rovnováhy krajinného ekosystému a pro ochranu krajinného rázu.

3. Novohradské hory

3. 1. Geologie

Podle geomorfologického členění České republiky jsou Novohradské hory a jejich podhůří dva geomorfologické celky podsoustavy Šumavské hornatiny. Novohradské hory (v Rakousku Gratzener Bergland nebo Freiwald a Weinsberger Wald) jsou výrazně omezený geomorfologický celek, tvořený plochou kernou hornatinou vrásozlomových struktur a hlubinných vyvřelin centrálního moldanubického plutonu, vzniklých vyklenutím paleogenního zarovnaného povrchu České vysočiny v jižní části a jeho následným rozlámáním v jednotlivé kry vlivem tektonických pohybů v souvislosti s alpínskou orogenezí. Tímto vyklenutím byl porušen a do různých výšek přesunut původní zarovnaný povrch. Jeho stopy jsou vyznačeny zřetelnou vrcholovou hladinou v nadmořské výšce okolo 930 m n.m. . Celé pohoří bylo rozčleněno poměrně hustou a téměř pravoúhlou sítí až 200 m hlubokých, sevřených údolí střední Malše a jejích přítoků v systému širokých horských hřbetů, převážně směru SZ – JV a sedly oddělených vrcholů.

3. 2. Klima

Novohradské hory a jejich podhůří leží v přechodném pásu středoevropského typu, v kterém je zhruba vyvážen vliv kontinentu a oceánu. V nejvyšších polohách jsou již patrné vlivy horského klimatu se zvětšenou oblačností a srážkami a se zvýšeným počtem slunných dnů na podzim a v zimě.

Důležitým činitelem je nadmořská výška a reliéfová členitost, podle obecně platných pravidel se s nadmořskou výškou snižuje teplota a přibývá srážek. Průměrné roční teploty kolísají od 6,1°C (Hojná Voda) do 7,4°C (Byňov). Nejstudenějším měsícem je leden, kdy průměrná teplota v Hojně Vodě dosahuje -3,1°C, v Byňově 2,4°C a ve výšce nad 900 m n. m. klesá pod -4°C. Naopak nejteplejší je červenec (Hojná Voda 15,2°C, Byňov 16,9°C), kdy izoterma 15°C probíhá přibližně ve výšce 700 m n.m. . Na teplotu má vliv i tzv. letní monzun, který snižuje průměrnou teplotu června , dále je patrný v ročním chodu teplot, větší pokles teploty v září (oproti srpnu pokles teploty až o 4°C).

3. 3. Srážky

Množství srážek v Novohradských horách se zvyšuje od severu k jihu a pohybuje se v rozmezí od 600 – 900 mm. Nejdeštivějším obdobím je léto, neboť během léta spadne více než 40% srážek. V létě jsou jednou z nejdeštivějších oblastí jižních Čech (průměrně padá pouze 38%), naopak v zimě je množství srážek jedno z nejmenších v jižních Čechách (12 – 15%).

3. 4. Vegetace

Původním typem zdejších lesů byly horské jedlobukové smíšeniny. Dnes se z nich zachovala řada pralesních zbytků, Žofínský prales a prales Hojná Voda jsou chráněny jako nejstarší středoevropské rezervace již od roku 1838. V těchto porostech tvoří specifickou složku nízká řeřišnice trojlistá. Na nejvyšších hřebetech Novohradských hor navazují na květnaté bučiny značně ochuzené kyselé horské bučiny. V jejich podrostu se kromě typických rostlin (věsenka nachová, kokořík přeslenitý) častěji setkáváme s rostlinami charakteristickými pro smrčiny, např. bika lesní, podbělice alpská, třtina chloupkatá. Pro náhorní polohy jsou typické řídké podmáčené smrčiny, s bohatými přízemními mechovými a rašeliníkovými koberci. Z bylin jsou nejvýznamnější: sedmikvítek evropský, dřípátka horská, kamzičník rakouský a specifická je nápadná kýchavice bílá. Nejběžnějším typem horských luk jsou tzv. smilkové pastviny, kde hlavní složkou je smilka tuhá a několik málo dalších otužilých rostlin. Zejména v podhůří byla naprostá většina původní vegetace vymýcena, krajina zkulturněla a je zemědělsky využívána.

3. 5. Řeky

Novohradskými horami probíhá hlavní evropské rozvodí mezi Severním a Černým mořem. Česká část patří k úmoří Severního moře, ale většina rakouské části patří již k úmoří Černého moře. Říční síť v Novohradských horách je značně nesymetrická, protože řeka Malše, která odvodňuje většinu území, přijímá většinu přítoků zprava. Říční síť je nejhustší v nejvyšší části pohoří, protože je zde největší množství srážek a také četná prameniště (Malše, Černá, Stropnice, Svinenský potok). Řeky a potoky jsou krátké, přímé a mají celkem velký spád a odtok (na horních tocích až 11 l/s.km⁻²).

3. 6. Rybníky

Patří k typickému koloritu jihočeské krajiny. Převládají zde spíše rybníky malé. Z celkového počtu 246 jich má 140 rozlohu menší než 1ha. Největší je Žárský rybník o rozloze 119,7 ha, který je zároveň i nejhlubší, 3,5 m. Zadržuje 1,6 mil. m³ vody a délka jeho hráze je 300 m. Na umělém ostrově zřídili Buquoyové v letech 1716 – 1718 přírodní park s hvězdovitými alejemi cizokrajných dřevin a letohrádkem uprostřed. Bohužel, za minulého režimu byl zničen a ostrůvek využíván k chovu kachen. Dalšími většími rybníky jsou Byňovský, Nakolický, Olešnický Velký, Borek u Lhotky a Bláhů Velký. Nejmenším rybníkem je Šustov, který nepřesahuje hloubku 1m, má však nejdelší hráz, 2,2km.

4. Účel, funkce a legislativa rybníků

Hlavním účelem je v naprosté většině našich rybníků intenzivní hospodářský chov ryb. Rybníky s tímto druhem využití se nejčastěji dělí na matečné rybníky, výtažníky, komorové, hlavní a karanténní rybníky sádky a haltýře. Hlavním účelem rybníků může však být např. i chov vodní drůbeže (např. u tzv. kaprokachních rybníků), kožešinové zvěře, energetické, zásobní, retenční, závlahové, vodárenské, usazovací, protierozní, recirkulační, předeřívací, chladicí, požární, odvodňovací, čistící, plavící, eutrofizační, homogenizační, rekreační, myslivecké, sportovní, přírodovědecké, ochranné, estetické využití a jejich kombinace.

Velice zajímavým příkladem využití rybníčních nádrží k jiným hlavním účelům nežli je klasický chov ryb byl např. komplex celkem 20 rybníků, rybníčků a vodních nádrží přírodně krajinářského parku v Červeném Dvoře. Rybníčky s mnohdy romantickými názvy (Zámecký rybník, Velký rybník, rybník U ovčárny, Malý rybník, Lesní jezírko, Rusalčino jezírko, Kruhový rybník, Bobří rybník, Kněžnino jezírko, Leknínové jezírko, Slepé rameno, Pěnišnický rybník apod.) zde kromě své mimořádně vysoké estetické působivosti sloužily jako zdroj vody pro napájení parkových fontán, kašen, bazénů, napajedel a vodopádů, zásobování zámku a jeho hospodářských objektů užitkovou vodou, pro zásobování izolovaně situovaného objektu lázní, pro pohon mlýna, závlahu parku, ale i jako zdroj vody pro kejdivání na některých pozemcích mimo park, k chovu bobrů, pro plavení ovcí, koupání, rekreaci, atd. .

Soustava rybníčních nádrží s celou plejádou objektů vodního stavitelství, historických vodárenských, vodohospodářských a hydromelioračních zařízení a systémů, s předřazenými bifurkacemi vodotečí, náhony přivádějícími potřebné množství vody z jiných povodí a předřazenými zásobovacími a intervenčními rybníčky, zajišťujícími vodní provoz parku a zámeckého hospodářství i v jiných suchých obdobích, vytvářely ve svém souhrnu v Červeném Dvoře u nás zcela ojedinělý přírodně krajinářský park, pro jehož označení je možno používat adjektivum vodní.

Vedle uvedených hlavních druhů využití každá rybníční nádrž podle J. Gergela plní v krajině i celou řadu dalších nezastupitelných funkcí, z nichž nejvýznamnější bývá funkce hydrologická. Nádrže působí současně jako odvodňovací prvek pro své povodí a jako závlahový prvek pro území bezprostředně související a níže položená (což umožňuje spontánní nebo řízené intervenční nadlepšování vodního režimu půdního prostředí nebo případně i nízkých havarijních stavů vody v tocích), sehrává roli dílčího regulačního prvku, který se podílí na transformaci méně stabilních hydrologických charakteristik povodí na více stabilní, podstatným způsobem předurčuje vzepětí depresních křivek hladiny podzemní vody a to do značných vzdáleností od průsečiku břehové čáry a volné hladiny a nezřídka se významně podílí i na dotování hydrogeologických struktur v území.

Současná rybářská praxe má snahu udržovat poměrně vysoké rybí obsádky. V důsledku toho, přesněji v důsledku intenzivního predačního tlaku ryb na zooplankton, dochází k eliminaci velkých jedinců perlooček rodu *Daphnia*.

Z uvedených skutečností vyplývá, že ekologická situace rybníků dnes nedovoluje velké snížení rybích obsádek kvůli značnému riziku kyslíkových deficitů při ustanovení stadia čisté vody, tj. planktonu s převahou velkých perlooček rodu *Daphnia*. Na druhé straně ani udržování intenzivního vegetačního zákalu není bez rizik, která v tomto případě představují především planktonní sinice. Tyto organismy jsou považovány za potravně málo vhodné pro zooplankton, jsou schopné udržovat trvale velmi vysoké pH, řada kmenů je schopná produkovat různé druhy toxinů a v neposlední řadě i jejich respirační aktivita nebo kolaps celé populace představují riziko kyslíkových deficitů.

4. 1. Právní ochrana vody a vodních zdrojů a péče o ně

Závažným celosvětovým problémem se stává jednak nevhodné využívání vodních zdrojů, jednak zneužívání vodních toků, přirozených nádrží i moří. Stávají se smetištěm, kam lze snadno vypouštět a ukládat odpadní látky a nepotřebné produkty všeho druhu, dochází zde mnohdy k různým, často zbytečným haváriím a úniku nežádoucích látek. Společenský zájem o ochranu vodních zdrojů si také v ČR vynutil vydání řady předpisů a nařízení, novelizaci starších a vydání nových zákonů. Upravují právní vztahy ve vodním hospodářství a při racionálním využívání vodních zdrojů odběrateli a uživateli i postih znečišťovatelů. Šíři problematiky ilustruje Zákon č. 254/2001 Sb. , o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

5. Důležitost rybníkářství

J. V. Štěpán pojednává ve své knize z roku 1915 „ O důležitosti rybníkářství“, ve kterém se zmiňuje o zcela mimořádném užítku ze zakládání rybníků a jejich následnému využívání. Pozemky méně výnosné dají se dnes dobře, kde je to jen trochu možné, v rybník obrátit, neboť racionálním „rybníkařením“, pak příkrmováním ryb dá se výnosnost půdy „zvětšiti“. A platí-li shora uvedené všeobecně, tu pro český jih dlužno o tom „uvažovati“ zvláště bedlivě, neboť půda je tu chudá, většinou prahorní nebo třetihorní, pracovních sil nedostatek a také dosti špatná komunikace, hodí se proto rybníkářství velmi dobře na český jih, neboť uvážíme-li hořejší podmínky a nynější cenu ryb, musíme „doznati“, že není nikde místa pro rybníkářství příhodnějšího.

Vedle toho také „uvážiti“ musíme, že vzrůstá se poslední dobou na českém jihu ruch dobytkařský a meliorační, kterážto obě odvětví hospodářství pospolu kráčetí mohou s rybníkářstvím „můžet“ se voda z pozemků odvodněných „svéstí“ do rybníků., rybníční voda do jisté míry „použiti“ ku zavlažování luk, na nichž pak dobrá píce roste pro hovězí dobytek.

5.1. Sinice a řasy v rybářství a rybníkářství

Rozvoj živočichů ve vodě, právě tak jako na souši, závisí na množství rostlinné potravy, která v nádrži vzniká. Množství drobné živěny ve vodách a na ní závislé přírůstky ryb a jejich četnost jsou podmíněny intenzitou produkce organické hmoty,

kteřou dodává rostlinstvo nádrže, a to jak pobřežní, tak fytoplankton. Rostlinný plankton je do jisté míry indikátorem hojnosti rybí populace. V sladkých vodách, v jezerech a v rybnících, není fytoplankton jediným dodavatelem rostlinné hmoty. Čím je nádrž menší a plošší, tím více se podílí na produkci rostlinné otravy vegetace pobřeží nádrže, a to jak velké cévnaté rostliny, tak drobný nárost na ponořených předmětech a částech rostlin, na pobřeží i na dně. Řasy a sinice jsou mnohem kvalitnější potravou pro vodní živočišstvo než velké makroskopické rostliny cévnaté. Mají poměrně tenké blány nebo někteří bičíkovci jsou vůbec bezblanní a jejich buňky se snadno rozpadají v jemný, ve vodě rozptýlený detrit.

Naproti tomu pobřežní makrocyty, zvláště tzv. tvrdá flóra trav, sítin, skřípín a přesliček, dodávají nádrži po odumření tuhá, z buničiny složená rostlinná těla, špatně se rozkládající a nepoživatelná pro drobnou živěnu.

Fytoplankton má nesporně velký význam pro výživu planktonních korýšů, kteří jsou jistě důležitou složkou potravy kapra i jiných ryb. Fytoplankton může být přijímán filtrujícími korýši buď přímo, nebo se rozpadá činností bakterií v detritu, který korýši zachycují svými filtračními zařízeními. Např. v rybnících s vodním květem *Aphanizomenon flos-aquae* přijímají perloočky daleko více detritu a bakterie než vlastní buňky sinice. Filtrací suspendovaného biosestonu se živí i mnoho zástupců fauny dna, např. larvy některých pakomárů.

Také ostatní živočichové, kteří jsou potravou ryb, jsou odkázáni ve výživě na řasy nebo produkty rozpadu jejich těl, takže závislost mezi rozvojem řasové mikroflóry, drobné živěny a rybí produkce je nesporná, i když v podrostech měnlivá a ne dost známá. Rovněž prvoci, živící se animálně, zhlcují řasy a někteří jsou specialisty na určité typy. Nálevníci z rodu *Chilodon*, *Oxytrichia atd.* se živí hlavně drobnými rozsivkami z rodu *Navinula a Nitzschia*, jichž spotřebují 30 - 90 za den.

Řasy a sinice jsou také přímou potravou ryb. Zvláště mladé ryby, býložravé více než dravé, požírají řasy, jestliže je nedostatek živočišného planktonu nebo chybí-li vůbec. Hojně řas nacházíme kromě potravy v zaživací rouře kapřího plůdku i plůdku jiných ryb, zvláště u ryb býložravých, např. u perlína, podoustve a plotice. Perlín se živí ponořenými rostlinami i řasami, plotice přijímá i vodní květ sinic; zato cejn žere řasy jen z nedostatku jiné potravy.

Některé všežravé ryby s oblibou požírají řasy. Střevle (*Phoxinus phoxinus*) mívá ve střevě kromě nejrůznější zvířeny a hmyzu spadlého do vody bohatou náplň vláknitých řas. V našich podhorských řekách všežravý jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*) nemá-li

jinou potravu přímo se přecpává zelenými řasami, které pokrývají kamenitá dna toků brzy na jaře, kdy je nedostatek živočišné potravy.

Ne každý druh sinic a řas, jehož vzrůst byl povzbuzen hnojením rybníků, je vhodným zdrojem potravy pro drobnou živěnu rybníka. Výrobnost rybníka a hektarový výnos je jistě také podmíněn jakostí, kvalitou mikroflóry, tvořící nadprodukcí.

Proto hydrobiolog, který sleduje výsledky hnojení rybníků, nemůže se spokojit jen zjištěním množství rostlinné hmoty, nýbrž musí určit druhy v planktonním společenstvu.

5. 2. Proces eutrofizace stojatých vod

Pokud jde o obsah biogenních prvků a primární produkci, rozlišujeme dva základní typy vodních nádrží. Vody chudé na živiny a s malou produkcí organické hmoty řadíme k oligotrofnímu typu, vody s velkým obsahem minerálních živin a s vysokou produkcí rostlin i konzumentů prvního (býložravci) i druhého (masožravci) řádu jsou vody eutrofního typu.

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 počátku 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.

V posledních desetiletích se projevuje všeobecná akcelerace procesu eutrofizace zejména vlivem rostoucího přísunu biogenních prvků odpadními vodami ze sídlišť, z průmyslu i zemědělské výroby. Tak začíná převažovat indukovaná, antropická eutrofizace, která je průvodním jevem rozvoje civilizace. Pronikavý růst přísunu živin v mnoha případech ohrožuje kvalitu užitkové vody a surové vody určené k úpravě na vodu pitnou.

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. Zjednodušené schéma vzájemných vztahů a vlivů těchto činitelů na biologickou produktivitu vodní nádrže. Produkce vodního ekosystému je závislá a přírodních faktorech modifikovaných stále více činností člověka.

Obdělávání polí a zmenšováním plochy lesů v povodích se narušují hydrologické poměry, zvyšuje se eroze půdy, mění se reliéf terénu, morfologie nádrží, jejich hloubka a konfigurace dna.

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. Provádějí se laboratorní i terénní experimenty, které mají skytnout podklady pro prognózy, jaká zátěž živinami se za daných okolností stává pro vodní ekosystém kritickou a vede ke zvyšování trofie a k nežádoucí eutorfizaci. Většina autorů považuje za hlavní limitující živinu fosfor, při stanovení kritických hodnot zátěže ekosystému živinami je v nejjednodušších modelech srovnávána průměrná hloubka nádrže se zátěží fosforem, je brán v úvahu rovněž objem, plocha, doba zdržení vody (doba obnovení nádrže) apod. . Nestratifikované nádrže jsou méně citlivé na zátěž živinami než hluboké stratifikované nádrže v době letní i zimní stagnace (Wetzel, 1983). 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 epilomnionu dochází k vyčerpání kyslíku v hypolimnionu, k anaerobii a případnému vzniku sirovodíku u dna (Štěpánek a Červenka, 1974; Barthelmes, 1981, aj.). Nerozpustné fosforečnany vázané v sedimentech trojmocným železem a jsou uvolňovány ze sedimentu do volné vody.

Za faktor, jemuž se přikládá rozhodující význam při limitaci rozvoje fytoplanktonu ve vodních ekosystémech, lze označit nesoulad mezi hmotnostním poměrem sloučenin uhlíku, dusíku a fosforu v biomase vodních rostlin a hmotným poměrem sloučenin těchto biogenních prvků (jejich nabídky) v prostředí. Již tyto příklady potvrzují skutečnost, že se fosfor svou nízkou nabídkou nejčastěji uplatňuje jako prvek limitující produkci fytoplanktonu.

V rybnících klesá obsah fosfátového fosforu v závislosti na jeho spotřebě fotosyntézou rostlin. V době jarního maxima fytoplanktonu klesá na hodnoty na hranici měřitelnosti. Po odeznění jarního rozvoje fytoplanktonu, v období tzv. „clear water“, pokud nedojde k rozvoji bentické vegetace, dosahuje koncentrace fosfátového fosforu až $0,7 \text{ mg.l}^{-1} \text{ PO}_4 - \text{P}$ (Kořínek a kol., 1987). Při úvahách o limitaci primární produkce některým z biogenních prvků je třeba mít na zřeteli i rychlost jeho obratu (turnover rate) v ekosystému a specifiku jeho biochemického cyklu.

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 (NO_3) a navíc ho mohou ve vodách zvýšit specializovaní vazači molekulárního dusíku.

Řada experimentálních prací prokázala možnost limitace primární produkce i dalším biogenním prvkem – uhlíkem. Lze ji očekávat ve vodách s nízkou alkalitou nebo ve vodách extrémně tvrdých, v silně eutrofních nádržích s krátkodobým zdržením vody. Limitace primární produkce uhlíkem byla pozorována také v silně eutrofizovaných rybnících typu návesních rybníků.

Vedle uvedených biogenních prvků (makroživin) se mohou jako růstové faktory uplatnit další, tzv. mikroživiny, nezbatné pro růst organismů. Jsou to S, K, Mg, Si, Na, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co, V. Mnohé druhy planktonních řas a nárosty vyžadují pro svůj růst rovněž vitamíny jako tiamin, skupinu B_{12} , biotin a další jednoduché organické sloučeniny. Svou roli hrají rovněž chelátotvorné látky; s těžkými kovy ve vodě tvoří rozpustné komplexy a ty jsou pak použitelné řasami (Russel-Hunter, 1971).

Eutrofizace vod odpadními produkty lidské činnosti podněcuje snahy snížit množství hlavního Diogenu, fosforu, dodávaného odpady do vodních nádrží. Nemalý podíl na tom má používání polyfosfátových detergentů, v nichž by měl být fosfor nahrazen sloučeninami méně aktivních prvků, např. křemíku. Další cestou je úprava odpadních vod před jejich vypuštěním do povrchových vod (recipientů), anebo srážení fosforu přímo v nádržích. Tato metoda se v poslední době úspěšně aplikuje v řadě zemí; fosfor je srážen z odpadních vod solemi železa a hliníku. Jiným způsobem je drenážování komunálních odpadních vod odtokovými kanály mimo nádrže a toky, které mají být chráněny před znečišťováním odpadními vodami (např. zdroje pro vodárenskou úpravu pitné vody).

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. Na vytvoření jednoho kilogramu rostlinné biomasy (v sušině) se evapotranspirace spotřebuje asi 400-800 l vody. Každých 100 kg vyprodukované biomasy spotřebuje asi 60 m³ vody odvedené „atmosférickou cestou“. Intenzifikace zemědělství je v současné době založena na rychlém růstu množství aplikovaných minerálních hnojiv, zejména N, P, K.

Pro úpravu fyzikálně chemických vlastností půdy se rovněž zvyšuje množství dodávaných sloučenin Ca. Dodávaná hnojiva však porosty obvykle nevyužívají kvantitativně. Značná část hnojiv se dostává do vod a podílí se na jejich eutrofizaci. Tyto živiny jsou z půdy vyluhovány v různé míře; nejintenzivnější sloučeniny Ca a N. Naproti tomu sloučeniny P a K se vzhledem ke svému chemickému vlastnostem a sorpčnímu komplexu půd dostávají do vod hlavně erozí. Zemědělství ztrácí touto cestou asi 25% dusíkatých hnojiv. V některých dalších povodích se do povrchových vod dostává až 36% dusíku ze zemědělských půd vymývá (erodována) v podstatně menší míře.

Významnou složkou eutrofizace povrchových vod jsou odpadní vody ze živočišné produkce založené v moderním zemědělství na velkochovech prasat, hovězího dobytka a drůbeže. Exkrementy domácích zvířat jsou bohaté na sloučeniny N, P a K.

Významným zdrojem živin způsobujícím eutrofizaci vod mohou být pro vody chudé na živiny také atmosférické srážky a stupeň znečištění atmosféry plyny a prachem. Tyto složky, které dosahují hlavně sloučeniny dusíku, mohou být zanášeny na velké vzdálenosti od zdroje.

Minerální sloučeniny lze odstraňovat z vod tzv. třetím stupněm čištění, cestou chemickou, fyzikálně-chemickou nebo biologickou. Biologická metoda využívá při odstraňování minerálních živin autotrofních organismů, zejména řas s rychlým vývojovým cyklem, jako jsou *Chlorella*, *Scenedesmus* a *Dictyosphaerium*. V širším měřítku je biologická metoda odstraňování fosforu a dusíku uplatněna v asimilačních a produkčních rybnících.

Intenzitu primární produkce a rozvoje fytoplanktonu lze nepřímo ovlivnit vhodnou rybí obsádkou, která svým žírem reguluje rozvoj planktonních filtrátorů. 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 fytoplankton – zooplankton - fauna dna.

Eutrofizace vodního tělesa je proces reverzibilní; i ve značně poškozených nádržích lze vhodným zásahem zachránit a zlepšit kvalitu vody, která byla znehodnocena.

5.3. Podíl fytoplanktonu na primární produkci vod

Hrubá primární produkce fytoplanktonu vodních ekosystémů vykazuje značné kolísání v průběhu roku i v téže nádrži od jednotek po desítky $\text{g.m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$, vyjádřeno v čerstvé hmotnosti. Protože však biomasa fytoplanktonu v čerstvé hmotnosti i sušiny je jen obtížně měřitelná, máme v literatuře k dispozici nejvíce údajů o množství fytoplanktonu a jeho produkci v jednotkách chlorofylu a, anebo v hodnotách asimilovaného uhlíku. Maximální nalezené hodnoty biomasy fytoplanktonu sladkovodních nádržích se pohybují mezi $15 - 20 \text{ g.m}^{-2}$ sušiny bez popelovin, což odpovídá hodnotám asi $300 - 400 \text{ mg.m}^{-2}$ chlorofylu a. V celosvětovém měřítku však hodnoty naměřené na našich nádržích dosahují jenom asi 50% maximálních hodnot biomasy fytoplanktonu některých silně eutrofizovaných jezer rovníkového pásma. Průměrné hodnoty biomasy fytoplanktonu ekosystémů některých našich rybníků a údolních nádrží ukazují značnou variabilitu jejich produkčního potenciálu. Hodnoty s průměrem vegetačních sezón (IV. – IX.). U údolních nádrží jsou vypočteny pro trofогenní vrstvu.

6. Fytoplankton

Jsou to organismy volně se vznášející ve vodě aktivním pohybem (migrace) nebo pomocí vodních proudů, s hustotou málo odlišnou od 1 a menší než jeden centimetr, nazýváme plankton. Řasy jsou hlavní součástí rostlinného planktonu – fytoplanktonu.

Podle velikosti rozdělujeme plankton na 4 skupiny:

1. Makroplankton- kolonie velké několik milimetrů viditelné okem

2. Mikroplankton – mikroskopické kolonie, nebo velké jednotlivé buňky větší jak 50 mikrometrů, síťový plankton v hydrobiologii

3. Nanoplankton – organismy velké několik mm až 50 mikrometrů

4. Ultraplankton – organismy velké jako běžné bakterie, tj. okolo 1 mikrometrů (mikroalgae) v hydrobiologii

Řasy podle způsobu , jak se udržují v povrchově prosvětlené (eufotické nebo trofogenní) vrstvě vodních nádrží, rozdělujeme na 3 skupiny:

- a) koloniové řasy-sinice, které mají v jistém období menší hustotu než voda, proto plavou při hladině. Vyskytují se často masově , jsou nápadné a nazýváme je , vodní květe
- b) aktivně plovoucí bičíkovci
- c) nepohyblivé druhy s hustotou blízko hustoty vody nebo větší. Jsou pasivně unášeny pohyby vody a jejich výskyt je od těchto pohybů velmi závislý.

Rozličné výběžky , ostny nebo slizové obaly zvětšují jejich povrch a tím i tření , což zabraňuje sedimentaci , nebo zachytávání i velmi pomalé přesuny vodních mas.

6.1. Fytoplankton rybníků

Fytoplankton rybníků (heleoplankton) se od jezerního liší tím, že často obsahuje druhy sinic a řas, rostoucí normálně při pobřeží. Zvýšená koncentrace živin v rybníční vodě jim umožní rozvoj v planktonní zóně.

Také pro jednotlivé typy rybníků můžeme stanovit určitá společenstva fytoplanktonu, která ovšem ve svém složení jsou značně měnlivá. Je to způsobeno tím, že fyzikálně chemické složení vody v malých nádržích je neobyčejně variabilní a ovlivňováno zásahy lidského hospodaření.

Na výživném podkladě jsou dány podmínky pro vznik malých nádrží s vodou obsahující mnoho živin, a tedy i podstatně více organického života všeho druhu. Tam, kde je poloha vhodná pro růst rašeliníku, vznikají rybníky rašelinné s charakteristickou mikroflórou. Podle složení fytoplanktonu můžeme u nás rozeznávat tyto typy rybníků:

Oligotrofní rybníky – jsou u nás zpravidla ve vyšších nadmořských polohách na neúrodném podkladě kyselých hornin. Mají úzký pás pobřežního rostlinstva nebo jsou vůbec bez něho, voda rybníka je čistá, průhledná, bez vegetačního zákalu nebo zbarvení a bez vodního květu. Přirozeně je roční přírůstek malý, 15-30 kg na 1 ha.

Eutrofní rybníky – jsou nejdůležitější z hospodářského hlediska jako vhodný typ pro chov kapra. Mírně eutrofní rybníky s vegetačním zákalem mohou sloužit jako koupaliště k účelům rekreačním, kdežto silně eutrofní rybníky s produkcí vodního květu se k tomu účelu nehodí. Podle fytoplanktonu můžeme eutrofní typ rybníka rozdělit v několik stupňů, které nám současně ukazují stupňující se produkci rostlinné hmoty. Jestliže stoupající produkce rostlinné hmoty je potvrzena množstvím přirozené kapří potravy, tj. drobné živěny planktonu i dna, ukazuje nám současně stav fytoplanktonu bonitní třídu rybníka. Fytoplankton eutrofních rybníků může být kvalitativně různý. Mírně eutrofní rybníky, které jsou na přechodu k oligotrofním, mají vodu alespoň v létě po nějaký čas zkalenou nebo zbarvenou přítomností fytoplanktonu. Silně eutrofní rybníky se vyznačují vodními květy sinic. V našich eutrofních rybnících můžeme rozeznávat tyto typy fytoplanktonu:

- a) vegetační zbarvení zelených řas (*Chlorococcales*) a rozsivek
- b) vegetační zbarvení *Chlorococcales* a bičíkoců
- c) vegetační zbarvení *Chlorococcales* (a bičíkoců nebo rozsivek) s vodním květem sinic *Microcystis*, *Anabaena* a *Coelosphaerium*
- d) vodní květ *Aphanizomenon flos-aquae*

Vodní květ v eutrofních rybnících tvoří sinice, které jsou lehčí než voda, a shromažďují se proto při hladině jako siný povlak, který je dobře viditelný za bezvětří, ale který může úplně zmizet za větru, když kolonie sinic klesnou do hlubších vrstev vody. Z ostatních řas je lehčí a vznáší se při hladině jen *Botryococcus braunii* (*Chlorococcales*), jehož buňky vylučují olej. Žije však v oligotrofních nebo mírně eutrofních rybnících a v našich krajinách vodní květ netvoří.

Společenstva planktonních sinic jsou monotypická, když je tvoří jen jeden druh. Jindy je vodní květ složen z několika druhů sinic, z nichž jedna může být dominantní. Rybníky, na nichž se utvoří vodní květ z uvedených sinic, mohou mít současně vodu zakalenou nebo zbarvenou přítomností drobných *Chlorococcales*, bičíkoců a rozsivek.

Produkce vodního květu je nápadná v silně eutrofních rybnících, v nichž se rozmnožil v planktonní zóně *Aphanizomenon flos-aquae*.

Trichomy této sinice jsou slepeny ve vločky, viditelné pouhým okem, dlouhé až 2 cm a široké 1-2 mm. V rybníce, v němž se daří *Aphanizomenon*, změni se nápadně složení celé biocenózy organismů.

Aphanizomenon opanuje sám planktonní zónu v monotypické kultuře a ostatním řasám se nedaří. Jen ojediněle najdeme v planktonní zóně některé odolné řasy a bičíkovce, např. *Trachelomonas volvocina*, *Ankara ancora*, *Volvox aureus* aj. Současně v rybnících se sinicí *Aphanizomenon* dojde ke zjednodušení zooplanktonu, z něhož zmizí drobní zástupci (např. vířníci) a planktonní zónu ovládnou velké perloočky z rodu *Daphnia*, a to ve značném a nápadném množství. Není znám mechanismus působení sinice *Aphanizomenon* na ostatní organismy v rybníce, který vede ke zmíněnému zjednodušení vodního společenstva; dostaví se všude tam, kde *Aphanizomenon* úplně ovládne celou planktonní zónu rybníka, přináší hospodářský užitek. V rybnících s rozvojem sinice *Aphanizomenon* se nevyvinou ty řasy a bičíkovci, kteří jsou méně kvalitním zdrojem rostlinné hmoty než on sám, protože obsahují celulózní blány nebo křemičité krunýře. Rozvoj perloočky *Daphnia*, která doprovází *Aphanizomenon*, je příznivý pro chov ryb, neboť velké perloočky kapr dychtivě přijímá. V rybnících s *Aphanizomenon* bylo zjištěno až 300 jedinců *Daphnia pulex* v 1 litru. ..

Saprotrofní rybníky – rozumíme malé nádrže, jejichž voda je bohatá na organické látky, rozpuštěné i rozptýlené ve vodě. Zdroj těchto látek je vždy mimo rybník. Dostávají se do nich jako splašky venkovských sídlišť, nebo jako odpadní vody z čistíren, nebo záměrně přihnojováním. Biocenóza organismů v tomto prostředí se živí ve velké míře saprotrofně, a to jak živočichové a heterotrofní rostliny, tak mnohé autotrofní rostliny s asimilačními pigmenty. Některé sinice řasy dovedou kromě asimilace CO₂ přijímat uhlík a jiné prvky z organických látek rozpuštěných ve vodě. Četní bičíkovci mají schopnost jako živočichové přijímat pevnou potravu v podobě jemně rozptýleného detritu nebo kapének ve vodě. Organismy vyznačující se takovou fyziologií výživy žijí v saprotrofním rybníku a jeho fytoplankton je velice výrazným společenstvem. Počet barevných řas a bičíkovců bývá tak veliký, že voda saprotrofních rybníků jeví vegetační zbarvení. Někdy barevný zákal působí jediný druh. Zpravidla je společenstvo saprotrofního rybníka druhově neobyčejně bohaté. Z řas jsou hojně zastoupeny zelené kokální druhy rodů *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Actinastrum*, *Dyctiosphaerium*,

Oocystis, *Tetraedron*, *Chlorella*, aj. . Zelené řasy doprovázejí četné druhy zelených bičíkovců (*Chlamydomonas*, *Carteria*, *Chlorogonium*, *Pandorina*, *Uva* aj.) a krásnooček (*Euglena*, *Lepocincilis*, *Phacus*, *Trachelomonas* atd.) Charakteristický je velký počet bezbarvých bičíkovců: *Polytoma uvella*, *Polytomella citri*, *Chilomonas paramaecium*, bezbarví zástupci rodů *Gymnodinium* a *Katodinium*, druhy rodu *Astasia*, *Paranema*, *Monas*, *Bodo* atd., kteří se živí animálně nebo saprotrofně.

Přítomnost autotrofních organismů v planktonu, tvořících kyslík při asimilaci, má velmi příznivý vliv na aerobní průběh samočisticích pochodů v saprotrofních rybnících a umožňuje život četným živočichům. Pro saprotrofní rybníky mohou sloužit k chovu kapra, jestliže příliv organických látek je tak upraven, aby jej biocenóza rybníka stačila asimilovat. Příkladem saprotrofních rybníků jsou náveské rybníky, biologické rybníky, které slouží k dočišťování odpadních vod z čistíren (tzv. oxidační rybníky nebo stabilizační nádrže), a rybníky, do nichž se zavádějí odpadní vody k vyčištění.

Dystrofní rybníky – jsou u nás vzácné, protože racionální hospodářství je odstranilo. Vápněním a hnojením minerálními a organickými hnojivy jej lze převést v typ rybníka eutrofního. Dystrofií rybník se může utvořit tam, kde jsou podmínky pro růst rašeliníku. *Sphagnum* roste při březích a nezdědka i na dně rybníka a humusové látky, které jsou z porostu vylučovány, barví vody rybníka dohněda. Vegetace pobřežních rostlin je omezena na úzký pruh při pobřeží, pH vody je nízké (3 – 5), redukce fytoplanktonu sice kvantitativně malá, ale druhově bohatá. Rovněž nárůst řas na rašeliníku je neobyčejně druhově pestrý. V planktonu vegetují dvojčatkovité řasy, které se oddělily z nárůstů při břehu a rozmnožily se v planktonní zóně.

Charakterističtí jsou bičíkovci: *Sphagnicola*, *Uroglena americana*, *Dinobryon pediforme*, *Gonyostomum semen*, *Gymnodinium fuscum*, *Phacus suecica*, *Peridinium* (různé druhy) aj. . ze zelených řas nacházíme v planktonu *Ankistrodesmus falcatus* a *Dyctiospharium pulchellum*. Dystrofií rybníky se nehodí k chovu ryb, často jsou nesložitelné, ale obsahují zajímavou a bohatou flóru a faunu. Proto zasluhují ochranu a dnes se prakticky udržují jen v rezervacích. Rašelinné rybníčky přecházejí v rašelinné tůňky, tzv. kolky, s podobnou vegetací ve fytoplanktonu i v nárůstu.

6.1.1. Význam hlavních primárních producentů vod

Z předchozího rozboru podílu nejvýznamnějších skupin fotoautotrofních organismů na sumární primární produkci vodních ekosystémů je zřejmé, že rozhodující podíl na produkci vodních nádrží mají planktonní řasy a sinice. Fotosyntetickou aktivitou fytoplanktonu se produkuje obvykle okolo 90% organické hmoty, tvořící trofický základ pro otravní řetězce a potravní sítě celých biocenóz vodních nádrží.

6.1.2. Sekundární produkce vodních ekosystémů

Studium produktivity a produkce konzumentů, tj. živočišné složky biocenóz vodních ekosystémů, je na rozdíl od sumárních metod měření primární produkce komplikováno řadou faktorů. V ekosystémech vodních nádrží se o výsledek metabolické aktivity prvního článku produkčních řetězců musí dělit členové dvou hlavních skupin konzumentů – zooplanktonu a zoobentosu. Jejich produkci je nutno řešit na úrovni populací různých druhů, často jen velmi obtížně taxonomicky rozlišitelných, nebo na úrovni vyšších taxonů.

Výběr metod se řídí způsobem života, rozmnožováním, délkou života vývojových stádií, způsobem jejich výživy atd. . Často nelze ani dobře vymezit hranici mezi konzumenty prvního řádu (primárních konzumentů čili býložravců) od konzumentů druhého řádu (sekundárních konzumentů nebo-li masožravců), případně konzumentů třetího řádu (terciárních konzumentů, tj. predátorů drobných masožravců) atd. Všeobecně platí pro sladkovodní ekosystémy (kromě periodických vod a některých vysokohorských jezer) za vrcholný (terminální) článek potravních řetězců a sítí jejich rybí obsádka.

6.1.3. Populace fytoplanktonu

Ekologie studuje organismy ve vztazích k jejich životnímu prostředí, jako ve vztazích mezi nimi. Ekologické disciplíny ze začátku usilovali popisovat společenství (biocenozy) rozličných typů prostředí (biotopů). Zjistilo se, že některé společenství mají

podobné složení a vyskytují se v jistém rozmezí životních podmínek (ekologická amplituda, ekologická tolerance).

K těmto disciplínám, sociologii nebo cenologii se po čase připojila fyziologická ekologie, která usiluje zachytit příčinné závislosti vztahu organismů k prostředí a vztahu metabolismu druhů a společenstev k ekologickým faktorům. Ekologie je věda poměrně mladá a sama ekologie řas až v prvních desetiletích minulého století. Životním prostředím sladkovodních řas je jedna z nejdůležitějších surovin pro národní hospodářství - voda. Řasy svojí životní činností mohou změnit jejich vlastnosti (jakost) a tak prospívat nebo naopak škodit záměrem člověka. Někdy se zajímáme o řasy, jako o indikátory úživnosti nebo znečištění vody, její zhodnocení toxickými odpady. Někdy rybářství a rybníkářství je studuje proto, že tvoří první článek potravinového řetězce, který končí cenným produktem, rybím masem. Mnohdy se střetáváme s potřebou omezovat nadměrný rozvoj řas nebo mu předcházet, a to přinejmenším v nádržích na pitnou vodu.

Jinde se naopak usiluje využít pozitivní činnost řas v přírodě (při samočisticích procesech v tocích i v umělých čistírenských zařízeních), jako potravin, průmyslovou surovinu, léčiva apod. .

6.1.3.1. Škodlivost sinic a řas

Některé řasy přímo napadají ryby a působí jejich onemocnění a hynutí. Byly pozorovány zelené kokální řasy, působící v kůži a žábrách kaprů, línů a okounů zánětlivé procesy. Bylo také popsáno hynutí pstružího plůdku napadeného sinicí drkalkou (*Oscillatoria*).

Za určitých okolností se mohou sinice a řasy stát škodlivými pro rybářství a rybníkářství. Porosty pevných vláknitých řas (*Cladophora glomerata* a *Zooclonium hierophycum*) nebo síťovité *Hydrodictyon reticulatum* jsou nevídaným jevem v třecích rybnících. Husté spleti řas jsou chudé na drobnou živěnu a při vypouštění třecích rybníků v nich potěr snadno uvízne a hyne. Také v pstruhových rybnících jsou souvislé a zapojené porosty vláknitých řas nežádoucí. Zásobují sice vodu kyslíkem, ale působí posun koncentrace vodíkových iontů směrem k alkalitě, takže pH stoupne v chomáčích řas i nad 10. Pstruzi např. hynou, jestliže pH stoupne přes 9,2. Také kapři trpí při vysokém pH poškozením pokožky. Vláknité řasy ochuzují vodu nádrže o výživné látky,

kteře se nevracejí do oběhu látek, protože tuhá vlákna těchto řas mají dlouhou vegetační dobu a pomalu se rozkládají.

Obyčejně rybníky s velkými, někdy i několik metrů měřícími komplexy vláknitých řas se vyznačují čistou vodou bez nanoplanktonu a vegetačního zákalu. Při výlovu ucpávají oka sítí a při vypouštění vody se plůdek v nich zachycuje a nemůže se soustředit do loviště.

Rozmnoží-li se příliš vláknité sinice z rodu *Oscillatoria* a *Phormidium* na dně rybníků nebo na stěnách nečistých sádek, získává maso zde chovaných nebo sádkovaných ryb nepříjemný bahnitý zápach. Jsou-li planktonní sinice (*Anabaena*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*), tvořící vodní květy, sehnány větrem, snadno se rozkládají za klidného a teplého počasí. Náhlý úbytek kyslíku ve vodě může ohrozit život ryb. V našich rybnících se tyto případy stávají zřídka. Mnohem škodlivější jsou nadprodukce sinic ve velkých jezerech, v nichž se provádí lov ryb sítěmi, a v teplejších oblastech, v nichž rozklad sinic rychle probíhá a není bržděn nočním ochlazením. Zde vznikají vážné kalamity, nebezpečnější ještě o to, že voda s planktonními sinicemi je jedovatá pro zvířata, jestliže ji pijí. Planktonní sinice tvořící vodní květ, jako *Microcystis*, *Anabaena*, *Gloetrichia echinulata*, znesnadňují občas lov ryb v jezerech a v přehradních nádržích, poněvadž ucpávají sítě.

Je dávno známo, že sinice mohou být jedovaté pro savce, drůbež i ryby a mohou způsobit onemocnění i u člověka.

Dosud byla hlášena jedovatost těchto druhů: *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Gloetrichia echinulata* a *Nodularia spumigena*, dokázali v čistých kulturách, že u *Microcystis aeruginosa* příčinou jedovatosti je endotoxin charakteru cyklických polypeptidů. Jedovatost různých populací sinic značně kolísá, ale může přivodit v krajním případě smrt pokusných zvířat (bílých myši) již během hodiny. Také některé vodní květy *Anabaena flos-aquae* se ukázaly prudce toxickými vedle vodních květů zcela neškodných. Z našich rybníků nebyly dosud hlášeny otravy sinicemi, avšak z Německa je znám případ otravy kachen sinicí *Nodularia*. Sinice ovšem roste v brakických vodách, ale může se vyskytnout i v rybnících s malou přísadou solí.

6.1.3.2. Životní nároky osidlování nových biotopů

Sladkovodní řasy se řídí ve svém výskytu hlavně požadavky na chemické složení vody, které se ve srovnání s moří značně mění. Podobně jako vyšší rostliny, jsou některé řasy vápnomilné, žijící v tvrdé vodě nebo na vápencovém podkladě (*Chamaesiphon fuscus*, *Hydrurus foetidus*, *Lithoderma fluviatile*, *Coccomonas orbicularis*, *Phacotus lenticularis* atd.), jiné rostou výlučně ve vodách kyselých s nízkým pH (většina dvojčatkovitých řas, mnohé obrněnky, např. *Gymnodinum fuscum*, mnohé *Chloromonády*, např. *Gynyostomum semen*). Jiné vyžadují vody eutrofní, bohaté na výživné látky anorganické (sinice tvořící vodní květy) i organické (četné *Chlorococcales*, mnohá *Euglenophyta* aj.). Velký význam pro výskyt sinic a řas mají organické látky, rozpuštěné ve vodě. Jejich chemické složení je však rozmanité a složité, že nelze přesně definovat jejich vliv na rozvoj vodní mikroflóry. Některé organické látky jsou zdrojem uhlíku a slouží k výživě; uplatňují se jako látky růstové (např. vitamíny) a ačkoli jsou přítomny v minimálních koncentracích, podmiňují růst a nadprodukcí řas.

Vedle fyzikálních a chemických vlastností vody rozhodují o výskytu a růstu řas i vzájemné vlivy pospolu rostoucích druhů (Lefevre et al., 1952)

Rozvoj řas může být zastaven nikoli nedostatkem živin, nýbrž vyloučením látek, které brzdí rozmnožování organismu, který je sám vyloučil (autoantagonismus).

Sinice a řasy jsou nenáročné a spolu s bakteriemi osidlují nově utvořený povrch v přírodě nebo nově vzniklé vodní nádrži. V přírodě se jejich spóry nebo buňky v anabióze šíří vzduchem (nebo vodními toky) a jsou prvními obyvateli v nové vodní nádrži nebo na čerstvě utvořeném anorganickém podkladě, ať vznikl lidskou činností, nebo přírodními silami (po sopečných výbuších, zemětřeseních, povodních atd.) . Jejich význam jako průkopníků života spočívá v tom, že první tvoří na minerálním odkladu organickou hmotu, jejíž přítomnost umožňuje život dalších organismů. Buňky řas žijících na vzduchu, snadno vstupují v symbiózu s vlákny lišejníkůvých hub a dávají vznik stélkám lišejníků, jejichž porosty jsou další etapou v osidlování skalního povrchu.

7. Výživa sinic

Sinice jsou autotrofní organismy, které asimilují CO₂ pomocí asimilačních pigmentů a světelné energie. Dovedou však zpracovávat i organické látky a žijí tedy mixotrofně. Proto některé mohou vegetovat i za tmy, a to v přírodě (v jeskyních, v půdě) i při pokusech v laboratoři. V přírodě je nápadná změna barev stélek sinic vlivem světla a výživy. Horské druhy rostoucí na skalách mají silně zbarveny slizové pochvy a membrány (do červena, do žluta, do fialova). U druhů rostoucích v hloubce jezer můžeme pozorovat chromatickou adaptaci, tj. přizpůsobení barvy sinic ke změně kvality světla. Sinice vytvoří komplementární barvu k barvě dopadajícího světla, tj. při modré barvě v hloubce vody se zmnoží v chromatoplazmě sinic množství fykoerytrinu. Chromatická adaptace byla také dokázána experimentálně, ukázalo se, že kromě barvy světla je důležitá jeho intenzita a výživa.

Bezbarvé sinice bývají řazeny mezi sírné bakterie, protože v jejich těle se tvoří síra v podobě zrněk jako viditelný produkt metabolismu. Tvorba síry je však fyziologickou vlastností i některých autotrofních sinic a ani u bakterií se nepovažuje za taxonomický znak. Jednotlivé druhy byly zařazeny do různých řádů.

Kultivace sinic je obtížná, neboť v jednoduchých minerálních prostředcích nerostou. Mnohé z nich dovedou asimilovat vzdušný dusík a daří se v bezdusíkatém prostředí, zvláště je-li přítomen molybden. Pozorování, že sinice dovedou vázat a zužitkovat vzdušný dusík, je dokonce starší než objev bakterií fixujících dusík. Frankův objev byl potvrzen na čistých kulturách (Drewes, 1928) Kjeldahlovou metodou a v poslední době i pomocí isotopu dusíku (Williams et Burris 1952).

7.1. Vazba na planktonový způsob života

Některé druhy jsou úzce vázané na planktonový způsob života. Když klesnou na dno nádrže, tvoří klidová stádia (morfologické nebo fyziologické cysty), nebo hynou, proto je nazýváme euplanktonové organismy (euplankton). Zástupce sladkovodního euplanktonu.

Z těchto tříd řas je pět až šest tříd produkčně nejvýznamnějších.

CYANOPHYCEAE

BACILLARIOPHYCEAE

CHRYSOPHYCEAE

CHLOROPHYCEAE

CRYPTOPHYCEAE

DINOPHYCEAE

EUGLENOPHYCEAE

XANTHOPHYCEAE

CONJUGATOPHYCEAE

Několik příkladů typicky euplanktonních rodů a druhů řas.

Cyanophyceae- *Aphanizomenon*, *Mycrocystis*, *Anabaena flos-aquae*, *Anabaena circinalis*, *Oscillatoria limnetica*, *Oscillatoria rubescens*, *Lyngbya limnetica*, *Gomposphaeria naegeliana*, *Chroococcus minutus*, *Gloetrichia echinulata*

Chrysophyceae- *Chrysococcus*, *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura*, *Uroglena*

Bacillariophyceae- *Asterionella*, *Fragilaria crotonensis*, *Nitzschia holsatica*, *N. acicularis*, *Stephanodiscus*, *Cyclotella*, *Melosira granulata*, *Synedra*

Chlorophyceae- *Chlamydomonas*, *Eurodina*, *Volvox*, *Actinastrum hantzschii*, *Monoraphidium*, *Scenedesmus arcuatus*, *Pediastrum duplex*, *Dictyosphaerium*, *Oocystis parva*, *Crucigenia apiculata*, *Kohiela longiseta*

Conjugatophyceae-; *Closterium limneticum*, *Staurastrum tetracerum*

Cryptophyceae- *Rhodomonas lacustris*, *Cryptomonas marsonii*, *Cryptomonas reflexa*, *Cryptomonas erosa*

Dinophyceae- *Ceartium hirudinella*, *Peridinium niconspicuum*, *Peridinium penardii*

Euglenophyceae- *Trachelomaonas volvocina*

Některé druhy jsou jistý čas svého vývoje vázané na litorální (pobřežní) zónu a až potom se uvolňují do pelagialní (volné vody). (Brook, 1959) se domnívá, že např. někteří planktonní variety litorálních desmidií jsou negenetické modifikace odvozené každoročně od litorálních druhů. Naproti tomu (Lund, 1954, 1955) zjistil, že rozsivka *Melosira italica subsp. Subarctica*, může přejít z planktonního na bentosový způsob života na dně jezera. Hodně druhů často střídá litorální nebo bentosový způsob života

s planktonním. To se týká většiny chlorokokálních řas, např. velké většiny druhů rodu *Scenedesmus*.

Proto tyto druhy jsou hojně v planktonu velkých řek, kde se udržují ve vodě s turbulentním proudem nebo v planktonu „plytkých“ nádržích (rybníce), které často můžeme pokládat celé jako litorální zónu, protože světlo proniká takřka všude až na dno.

8. Fyzikální vlastnosti vody

8.1. Světlo

Velká většina řas jsou autotrofní organismy, to značí, že mají fotosyntetické pigmenty. Základním pigmentem je chlorofyl-a.

Jsou důkazy, že jen chlorofyl-a je schopný měnit energii světla na energii vázanou v organických látkách. Tato reakce, fotosyntéza, je takřka jediným zdrojem organické hmoty na Zemi.

Ostatní fotosyntetické pigmenty řas jsou chlorofyly b až e, žluté a červené karotenoidy, modrý fykocyanin a karmínový fykoerytrin, přítomný v sinicích a červených řasách. Tyto pigmenty mají zřejmě jen úlohu optických filtrů. Umožňují, že na fotosyntézu se využívá světlo v celém rozsahu tzv. fotosynteticky aktivní radiace (FAR), tj. v rozmezí vlnových délek asi 380-740 nm, a to napříč tomu, že chlorofyl-a absorbuje světlo v úzkém rozsahu vlnových délek okolo dvou absorpčních maxim při 430-663 nm. Chlorofyl-a mají všechny řasy a jeho množství v buňkách řas není stálé. Zřejmě je regulované fotosyntetickými enzymy, které dále přenášejí a transformují energii zachycenou chlorofylem.

Když buňka zachytí více světelné energie, než je schopná využít, mění se tato energie na teplo a metabolismus buňky je ohrožený přehřátím.

Celková energie toku slunečního záření dopadajícího na „hladinu“ zemské atmosféry, měřená kolmo na směr záření, má po celý rok téměř konstantní hodnotu $135 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$, má široký spektrální rozsah. Světlo vstupující do vodního ekosystému je kvantitativně i kvalitativně ovlivněno trojím způsobem: odrazem, absorpcí a rozptylem ve vodním sloupci. Ve střední Evropě je vodní hladinou nádrží odraženo v létě v průměru asi 3%, v zimě asi 14% dopadajícího světla. Dochází též ke ztrátám způsobených anorganickými, ale především organickými látkami ve vodě včetně

planktonních organismů. Nejdříve jsou absorbovány okrajové složky viditelného světla, zatímco složky středního pásma pronikají nejhluběji.

8.2. Teplota

Teplota má všeobecně vliv na rychlost metabolických procesů. Tento vliv je vyjadřován tzv. teplotním koeficientem Q_{10} , který udává, kolikrát se zvýší intenzita jistého metabolického procesu při zvýšení teploty o 10 °C. Při sezónním střídání fytoplanktonních populací, např. při jarním rozvoji rozsivek, letnímu růstu sinic apod., je třeba vlivem teploty hledat i jiné faktory, např. čerpání živin, požerový tlak herbivorních, parazitismus, schopnost využít vyšší intenzitu světla.

Zvýšení teploty a intenzity světla může urychlit odumření planktonní populace, která vyčerpala některou z živin. Přizpůsobivost celého planktonního společenstva na rozdílnou teplotu je velká (Hindák et. al 1977).

8.3. Turbidita

Míra úhrnné energie, která se při průchodu světelného paprsku vrstvou disperze o jednotkové tloušťce rozptýlí na všechny strany od tohoto paprsku.

Turbidita charakterizuje zeslabení intenzity primárního paprsku, způsobené rozptylem, při jeho průchodu disperzní soustavou tvořenou vrstvou o tloušťce. Je definována vztahem obdobným Lambertovou – Beerovou zákonu pro absorpci světla.

$$I_0 - I_r = I_0 \cdot \exp(-\tau \cdot x)$$

V případech zajímavých ve fyzikální chemii je rozptyl vždy tak malý, že zeslabení primárního paprsku je nepatrné.

Protože turbidita roztoků mnohých vysokomolekulárních látek je příliš malá, měří se v praxi mnohem častěji intenzita rozptýleného světla než zeslabení primárního paprsku. Přesto se však dosti často experimentální data uvádějí ve formě turbidity, i když měřenou veličinou je ve skutečnosti Rayleighův poměr.

Zákal (turbidita) je definován jako snížení průhlednosti kapaliny způsobené přítomnými nerozpuštěnými látkami. Zákal se měří v relativních jednotkách a aby se

dosáhlo prakticky porovnatelných výsledků, zákaloměry jsou kalibrovány standardní suspenzí formazinu. Zákal měřené látky je pak definován pomocí koncentrace kalibračního roztoku. Hodnota zákalu tedy udává, že měřená látka pohlcuje a rozptyluje stejné množství světla jako určitá koncentrace roztoku.

Pro měření zákalu v kapalině se používají různé optické soustavy vyhodnocující rozptyl a absorpci paprsku světla, procházejícího měřenou kapalinou (metody stanovení zákalu nefelometricky a turbidimetricky). Moderní přístroje kombinují obě tyto metody a měřící čidlo zákaloměru pracuje na principu poměrového vyhodnocení paprsků světla v rovině zdroje záření – absorpce paprsku přímého a paprsku rozptýleného, vzniklého odrazem od nerozpuštěných částic, udávajících zákal, v měřené kapalině. Tento způsob měření do značné míry kompenzuje znečištění měřicí komory, barvu média i stáří optosoučástek. Poměrové vyhodnocení signálu v rovině referenčního paprsku je obvykle v úhlu 90° , ale optika přístroje může být konstruována i pro jiný úhel vyhodnocení. Pravoúhlý zákaloměr umožňuje zákal stanovit komplexněji (množství bílkovin i kvasinek, koloidní částice). Dopřední úhel měření 25° je vhodný pro stanovení množství větších částic nad cca $1 \mu\text{m}$ (kvasinky, křemelina), zpětný úhel měření 135° se používá např. pro odstředěné mléko. Při porovnání obou naměřených hodnot je možné zjistit podíl bílkovin a kvasinek na zákalu, proto přístroje s dvojitým úhlem měření umožňují stanovit podíl částic různé velikosti v měřené kapalině a vypovídají lépe o kvalitě a efektivitě filtrace, popřípadě pomohou předpovědět stabilitu a tím i trvanlivost nápoje.

Měření zákalu není absolutním měřením a hodnoty závisejí na vlastnostech měřené kapaliny (barva, index lomu, velikost a tvar zákalotvorných částic, apod.) . A tak pro porovnání naměřených údajů zákalu je rovněž nutné, aby konstrukce měřícího přístroje odpovídala doporučeným standardům, neboť porovnání naměřených hodnot zákalu u přístrojů různých výrobců je možné jen za předpokladu, že přístroje mají stejnou charakteristiku, zejména stejnou optickou konfiguraci, kalibraci a kompenzaci vlivu barvy měřeného média. Výsledky měření, které byly získány odlišnými typy přístrojů, nejsou srovnatelné. Rovněž ne každý typ zákaloměru je vhodný pro zamýšlený účel použití.

Pro stanovení velikosti zákalu v kapalině může být použita i ultrazvuková metoda. Princip měření je v podstatě stejný jako u metody optické. Porovnává se velikost ultrazvukového signálu, který je do kapaliny vyslán, a velikost ultrazvukového signálu prošlého kapalinou. Poměr obou signálů pak udává zákal. Tato metoda je vhodná tam,

kde by mohlo dojít k značnému znečištění měřící buňky a optické měření by bylo znemožněno- -např. měření oleje ve vodě, apod.

9. Chemické vlastnosti vody

9.1. Redox potenciál

Redox potenciál vyjadřuje potenciál, na který se nabíjí kovová, nejčastěji platinová elektroda ponořená do roztoku s rozpuštěnými látkami, v redukované nebo oxidované formě. Potenciál se vztahuje vůči potenciálu standardní vodíkové elektrody. Hodnota potenciálového rozdílu je úměrná logaritmu poměru redukované a oxidované látky. Podmínkou měření je zvrtnost (reverzibilnost) oxidačně redukční reakce, např. iontů dvojmocného železa. Hodnoty redox potenciálu 0,2 V v hraniční vrstvě vody těsně nade dnem a v intersciální vodě sedimentů indukují redukční nerozpustného trojmocného železa na rozpustné dvojmocné železo. Tím s ručí funkce bariéry oxidované povrchové mikrovrstvy pro výměnu látek mezi bahnem a vodou a do vody nade dnem difundují fosfáty a další látky (srov. Koloběh fosforu). Negativní potenciály platinové elektrody vůči nenasycené vodíkové elektrodě indikují redukční prostředí, pozitivní potenciály oxidační prostředí.

V přirozených vodách a sedimentech má měření a interpretace redox potenciálu převážně empirický charakter. Důvodů je několik. Redox potenciály jsou závislé na pH a na koncentraci rozpuštěného O_2 ve vodě.

Nebývá vždy splněna podmínka reverzibilnosti oxidačně redukční reakce všech přítokových látek. V přirozených vodách a sedimentech mohou být přítomny vedle jednoduchých anorganických redox systémů (např. $Fe^{3+} \leftrightarrow Fe^{2+}$, $NO_2^- \leftrightarrow NO_3^-$ apod.) také málo známé anorganické systémy, jejichž příslušné oxidačně redukční děje nejsou ve fyzikálně chemickém smyslu zvrtné. Přesto poskytuje měření redox potenciálu důležité informace o procesech ve vodních nádržích. Redox potenciál vody epilimnionu stratifikované nádrže kolísá zpravidla mezi 0,4 až 0,6V. Pokud v hypolimnionu poklesne redox potenciál vody, indikuje přítomnost redukovaných látek, např. dvojmocného hydroxidu železnatého (hodnoty 0,3 – 0,2V), anebo přítomnost sirovodíku (hodnoty 0,10 – 0,06 V (Fott a kol., 1978, Wetzel, 1983, Goldman et Horne, 1983).

9.2. Reakce vody (pH)

Kyselost vodných roztoků je způsobena nadbytkem vodíkových H^+ iontů, zásaditost nadbytkem hydroxylových iontů OH^- . V přirozených vodách je reakce vody určována rovnovážnými stavy mezi kyselinou uhličitou a jejími solemi, ale velmi často především mezi volným oxidem uhličitým a hydrouhličitánem. Jakákoli změna v koncentraci jednoho z těchto iontů má za následek změnu v koncentraci druhého. Pro vyjádření kyselé či alkalické reakce vody se používá tzv. vodíkového exponentu pH, definovaného jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů podle formule $pH = -\log [H^+]$, kde H^+ je koncentrace vodíkových iontů v roztoku udaná v jednotkách $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ čili pH = 5, roztok bude kyselý. Jestliže obsah H^+ iontů vzroste stonásobně poklesne, tj. $10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$ čili pH = 9, roztok bude alkalický. Celkový rozsah stupnice pH je od 1 do 14 (Vodrážka, 1982).

Přirozené vody představují roztoky různých látek proměnlivých koncentrací. Jejich reakce kolísá od pH = 3 v kyselých rašelinných vodách s velkým obsahem huminových kyselin po pH = 10 ve vodách s vysokým obsahem uhličitánů a bohatými porosty vegetace. Intenzivní fytyosyntéza rostlinstva, spojená s odčerpáváním CO_2 z vody, může způsobit vzestup alkalické reakce vody na hodnotu pH 11 (Uhlman, 1975). Reakce vody může výrazně ovlivnit oživení vodní nádrže nebo toku. Některé druhy snášejí velké rozpětí pH vody. Ovšem i krátkodobá zvýšení pH vody např. v rybnících vlivem intenzivní fotosyntézy fytoplanktonu a ponořené makrovegetace spojené s biogenní dekalciifikací mohou mít katastrofální důsledky pro rybí obsádku (Lellák, Kubíček, 1992).

9.3. Alkalita vody

Alkalická reakce vody a její hodnota je dána převahou koncentrace hydroxylových iontů nad vodíkovými ionty. Alkalita vody je definována jako její schopnost neutralizovat kyselinu. Je mírou pufrální kapacity vody. Kvantitativně nejúčinnějším pufrálním systémem je systém kyselina uhličitá : uhličitany. Význam ostatních slabých anorganických kyselin (fosforečné, křemičité a borité) je v přirozených vodách zanedbatelný. Stanovení alkality vody je prakticky stanovením obsahu solí kyseliny uhličitá (hydrouhličitánů). Z produkčního hlediska mají kyselé vody s převahou H^+ iontů nízkou produktivitu, protože acidita jednak inhibuje fixaci dusíku, jednak brzdí

recirkulaci biogenních elementů tím, že snižuje rychlost rozkladných procesů organických látek. Alkalické vody vykazují všeobecně vyšší biologickou produktivitu. Přítomnost uhličitanu vápenatého nepřímo zlepšuje provětrávání (aeraci) a propustnost (permeabilitu) zvětšováním velikosti částic sedimentů, vzniklých vločkováním (flokulací) koloidních humusových gelů. Tyto koloidy v interakci s neutrálními solemi omezují uvolňování iontů H^+ iontů, což vytváří příznivé podmínky pro rychlý bakteriální rozklad organické hmoty v sedimentech dna, uvolňování minerálních živin a jejich návrat do vody. Tím se vytvářejí příznivé podmínky pro produkci rostlinné biomasy, tj. primární produkci (Michael, 1984).

9.4. Živiny

Na výživu řas, podobně jako na výživu ostatních autotrofních rostlin, jsou důležité biogenní, stopové prvky a některé organické látky. Atomový poměr hlavních biogenních prvků v biomase řas se pohybuje okolo průměrných hodnot C:N:P=100:16:1.

Anorganický uhlík je ve vodě přítomný jako rozpustný CO_2 , kyselina uhličitá, ionty kyselých i normálních uhličitanů. Řasám je nejvíc přístupný volný CO_2 . Jeho rychlým čerpáním při intenzivní fotosyntéze planktonu. Za klidného počasí a výrazné teplotní stratifikace vody zvyšuje pH povrchové vrstvy vody. Ve vodách s vyšší alkalitou (množství rozpustných uhličitanů, např. uhličitan vápenatý $Ca(CO_3)_2$), dosahuje pH v letním období hodnoty 9-10. Produkce řas je při tak vysokém pH obvykle smíšená, a to svědčí o tom, že vázaný uhlík může být na fotosyntézu využitý jen v omezené míře. CO_2 se doplní rekreací z atmosféry a dýcháním.

N – je důležitý biogenní prvek na tvorbu aminokyselin a bílkovin. Ve vodách se vyskytuje v rozličných sloučeninách, ze kterých řasy preferují více redukované sloučeniny NH_3 před oxidovaným NO_3^- . Amoniakální N se tak může stát limitujícím faktorem primární produkce. Se zvyšujícím se růstem aplikace umělých dusíkatých hnojiv roste koncentrace dusičnanů ve vodě do té míry, že nemůžeme ve většině našich vod počítat s N jako s nedostatkovou živinou.

P – fosfor má důležité místo v metabolických procesech vazby a přenosu energie. Tvoří jen malou část biomasy řas v povrchových vodách se vyskytuje převážně v nízkých koncentracích (mikrogramy na litr a méně). Tím důležitější je jeho oběh,

který může být velmi rychlý (Rigler, 1964). Řasy čerpají fosfor v trofogenní vrstvě intenzivně, to se projevuje na křivkách primární produkce. Skutečné čerpání fosforu je však často skreslený tzv. luxusní spotřebou. Fosfor se v povrchových vodách váže v rozličných sloučeninách: minerální fosforečnany, polyfosfáty, organické látky. Řasy dávají přednost rozpustným minerálnímu fosforu.

Vápník, hořčík, sodík a draslík mají jen malý přímý vliv na metabolismus řas. Tvoří společně se síranovými, chloridovými a dalšími aniony tzv. iontové prostředí, které určuje pH vody a víc nebo méně pevně váže některé živiny (C, P).

Si – je důležitý přinejmenším na inkrustaci schránek rozsivek a žlutohnědých řas a může limitovat jejich růst.

Fe – potřebují řasy v dost vysokých koncentracích (Javornický a kol., 1973). To je však způsobené lehkou oxidací dvojmocného železa ve vodě a jeho vysrážení ve formě nerozpustného hydroxidu

Mikroelementy – jsou většinou kovy, které tvoří součást vitamínů a enzymů. Důležité jsou také Cu, Mn, Mo, Co, Zn a B. Požadavky jsou ovšem pro všechny druhy řas a sinic velice specifické.

Organické látky jsou důležité pro všechny heterotrofní, bezbarvé řasy, které se živý osmotrofně nebo fagotrofně podobně jako prvoci. Mají význam chalátů: tvorbu organických komplexů s některými živinami (P, Fe) udržují tyto látky v roztoku a zamezují jejich vysrážení, sedimentaci uložení do bahna, odkud se jen z malé části opět uvolňují.

10. Metodika

10.1. Oblast Novohradských hor

Novohradské hory se rozprostírají při státní hranici České republiky s Rakouskem na ploše 162 km². Novohradské hory v České republice vyplňují území mezi Novými Hradý, Dolním Dvořištěm a Benešovem nad Černou. Nejvyšších výšek dosahují v Žofínské hornatině na česko – rakouské hranici. Nejvyšším místem je tak Kamenec 1 072 m n. m., dále pak vrcholy, které přesahují 1 000 m n. m., ležící na našem území, je Myslivna 1 040 m n. m. a Vysoká 1 034 m n. m. .

Novohradské hory jsou cenným přírodním územím se značnou koncentrací přírodních zajímavostí (Terčino údolí, Žofínský prales, Hojná Voda) a současně jsou i oblasti, které byly dosud málo zasažené činností člověka. Proto zde byl v roce 2000 vyhlášen Přírodní park Novohradské hory.

Jedná se o území, ve kterém byl do nedávné doby velmi omezen pohyb návštěvníků, protože většina ležela v tzv. hraničním pásmu, do něhož neměli turisté povolený vstup. Po zrušení těchto pásem byly zpřístupněny rozsáhlé plochy lesních porostů při hranicích s Rakouskem.

Budoucí CHKO Novohradské hory by se měla rozkládat v jihovýchodním cípu jižních Čech a zasahovat do okresů České Budějovice a Český Krumlov. Toto území je více než ze 75% pokryto rozsáhlými lesními porosty. Lesy jsou převážně jehličnaté, ale rostou zde i lesy smíšené či listnaté. V oblasti Novohradských hor se nachází také několik mnoho rybníků, které byly předmětem mého pozorování.

10.2. Odběr vzorků vody

Zájmovou oblast jsem si vybrala po dohodě s vedoucím diplomové práce. Zvolila jsem si celkem deset rybníků v oblasti Novohradské hory. Rybníky se nacházejí v blízkosti obcí Nové Hradý, Byňov, Štipton, Petříkov, Janovka a Buková. Každý rybník je něčím jiný (poloha, výměra, hloubka, intenzita hospodaření).

Vybrala jsem si různá roční období, tak aby bylo zřetelné, jak se mění složení fytoplanktonu v rybníce během roku. Vzorky jsem odebírala 25.5.2004, 8.6.2005, 1.9.2005, 2.10.2005 a poslední vzorky byly odebrány 11.12.2005.

Vodu z rybníků jsem odebírala vždy na stejném místě rybníka. Vzorky byly obarveny Lugolovým roztokem a těsně uzavřeny v plastových lahvích o objemu 0,5l.

10. 3. Popis rybníků

Žárský rybník je největším rybníkem, který se nachází v Novohradských horách. Rozprostírá se u obce Žár u Nových Hradů. Je jedním z nejstarších rybníků v Česku. Na vybudování rybníka se podíleli i takoví velikáni rybníčního stavitelství jako, Štěpánek Netolický nebo Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan. Uprostřed rybníka se nachází ostrůvek , na kterém rod Buquoyů nechal postavit letohrádek, který byl bohužel v minulých letech rozbořen. Na ostrově byly vysázeny exotické dřeviny, které vytvářely příjemnou atmosféru okolí. Žárský rybník má rozlohu 119,7 ha. Rybník je hluboký kolem 3 m, u stavidla. Přináší největší produkci ryb rybářství Petrův Zdar. Nyní slouží rybník jen pro chov ryb, ale v minulosti sloužil také pro chov kachen. Ten byl ukončen asi před 10 lety. Samozřejmě, že dříve se na kvalitě vody a na obohacení živinami a organickými látkami chov kachen odepsal. Bylo vidět, že ve vodě plavou zbytky trusu. Voda byla zakalená a znečištěná.



Obrázek 1 – Žárský rybník (foto D. Košťelová)

Lomský rybník se nachází mezi obcemi Byňov u Nových Hradů a Štiptůň, kde sídlí i RS Petrův Zdar. Na Lomském rybníce jsou také chovány kachny. Rozloha rybníka je 15,99 ha. Rybník je ze tří stran obklopen poli. Těsná blízkost polí může zapříčiňovat to, že dochází ke splachům statkových hnojiv, aplikovaná na pole.



Obrázek 2 – Lomský rybník (foto D. Košťelová)

Byňovský rybník, je druhým největším rybníkem, který jsem si z množství novohradských rybníků vybrala. Jeho plocha zaujímá 78,42 ha. Chová se zde především kapr obecný, obsádka kolem 56 000 kusů, lín obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný, tolstolobik pestrý a sumec obecný. Hráz Byňovského rybníka je zároveň hranicí Novohradských hor a CHKO Třeboňsko. Z toho vyplývá, že tyto dvě oblasti na sebe těsně navazují a mohou se i navzájem ovlivňovat.

Na Byňovském rybníce jsou chovány husy. V letošním roce se podepsal chov hus v rozpočtu RS Petrův Zdar. Vlivem rozšíření ptačí chřipky i do České republiky muselo rybářství přistoupit k ochranným opatřením. Došlo tedy k zasíťování celé plochy břehu, kde mají husy přístup k vodě a tím se chov hus negativně podepsal na rozpočtu RS Petrův Zdar.



Obrázek 3 – Byňovský rybník (foto D. Koštelová)

Jakulský rybník nachází blízko rybníka Byňovský. Jakulský rybník se již rozprostírá v CHKO Třeboňsko. Slouží především k chovu kapra obecného. Les, v těsné blízkosti rybníka může zapříčiňovat větší koncentraci huminových kyselin a také zabarvovat vodu v rybníce dohněda. Vodní plocha zaujímá kolem 20 ha.



Obrázek 4 – Jakulský rybník (foto D. Košťelová)

Rybník Vybírač je velice jedinečným rybníkem. Rozloha rybníka není tak velká, 27,2 ha, ale hloubka nepřesahuje 100 cm. V létě dochází k intenzivnímu prohřívání vodního sloupce, takže složení řasové flóry dostatečně ovlivňuje. Za horkých letních měsíců, zejména na počátku léta, dochází k velkému rozvoji řas *Anabaena flos-aquae*, který tvoří na hladině vodní květ. Na jeden z břehů navazuje areál dětského tábora.



Obrázek 5 – Vybírač (foto D. Košťelová)

Hlinitý rybník je prvním rybníkem ze soustavy rybníků v blízkosti vesnice Janovka, do kterého teče voda z rybníka Žár. Je zřejmé, že voda v Hlinitém rybníce je velice podobná svým složením vodě právě v rybníce Žár. Hlinitý rybník slouží rybářství Petrův Zdar jako generační rybník. Chovají se zde generační ryby, kapra obecného. Průměrná váha generační ryby, která je zde chována je 4 kg. Vodní plocha rybníka je 3,13 ha. Čistota vody ve sledovaných obdobích byla na velice vysoké úrovni. Ani jednou jsem nezaznamenala přítomnost vodního květu na povrchu hladiny, takže se domnívám, že nedošlo k přemnožení řasy *Anabaena flos-aquae* nebo *Microcystis aeruginosa* v rybníce.



Obrázek 6 – Hlinitý rybník (foto D. Košťelová)

Horní Stávek s rozlohou 4,83 ha nepatří k největším rybníkům. Hloubka rybníka u stavidla je 2 m. Je to rybník, který je opět něčím ojedinělý a jiný než ostatní vybrané rybníky. Nachází se na okraji lesa. S rybníkem přímo sousedí intenzivně obhospodařovaná zemědělská půda. Může docházet ke smyvům organických látek z pole a tak ovlivňovat složení fytoplanktonu. Obsádku rybníka tvoří hlavně kapr obecný, lín obecný a amur bílý. Rybářství v před 2 lety zrekonstruovalo hráz rybníka, došlo k odbahnění a celkovému vyčištění. Hlavní hráz byl zpevněná kamením. Tento zásah rozhodně ovlivnil kvalitu vody a přítomnost organismů v rybníce. V dřívějších letech, kdy bylo zemědělství velice intenzivní a byl přebytek statkových hnojiv, docházelo k velkému zásobení živin, tzn. eutrofizaci.



Obrázek 7 – Horní Stávek (foto D. Košťelová)

Čertův rybník je rybníkem, na kterém rybářství nehospodaří. Čertův rybník se nachází přímo v lese. Rozloha je 1 ha. Hloubka rybníka není větší než 1 m. Voda v rybníce je zbarvena dohněda, ale čistota vody byla jedna z nejlepších. Nepochází zde k obohacení živinami, tak jako na ostatních rybnících.



Obrázek 8 – Čertův rybník (foto D. Koštelová)

Podoborský rybník s rozlohou 1,09 ha, je posledním rybníkem v soustavě rybníků, do kterého teče voda z velkého Žárského rybníka. Obsádku tvoří hlavně amur bílý a rybářství sem nasazuje embryo kapra obecného. Populace kapra je tedy po čase slovena a nasazena do jiného rybníka. Kvalita vody a ani průhlednost vody nebyla nikdy tak vysoká jako na jiných rybnících. V termínech, kdy jsem odebírala vzorky, byla vždy voda zakalená a barva vody byla hnědá až hnědozelená. Tento rybník nepředstavuje pro rybářství tak velkou produkci ryb a tedy ani příjmy z případného prodeje ryb.



Obrázek 9 – Podoborský rybník (foto D. Koštelová)

Rozloha rybníka Pytlák je 3,8 ha. Slouží rybářství jako plůdkový rybník. Nasazuje se sem hojně také dravá ryba, candát obecný, který pomáhá k redukci plevelné ryby, razbora.



Obrázek 10 – rybník Pytlák (foto D. Košťelová)

11. Výsledky

11.1. Popis vybraných druhů řas, vyskytujících se v rybnících

Společenstva planktonních sinic jsou monotypická, když je tvoří jen jeden druh. Jindy je vodní květ složen z několika druhů sinic, z nichž jedna může být dominantní. Rybníky na nichž se utvoří vodní květ, mohou mít současně vodu zakalenou nebo zbarvenou přítomností drobných *Chroococcales*, bičíkovců a rozsivek.

Produkce vodního květu je nápadná v silně eutrofních rybnících, v nichž se rozmnožil v planktonní zóně *Aphanizomenon flos-aquae*.

Aphanizomenon flos-aquae

Vlákna jsou uspořádána v makroskopických špinavozelených, do 2 – 3 cm dlouhých svazečcích s paralelně uloženými rovnými vlákny. Vlákna jsou zakončena prodlouženými, válcovitými, mírně zúženým a hyalinními buňkami. Vegetativní buňky jsou pseudovakuolami. Spory jsou dlouhé, válcovité. Vyskytuje se ve třech varietách (var. *flos-aquae*, *klebahnii*, *haerdlii*). Trichomy této sinice jsou spleeny ve vločky, viditelné pouhým okem, dlouhé až 2 cm a široké 1 – 2 cm. V rybníce, v němž se daří *Aphanizomenon*, změní se nápadně složení celé biocenózy organismů. Opanuje sám planktonní zónu v monotypické kultuře a ostatním řasám se nedaří. Jen ojediněle najdeme v planktonní zóně některé odolné řasy a bičíkovce , např. *Trachelomonasvolvocina*, *Ankara ancora*, *Volvo aureus* aj. . Současně v rybnících se sinicí *Aphanizomenon* dojde k zjednodušení zooplanktonu, z něhož zmizí drobní zástupci (např. vířníci) a planktonní zónu ovládnou velké perloočky z rodu *Daphnia*, a to ve značném a nápadném množství. Není znám mechanismus působením sinice na ostatní organismy v rybníce , který vede k zmíněnému zjednodušení společenstva; dostaví se všude tam, kde *Aphanizomenon* úplně ovládne celou lanktonní zónu rybníka, a přináší hospodářský užitek. V rybnících s rozvojem sinice *Aphanizomenon* se nevyvinou řasy a bičíkovci, kteří jsou méně kvalitním zdrojem rostlinné hmoty než on sám , protože obsahují celulózní blány nebo křemičité krunýře. Rozvoj perloočky *Daphnia*, která doprovází *Aphanizomenon*, je příznivý pro chov ryb, neboť velké perloočky kapr dychtivě přijímá.

Rybníky s vodním květem *Aphanizomenon flos-aquae* mívají vysoké přírůstky rybího masa. Příčinou dobré výnosnosti rybníků s vodním květem je dostatek rostlinné hmoty, kterou *Aphanizomenon* produkuje a která vyživuje živočišstvo rybníka buď přímo, nebo v podobě jemného detritu, v který se rozpadají buňky sinice.



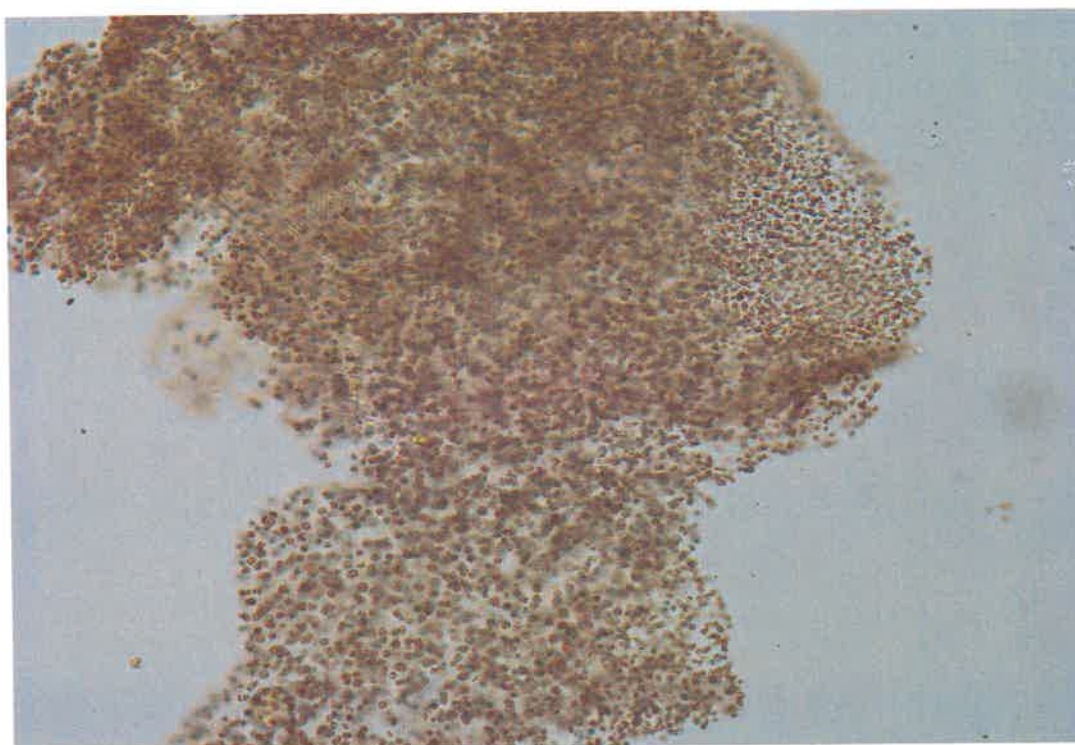
Obr. 11 – *Aphanizomenon flos-aquae* (foto E. Pecharová)

Microcystis aeruginosa

Kolonie mikroskopické. V průměru velké až 5 mm. Tvar mají kulovitý až nepravidelný, někdy jsou proděravěné. Okolo sebe mají bezbarvý rozplývavý sliz. Buňky kulovité jsou pseudovakuolami. Buňky jsou velké 4 – 9,5 μm v průměru.



Obr.12 – *Microcystis aeruginosa* (foto E. Pecharová)



Obr. 13 – *Microcystis aeruginosa* (foto E. Pecharová)

11.2. Mikroskopování, měření chlorofylu-a, turbidita

11.2.1. Mikroskopování

Součástí mého výzkumu bylo i mikroskopování v laboratorních podmínkách. Odebrané vzorky jsem musela co nejdříve prohlédnout pod mikroskopem, aby nedošlo k rozkladným procesům. Proto, aby jsem mohla řasy pozorovat jsem je nejdříve potřebovala „zahustit“ v odstředivce. Stejně nakalibrované vzorky se vloží do odstředivky na 10 minut, poté jsou řasy a sinice na dně zkumavky tak koncentrované, že je možné je pozorovat pod mikroskopem. K mikroskopování jsem tedy potřebovala mikroskop, kapátka, podložní sklíčka, krycí sklíčka, buničitou vatu a vodu. Jednotlivé druhy řas, jsem si kreslila a pak určovala pomocí odborné literatury.

11.2.2. Měření turbidity a chlorofylu-a

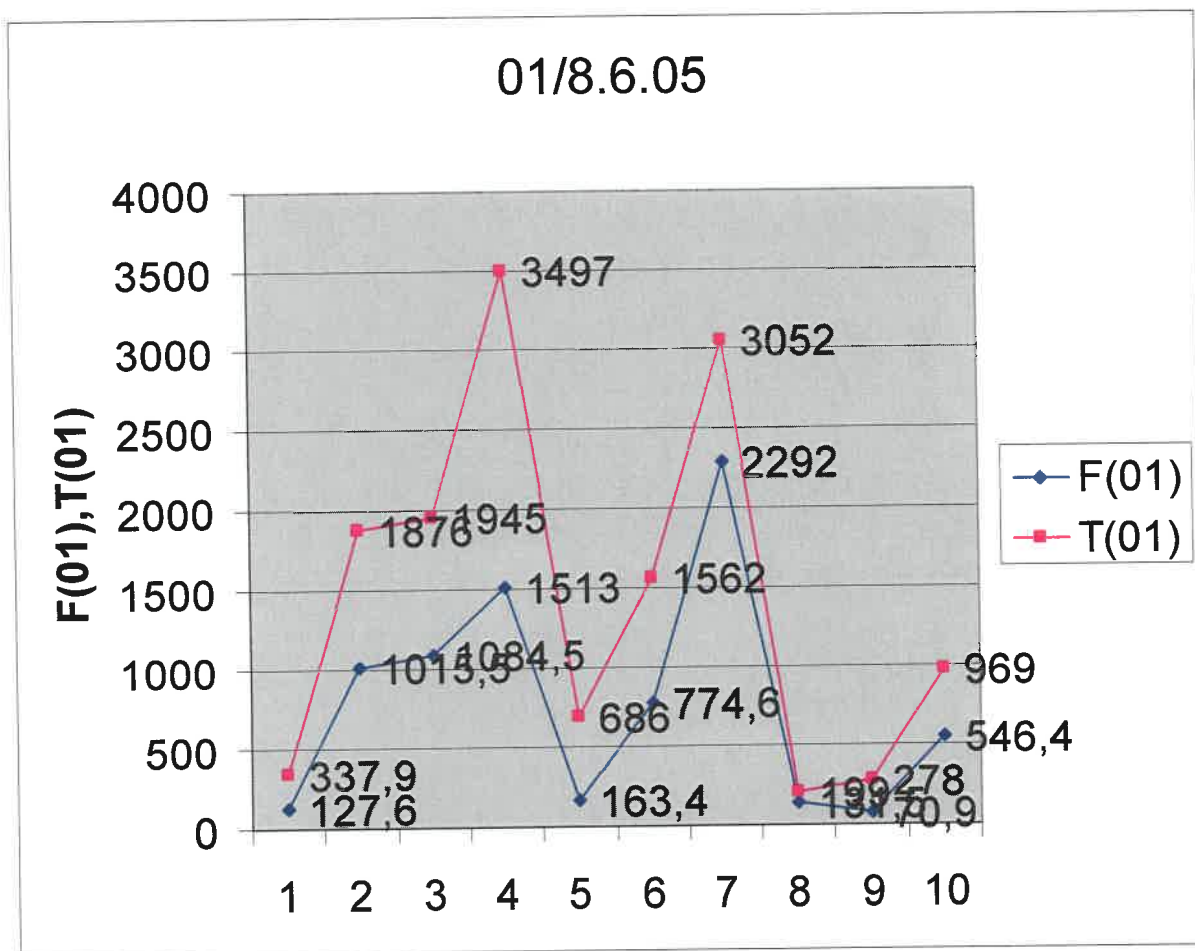
Přístroj na měření těchto dvou ukazatelů se jmenuje CAL STD 503. Nezahuštěné množství vzorku jsem nalila do kyvety, zkalibrovala jsem přístroj a odečetla hodnotu, která se mi objevila na displeji přístroje. Naměřené hodnoty jsem zadávala při sestrojování grafu, jako hodnoty absolutní.

Turbidita, fluorescence

Odběr 01 (8.6.2005)

Rybník	Vzorek č.	A Chl-a (F)			B Turbidita		
		1	2	Ø	1	2	Ø
Hlinitý	1	124,7	130,5	127,6	3,389	3,369	3,379
Byňovský	2	1008	1023	1015,5	18,94	18,57	18,76
Lomský	3	1067	1102	1084,5	19,42	19,48	19,45
Jakulský	4	1498	1528	1513	34,7	35,24	34,97
Pytlák	5	163,1	163,7	163,4	6,87	6,85	6,86
Vybírač	6	771,9	777,3	774,6	15,74	15,5	15,62
Podoborský	7	2341	2243	2292	30,67	30,37	30,52
Čertův	8	130,8	132,3	131,5	2,057	1,924	1,99
Horní Stávek	9	72,74	69,01	70,9	2,759	2,801	2,78
Žárský	10	547,3	545,4	546,4	9,61	9,781	9,69

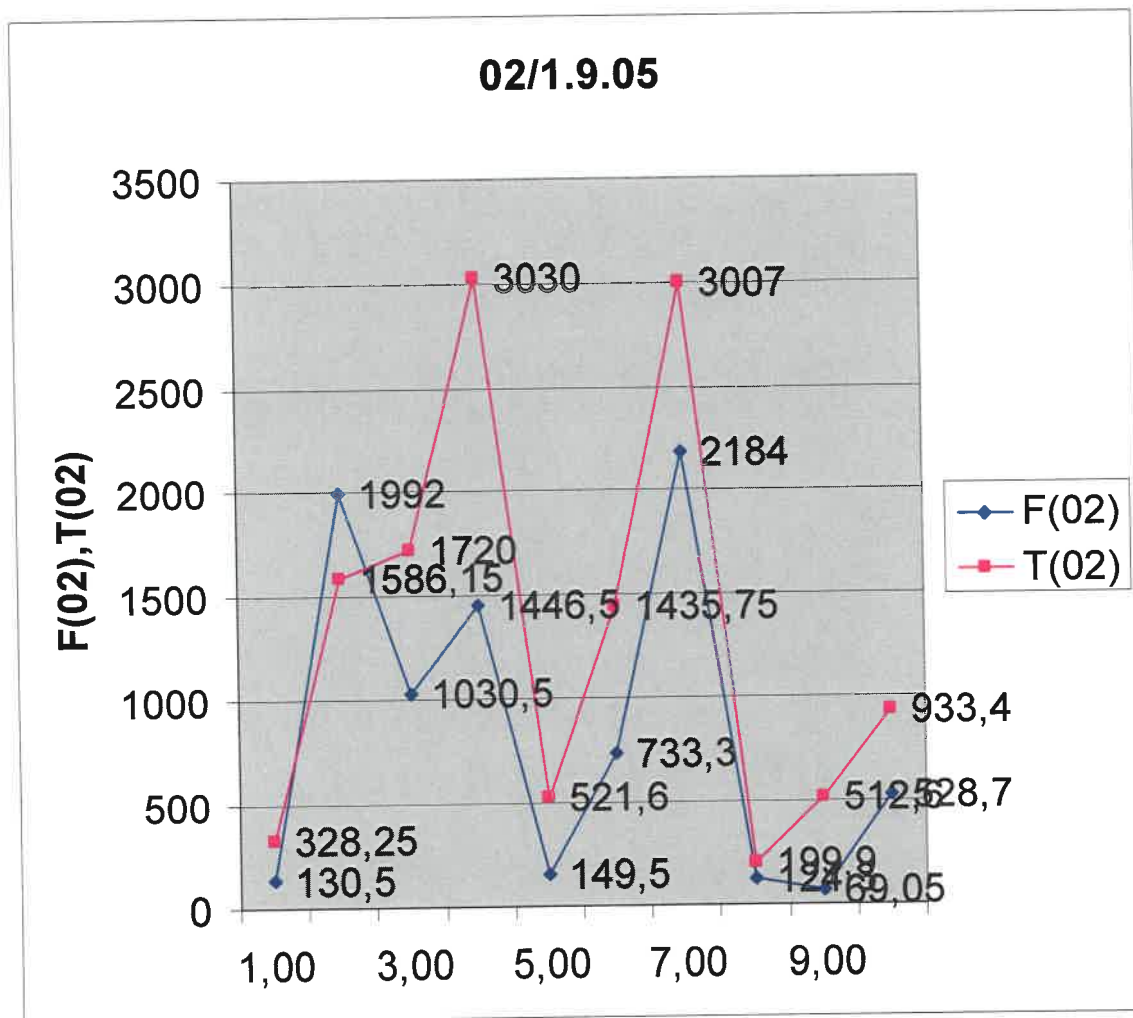
Graf č. 1



Odběr 02 (1.9.2005)

Rybník	Vzorek č.	A			B		
		Chl-a (F)			Turbidita		
		1	2	Ø	1	2	Ø
Hlinitý	1	130,5	130,5	130,5	3,213	3,352	3,2825
Byňovský	2	987	1005	1992	15,6	16,123	15,8615
Lomský	3	1021	1040	1030,5	17,2	17,2013	17,2
Jakulský	4	1365	1528	1446,5	30,3	30,3	30,3
Pytlák	5	145,3	153,7	149,5	5,6	4,832	5,216
Vybírač	6	712,6	754	733,3	14,7	14,015	14,3575
Podoborský	7	2145	2223	2184	29,1	31,033	30,07
Čertův	8	123,6	125	124,3	2	1,998	1,999
Horní Stávek	9	69,1	69,01	69,05	2,325	2,801	5,126
Žárský	10	526,3	531,4	528,7	9,04	9,629	9,334

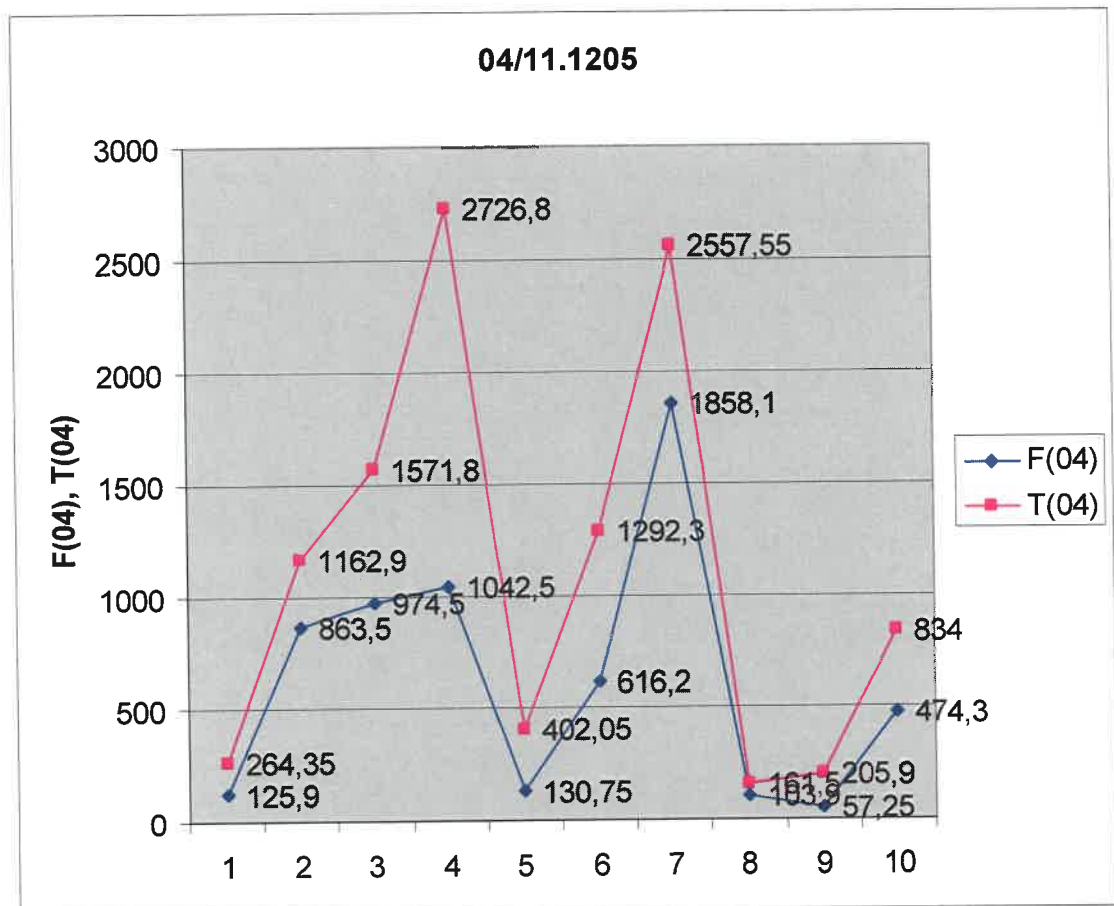
Graf č. 2



Odběr 04 (11.12.2005)

Rybník	Vzorek č.	A Chl-a (F)			B Turbidita		
		1	2	Ø	1	2	Ø
Hlinitý	1	123,1	128,7	125,9	2,956	2,331	2,6435
Byňovský	2	856	871	863,5	11,25	12,008	11,629
Lomský	3	973	976	974,5	16,9	14,536	15,718
Jakulský	4	1054	1031	1042,5	27,516	27,02	27,268
Pytlák	5	129,5	132	130,75	4,258	3,783	4,0205
Vybírač	6	612,4	620	616,2	13,001	12,845	12,923
Podoborský	7	1862	1854,2	1858,1	24,27	26,881	25,5755
Čertův	8	101,5	106,21	103,9	1,994	1,236	1,615
Horní Stávek	9	55,2	59,3	57,25	2,114	2,004	2,059
Žárský	10	478,1	470,45	474,3	7,684	8,9973	8,34

Graf č.3



11.2.3. Měření průhlednosti, teploty

11.2.3.1. Měření průhlednosti vody

Jedním z mých úkolů bylo měření průhlednosti vody. Průhlednost je snižována zákalem (turbiditou). Zákaly jsou způsobeny rozvojem planktonních organismů. Průhlednost vody jsem stanovovala velice snadno, pomocí Secchiho desky. Je to kovová nerezavějící deska, rozdělená na čtyři stejná pole. Dvě pole jsou bílé a další dvě pole jsou černé. V každém poli je otvor, který usnadňuje spouštění desky do vody. Uprostřed desky je na spodní straně závaží. Deska je zavěšená na provázku, na kterém je stupnice, která slouží k odečítání naměřených hodnot. Měření průhlednosti mi vždy ukázalo přibližné množství fytoplanktonu v rybníce. Průhlednost vody jsem měřila vždy dvakrát po sobě, obě hodnoty jsem sečetla a vydělila dvěmi. Tak mi vyšel průměr měření průhlednosti.

11.2.3.2. Měření teploty vody

Teplotu vody jsem měřila spíše jako doplňující a informativní veličinu. Teplotu jsem měřila pomocí lihového teploměru, který jsem nechala ve vodě 10 minut. Teploty jsou uvedené ve stupních Celsia.

Protokol odběru

Odběr 01/2004

Rybník	Datum	počasí	t vzduchu/vody [°C]	průhlednost [cm]
Hlinitý	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	33
Byňovský	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	25
Lomský	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	32
Jakulský	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	23
Pytlák	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	35
Vybírač	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	29
Podoborský	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	30
Čertův	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	60
Horní Stávek	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	40
Žárský	25.5.2004	jasno, mírný vítr	21/20	36

Odběr 01/2005

Rybník	Datum	počasí	t vzduchu/vody [°C]	průhlednost [cm]
Hlinitý	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/13	33
Byňovský	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/12	30
Lomský	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/12	28
Jakulský	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/12	18
Pytlák	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/12	35
Vybírač	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/10	36
Podoborský	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/12	35
Čertův	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/11	75
Horní Stávek	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/11	40
Žárský	8.6.2005	SZ vítr, zataženo	12/12	38

Odběr 02/2005

Rybník	Datum	počasí	t vzduchu/vody [°C]	průhlednost [cm]
Hlinitý	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	38
Byňovský	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	30
Lomský	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	25
Jakulský	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	22
Pytlák	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	35
Vybírač	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	36
Podoborský	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	30
Čertův	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	60
Horní Stávek	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	41
Žárský	1.9.2005	jasno, bezvětří	25/23	37

Odběr 03/2005

Rybník	Datum	počasí	t vzduchu/vody [°C]	Průhlednost [cm]
Hlinitý	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	60
Byňovský	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	30
Lomský	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	28
Jakulský	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	25
Pytlák	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	38
Vybírač	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	40
Podoborský	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	37
Čertův	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	62
Horní Stávek	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	48
Žárský	2.10.2005	zataženo, bezvětří	11/9	40

Odběr 04/2005

Rybník	Datum	počasí	t vzduchu/vody [°C]	průhlednost [cm]
Hlinitý	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	110
Byňovský	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	37
Lomský	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	32
Jakulský	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	25
Pytlák	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	50
Vybírač	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	35
Podoborský	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	30
Čertův	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	80
Horní Stávek	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	90
Žárský	11.12.2005	sněhové přeháňky	2/2	50

12. Závěr

Provedla jsem výzkum rybníčního fytoplanktonu v zájmové oblasti Novohradské hory. Vyhodnocovala jsem výsledky měření průhlednosti vody, teplotu vody a teplotu ovzduší. V laboratorních podmínkách jsem pak měřila na poskytnutých přístrojích turbiditu vody (zákal) a fluorescenci.

Vodu z rybníků jsem odebírala v určitých intervalech tak, aby bylo zřejmé, jak se přítomnost fytoplanktonu a tím i vliv eutrofizace mění. Cílem výzkumu nebylo zjistit, kolik fytoplanktonu se nachází ve vzorcích, ale spíše určit přítomnost jednotlivých druhů řas a tím i míru eutrofizace.

Ve vzorcích byly nejvíce zastoupeny druhy *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus opoliensis*, *Coelastrum microporum*, *Coelastrum astroideum*, *Pediastrum microporum*, *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum tetras*, *Pediastrum angulosum*, *Pediastrum duplex*, *Oocystis marsonii*, *Gymnodinium aeruginosum*, druhy z třídy *Euglenophyceae*, *Cryptomonas anas*, *Cryptomonas obovata*, *Hymenomonas roseola*, *Anabaena circinalis*, *Anabaena flos-aquae* a další. Přítomnost těchto řas v rybnících vypovídá o tom, že jsou mnohdy rybníky eutrofizované a také, že se v rybnících chovají kachny. Řasy, které tvoří všeobecně vodní květ (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*) byly přítomny v rybnících Lomský, Byňovský, Jakulský, Žár, tam, kde rybářství intenzivně hospodáří. Na Byňovském rybníce se chová vodní drůbež a tak jsem zaznamenala přítomnost *Cryptomonas anas*. Naopak Čertův rybník není produkčním rybníkem, leží v lese a tak se zde objevila řasa *Cryptomonas obovata*, která se objevuje v rašelinných jezírkách a v lesních rybnících.

Při naměřených hodnotách průhlednosti vody je zřejmé, že průhlednost se nepatrně mění. Na jaře byla průhlednost celkem velká, ale v létě hodnoty klesají, tzn. průhlednost vody se zmenšuje a naopak v zimě je průhlednost vody nejvyšší.

Hodnoty turbidity a fluorescence se také mění podle toho v jakém období byly vzorky odebrány. 8.6.2005 byly naměřené hodnoty nižší, vlivem nízké teploty v tomto období, pak obě hodnoty nepatrně stouply, 1.9.2005, a 11.12.2005 byly hodnoty nejnižší.

Závěrem lze říci, že ani u jednoho rybníku nedošlo v žádných sledovaných obdobích k přemnožení nějakého druhu fytoplanktonu.

Nedošlo tedy k přímému ohrožení populace ryb. Žádné řasy nebyly v rybníce v takovém množství, aby došlo k nadprůměrné produkci toxinů, látek, které by způsobily otravu dalších organismů v rybníce.

Při konzultaci s pracovníky rybářství mi bylo sděleno, že v dnešní době není tak velká produkce statkových hnojiv a tedy, že nedochází k přílišné eutrofizaci vod, jako to bylo v minulých letech. Statková hnojiva se používají ve velmi malých množstvích, spíše jako doplněk a ne jako hlavní zdroj živin pro rybí obsádku. Také pH vod rybníků není na tak špatné úrovni, používá se chlorové vápno nebo vápno pálené, ale proti žaberním nekrózám ryb, nikoli na upravení pH vody rybníků. Toto opatření se muselo provést právě v tomto roce na rybníce Žár, kde ryby trpěly touto chorobou.

Je třeba zachovat tradiční formy hospodaření, ale také použít metody nové, které pomohou zachovat biodiverzitu a nenaruší tím křehký koloběh v přírodě.

13. Seznam použité literatury

- Jeník, J., Přibil, S.: Ekologie a ekonomika Třeboňska I. Sborník přednášek Třeboň, Třeboň, 1978
- Jeník, J., Přibil, S.: Ekologie a ekonomika Třeboňska II. Sborník přednášek Třeboň, Třeboň, 1978, 469 pp.
- Heteša, J., Marvan, P.: Biologie nově napuštěné nádrže, ČSAV, Praha, 1984, 176 pp
- Janda, J., Pechar, L.: Trvalé udržitelné využívání rybníků v Chraněné krajinné blasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. Světového svazu ochrany přírody Praha a IUCN Gland, Švýcarsko a Cambridge, Velká Británie, 189 pp.
- Janeček, M., et al.: Z historie českých rybníků. Výzkumný Ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Třeboň, 1995, 2 – 35 pp.
- Štěpán, V.J. : Rybníkářství a chov ryb, Zemědělské knihkupectví, Praha, 1915
- Fott, B.: Sinice a řasy, ČSAV, Praha, 1967
- Hindák, F., et al.: Sladkovodné riasy. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 1978, 728 pp.
- Lellák, J., Kubíček, F.: Hydrobiologie, UK Karolinum, Praha, 1992, 260 pp.
- Pecharová, E., Hanák, P.: Ochrana genofondu, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1996

14. Přílohy

Příloha č. 1 - Obsádka rybníků v roce 2005

Obsádka rybníků r. 2005

Žárský rybník	rozloha 119,7 ha	počet [ks]	hmotnost [kg/ks]	hmotnost celkem [kg]
Kapr (K3)		143 000	0,8	114 400
Amur (2-3 letý)		16 750	1,6	26 800
Candát		2 100	0,3	630
Štika		1 600	0,05	75
Sumec		501		
Okoun říční		500	0,1	50
Okoun říční		25 000	0,012	300
Tolstolobik pestrý		5 000	1,5	7 500

Podoborský rybník	rozloha 1,09 ha	počet [ks]	hmotnost [kg/ks]	hmotnost celkem [kg]
Amur (AB2)		1 200	0,05	60
Kapr (embryo)		200 000		

Horní Stávek	rozloha 4,83 ha	počet [ks]	hmotnost [kg/ks]	hmotnost celkem [kg]
Kapr (K1- K2)		20 400	0,02	408
Lín (L2)		22 000	0,0027	60
Amur (AB 2)		400	0,2	80

Vybírač	rozloha 27,2 ha	počet [ks]	hmotnost [kg/ks]	hmotnost celkem [kg]
Lín (2-3)		29 500	0,024	710
Amur (AB2)		29 500	0,1	2 950

Byňovský rybník	rozloha 78,42 ha	počet [ks]	hmotnost [kg/ks]	hmotnost celkem [kg]
Kapr (K3)		46 580	0,49	23 180
Kapr (K2)		13 400	0,32	4 350
Lín (L1)		1 000	0,05	50
Amur (AB3)		1 250	0,496	620
Štika (Š1)		1 400	0,453	635
Candát (CA2)		15	0,13	2
Tolstolobik pestrý (TP3)		750	1,06	800
Sumec		93	1,19	111

Lomský rybník	rozloha 15,99 ha	počet [ks]	hmotnost [kg/ks]	hmotnost celkem [kg]
Kapr (K3)		16 420	0,64	10 540
Lín (L2)		1 100	0,05	55
Amur bílý (AB 2-3)		1 135	0,7	790
		350	0,1	35