

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Zhodnocení protipredačních opatření na VD Újezd

Bakalářská práce

Autor práce: Tomáš Párys

Obor studia: Rybářství a akvaristika

Vedoucí práce: prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph. D.

© 2020 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Páryš

Zootechnika
Rybářství a akvaristika

Název práce

Zhodnocení protipredačních opatření na VD Újezd

Název anglicky

Evaluation of anti-predatory measure in water reservoir Újezd

Cíle práce

Cílem práce je vytvoření literární rešerše na téma protipredačních opatření na ochranu ryb a zhodnocení stávajícího stavu na VD Újezd.

Metodika

Sepsání literární rešerše,

Sběr informací o funkčnosti protipredačních opatření na VD Újezd,

Zhodnocení stávajících opatření (kvalitativní analýza)

Navržení vylepšení stávajících opatření nebo navržení nových opatření.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

kormorán, predace, ochrana ryb, rybářské hospodaření

Doporučené zdroje informací

- Adámek, Z., Kortan, J., & Flajšhans, M. (2007). Computer-assisted image analysis in the evaluation of fish wounding by cormorant [*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)] attacks. *Aquaculture International*, 15(3-4), 211-216.
- Čech, M., & Vejřík, L. (2011). Winter diet of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on the River Vltava: estimate of size and species composition and potential for fish stock losses. *Folia Zoologica*, 60(2), 129-143.
- Human-wildlife conflicts at pond fisheries in eastern Poland: perceptions and management of wildlife damage. *European Journal of Wildlife Research*, 57(2), 295-304.
- Quick, N. J., Middlemas, S. J., & Armstrong, J. D. (2004). A survey of antipredator controls at marine salmon farms in Scotland. *Aquaculture*, 230(1-4), 169-180.
- Russell, I. C., Dare, P. J., McKay, H. V., & Ives, S. J. (2003). The potential for using fish refuges to reduce damage to inland fisheries by cormorants, *Phalacrocorax carbo*. *Interactions between Fish and Birds: Implications for Management*, 259-277.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FAPPZ

Vedoucí práce

prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zoologie a rybářství

Elektronicky schváleno dne 7. 12. 2019

prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 12. 2019

prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

Děkanka

V Praze dne 23. 07. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Zhodnocení protipredačních opatření na VD Újezd" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. 7. 2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu své bakalářské práce profesoru Lukášovi Kalousovi za odbornou pomoc, vedení a trpělivost při psaní práce. Dále děkuji rodině a přátelům, kteří mi byli velkou oporou během celého studia.

Zhodnocení protipredačních opatření na VD Újezd

Souhrn

Na základě požadavku povodí Ohře byla vypracována předložená bakalářská práce, která řeší problematiku protipredačních opatření na vodním díle Újezd. Téma umělých úkrytů pro ryby je aktuální zejména pro trvale udržitelné obhospodařování vodních nádrží do budoucna a zlepšení podmínek pro ryby na stávajících vodních plochách, kde mnohdy přirozené úkryty chybí.

Ryby jsou v umělých nádržích pod tlakem rybožravých predátorů a jsou stresovány změnami souvisejícími s provozem přidružených zařízení.

Na vodním díle Újezd se zejména v jarních a podzimních měsících hromadili mrtvé ryby pod výpustí z nádrže. Hlavní hypotéza, proč se ryby shromažďovaly okolo výpustních systémů v uvedeném období, spočívala v přítomnosti predátorů, především kormorána velkého (*Phalacrocorax*), a absenci přirozených úkrytů.

Okolí výpustí je nejhlubším a nejméně prosvětleným místem v celé nádrži a tím i jedním z mála míst, kde se ryby mohou před predátorem skrýt.

Povodí Ohře nainstalovalo umělý úkryt pro ryby, avšak bez adekvátního efektu.

Cílem mé práce bylo výzkumnými ponory a natáčením pod vodní hladinou zjistit možné důvody.

Zjistili jsme nedokonalou funkčnost instalovaného zařízení a v souvislosti s tím, jsme navrhli změny ve shodě s údaji z odborné literatury. Základním parametrem pro návrh dalších rybích úkrytů nebo jejich vylepšení byl poměr mezi cenou a efektivitou opatření. Kromě vlastních změn provedených na umělém úkrytu jsme také navrhli zvýšení jejich počtu v lokalitě.

Klíčová slova: kormorán, rybí úkryty, predace, ochrana ryb, rybářské hospodaření, umělá vodní nádrž

Evaluation of anti-predatory measure in water reservoir Újezd

Summary

The submitted bachelor's thesis was prepared based on the requirements of the Povodí Ohře s.p. (Ohře River Basin – state enterprise), which addressed the issue of anti-predation measures at the Újezd reservoir. The topic of artificial shelters for fish is important especially for the sustainable management of water reservoirs in the future and for the improvement of conditions for fish in existing water bodies, where natural shelters are often lacking.

The fish in man-made reservoirs are under pressure caused by fish-eating predators and under the stress caused by constant changes related to the operation of associated facilities.

On the Újezd Reservoir, especially in the spring and autumn months, there are massive dead fish under the outlet from the reservoirs. The main hypothesis why fish attempt around discharge systems at the time is looking at the targets of predators, probably the great cormorant (*Phalacrocorax*), for the absence of natural shelters.

The area around the outlets is the deepest and least illuminated place in the entire tank and thus the only place where fish can hide from the predator. The Povodí Ohře s.p. has installed an artificial shelter for fish, but without an adequate effect.

The aim of my work was to find out possible reasons by research dives and underwater photographing.

We found out the imperfect functionality of the installed equipment and we proposed changes in accordance with the adequate literature. The basic parameter for the design of additional fish shelters or their improvement was the trade off between the price and the effectiveness of the measure. In addition to our suggestions of the changes made to the artificial shelter, we also proposed an increase of the number of artificial fish shelters at the locality.

Keywords: cormorant, fish shelters, predation, fish protection, fishery management, man-made water reservoir

Obsah

1	Úvod	12
2	Cíl práce	13
3	Literární rešerše.....	14
3.1	Vodní díla	14
3.1.1	Právní a obecná definice vodního díla	14
3.1.2	Historie vodních děl	15
3.1.3	Výhody a nevýhody vodního díla	15
3.1.4	Rozdělení vodních děl a jejich účel	17
3.1.5	Technická stránka vodních děl	18
3.2	Ekosystém vázaný na vodní prostředí	21
3.2.1	Predátoři ryb	21
3.2.2	Rybožraví ptáci.....	21
3.2.3	Kormorán (Phalacrocorax)	22
3.3	Ryby vyskytující se ve VD Újezd	26
3.3.1	Popis jednotlivých druhů ve vztahu k predaci kormoránem	27
3.3.2	Složky potravy predátorů.....	28
3.4	Protipredační opatření.....	29
3.4.1	Mechanické.....	29
3.4.2	Akustické	30
3.5	Umělé úkryty	32
3.5.1	Definice umělých úkrytů	32
3.5.2	Plánování	33
3.5.3	Fáze představební (pre-construction).....	33
3.5.4	Fáze stavby (construction)	33
3.5.5	Fáze po postavení (post-construction)	34
3.5.6	Umístění, návrh a konstrukce	34
3.5.7	Materiály	34
3.5.8	Druhy kontrolních konstrukcí.....	35
3.5.9	Čas rozmístění	38
3.5.10	Design úkrytů	38
3.5.11	Rozmístění úkrytů	39
3.5.12	Možné negativní dopady.....	39
3.6	Metodologie posouzení účinnosti a dopadů umělých látek a standardizovaných postupů monitorování.....	42
3.6.1	Metody monitorování.....	42
4	Experimentální část	43

4.1 Zadání	43
4.1.1 Popis výchozího stavu	43
5 Metodika	52
6 Výsledky	54
7 Diskuze	55
8 Závěr	58
9 Přílohy	59
10 Literatura	65

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vývoj početnosti kormorána velkého v Evropě od roku 1970 až do roku 2006 (Randák a kol., 2013).....	23
Obrázek 2 Uchopení a manipulace s kořistí při lovu kormorána velkého (Adámek a kol. 2007)	25
Obrázek 3 Procentuální zastoupení jednotlivých druhů ryb v potravě kormorána velkého Vejřík (2009) podle (Engström 2001), (Čech 2005), (Čech a kol., 2008), (Fonteneau a kol., 2009)	28
Obrázek 4 Hierarchie různých složek umělého úkrytu (Grove a Sonu, 1983)	32
Obrázek 5 Klasifikace ryb podle jejich polohy vzhledem k umělému úkrytu (Bortone 2011)	39
Obrázek 6 Prostorové uspořádání úkrytů v komplexu (Grove a Sonu, 1985)	39
Obrázek 7 obraz umělého přístřeší v Jaderském moři 21 let po nasazení ISMAR Ancona) ...	42
Obrázek 8 Zadání výzkumu	43
Obrázek 9 Cejnek malý ((Abramis bjoerkna) odebrán z vypouštěcího zařízení (Archiv povodí Ohře, 2017).....	44
Obrázek 10 Směs ryb odebraných pod vypouštěcím zařízením (Archiv povodí Ohře, 2017)	45
Obrázek 11 Dokumentace potápění umělého rybního úkrytu (Archiv povodí Ohře, 2018)	46
Obrázek 12 Poloha VD Újezd na povodí Ohře v severozápadní části ČR (Povodí Ohře, 2019)	47
Obrázek 13 Průřez hrázným vypoštěcím systémem VD Újezd (Povodí ohře, 2019)	48
Obrázek 14 Příčný řez výtokovým objektem (Archiv povodí Ohře, 2003)	49
Obrázek 15 Kolísající teplota vody u hráze v období 2019-2020 (Archiv povodí Ohře, 2020)	51
Obrázek 16 Přehled průhlednosti vody u hráze v období 2019-2020 (Archiv povodí Ohře, 2020)	51
Obrázek 17 Pozorování dna pomocí echolotu (vlastní fotografie, 2019)	52
Obrázek 18 Vybavení pro dokumentaci (vlastní fotografie, 2019)	53
Obrázek 19 Fotografie před ponorem (vlastní fotografie, 2019)	53
Obrázek 20 1) Vypouštěcí zařízení; 2) Návrh budoucího umístění úkrytů; 3) Přibližné umístění úkrytu aktuálně; 4) Vývařiště 5) Přítok z VN Zaječice; 6) Přítok z ČOV Jirkov (GOOGLE MAPS, vlastní zpracování, 2020)	55
Obrázek 21 Návrh na změnu (vlastní zpracování, 2020)	57
Obrázek 22 V plném vybavení před ponorem (vlastní fotografie, 2019)	59
Obrázek 23 Zahájení ponoru (vlastní fotografie, 2019)	59
Obrázek 24 Nastavování kamer před ponorem (vlastní fotografie, 2019)	60
Obrázek 25 Instalace umělého rybního úkrytu (Archiv povodí Ohře, 2018).....	60
Obrázek 26 Instalace rybního úkrytu před umístěním (archiv povodí Ohře, 2018)	61

Obrázek 27 Instalace umělého rybího úkrytu (archiv povodí Ohře, 2018).....	61
Obrázek 28 Bojky označují polohu úkrytu na dně (vlastní fotografie, 2019)	62
Obrázek 29 Rozmrzlá hladina okolo věžového objektu bublinkovým rozmrazovačem (archiv povodí Ohře, 2018)	62
Obrázek 30 Zdokumentovaný kormorán velký v oblasti umělého rybího úkrytu (vlastní fotografie, 2019).....	63
Obrázek 31 Mrtvé ryby pod výpustí (archiv povodí Ohře, 2018).....	63
Obrázek 32 Shrozmazdřování vodního ptactva u přítoku z Jirkova (archiv povodí Ohře, 2018)	64

Seznam tabulek

Přehled o výlovcích, viz tabulka č. 2. Tabulka 1 Přehled množství a druhového zastoupení ryb nasazovaných na VD Újezd Českým rybářským svazem v letech 2017 až 2019 (převzato z ČRS Újezd).....	26
Tabulka 2 Přehled o úlovcích na VD Újezd z odevzdaných povolenek členů rybářských svazů (převzato z ČRS Újezd)	26
Tabulka 3 Seznam potenciálních materiálů pro umělou výstavbu přístřeší s výhodami a nevýhodami (FAO, 2015).....	37
Tabulka 4 Seznam možných negativních dopadů umělých úkrytů a opatření (FAO, 2015). ..	41
Tabulka 5 Hydrologické údaje řeky Bíliny (Povodí Ohře, 2019)	47
Tabulka 6 Podrobně rozepsané prostory nádrže VD Újezd vč. hodnot a množství (Povodí Ohře, 2019).....	50

1 Úvod

Dlouhodobý vztah člověka a ryb prošel několika obdobími od původního čistě kořistnického vztahu až do fáze současného managementu rybích obsádek a jejich ochrany. V zájmu člověka je tak ochrana ryb na takové úrovni, aby sám nepřicházel o zisk z jejich produkce zajištěný ekosystémovým servisem. Vodní plochy na území České republiky většinou zastávají více funkcí a tak hledáme kompromis mezi jednotlivými zájmy. Vodní dílo Újezd, jež bylo vystavěno primárně pro jeho vodohospodářské vlastnosti, nalezneme na severu Čech mezi obcemi Jirkov a Vrskmáň. Mezi hlavní cíle při výstavbě ale nepatřil chov ryb a tak vzhledem k jeho štěrkovo-pískovému dnu chybí v nádrži přirozené úkryty. Ryby jsou pak snadným terčem pro jejich přirozené predátory, zejména kormorána velkého (*Phalacrocorax*). V jarních a podzimních měsících tak často nastává problém s ukrýváním ryb do prostoru výtokového objektu a jejich následnému nasátí do turbíny nebo přepadu.

Moje práce pojednává o funkčnosti umělých rybích úkrytů, které byly na nádrž již dříve umístěny a navrhuje jejich vylepšení. Základním hlediskem práce je vyhledání průsečíku zájmů mezi Povodím Ohře (zadavatelem), Českým Rybářským svazem a přírodními faktory.

Hlavní přínos spočívá v možnostech budoucího použití takových opatření i na dalších nádržích s podobnou problematikou.

Téma bakalářské práce jsem si vybral, protože považuji za důležité provádění revitalizace vodních nádrží. Na území ČR je potenciální využití takových opatření hned na několika umělých nádržích, a tak by se VN Újezd dala brát v tomto směru jako experimentální. Rovněž jsem se chtěl seznámit s výzkumnou prací v oboru rybářství a zejména pochopení provázanosti jednotlivých subjektů spolupracujících na vodních dílech.

2 Cíl práce

Cílem práce je vytvoření literární rešerše na téma rybích úkrytů a souvisejích témat. Cílem práce je zhodnocení stávajícího úkrytu na VD Újezd.

3 Literární rešerše

Tato kapitola se zabývá problematikou vodních děl spojenou s rybožravými predátory a umělými rybími úkryty.

3.1 Vodní díla

3.1.1 Právní a obecná definice vodního díla

Vodní díla, vyznačující se pod zkratkou VD je obecný termín používaný pro všechny stavby, které slouží k zadržování, jímání, vedení či jinému nakládání s povrchovou nebo podzemní vodou.

Další definice vodního díla je o poznání složitější a přesnější. V ní je podrobně uvedeno a vyčteno co je vodním dílem:

Vodní díla jsou stavby, které slouží ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, k úpravě vodních poměrů nebo k jiným účelům sledovaným tímto zákonem a to zejména

- a) přehrady, hráze, vodní nádrže, jezy a zdrže
- b) stavby, jimž se upravují, mění nebo zřizují koryta vodních toků
- c) stavby vodovodních řádů a vodárenských objektů včetně úpraven vody, kanalizačních stok, kanalizačních objektů, čistíren odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizací
- d) stavby na ochranu před povodněmi
- e) stavby k vodohospodářským melioracím, zavlažování a odvodňování pozemků
- f) stavby, které se k plavebním účelům zřizují v korytech vodních toků nebo na jejich březích

Podle Kratochvíla (1961) jsou vodní díla umělé prostory, vytvořené přehradní stavbou, v kterém se na rozdíl od přírodních nádrží (jezer) shromažďuje velký objem vody pro široké spektrum vodohospodářských ale i dalších potřeb. Podle Nogueira (2000) jsou vodní díla přímo ovlivňována člověkem. To hlavně jejich postavením a vhodným začleněním do přírody. Vodní díla, která jsou takto vhodně začleněna, zvyšují estetickou funkci v krajině a ovlivňují i další faktory významné pro tvorbu krajiny (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

Vodní díla, která se nacházejí na vodních toku, jsou známé jako **průtočné**. Pokud jsou mimo vodní tok, jsou **neprůtočné** (Votruba, Broža, 1966).

Na území České republiky se až na výjimky nevyskytují vodnaté řeky. Z tohoto důvodu nemůžeme stavět velká vodní díla/nádrže pro každou vodohospodářskou potřebu samostatně.

Proto jsme nuceni využívat je co nejúčelněji a spojovat jednotlivé funkce (např.: Chov ryb, využití vodní energie, využití pitné vody atd.) (*Kratochvíl, 1961*).

3.1.2 Historie vodních děl

Historie vodních děl sahá tisíce let hluboko do minulosti lidské existence, i když přesný původ není známý. S velkou pravděpodobností však souvisí z nedostatkem potravin, kterou lidé v pradávných dobách nemohli lovem a zemědělstvím v dostatečné míře poskytnout své komunitě a zajistit tak stabilní zdroj potravy. Výstavba vodních děl a nádrží tak v historickém kontextu zaostává za suchozemským zemědělstvím, protože lidem byly vlastnosti vodních toků a vodních organismů dlouho neznáme (*Whitea a O'Neill, 2004*).

Písemné zmínky o budování vodních děl pro zachycování jarních záplavových vod v Egyptě se vyskytuje v období 2000 let př. n. l. První zmínky o vodních nádržích s odlišnou funkcí datujeme do roku 2200 př. n. l., kde Číňané ve svých nádržích chovali/přechovávali ryby (*Křivánek a kol., 2012*).

V oblastech Středního a Blízkého východu byla voda už od starověku v nádržích akumulována hlavně z důvodu následného zavlažování a zásobování měst. Vodní díla značných rozměrů byly v těchto zemích zřizovány na významných dopravních uzlech (*Šálek a kol., 1989*).

Dalšími staviteli vodních děl byli Řekové, kteří na svém území budovali nádrže a cisterny pro zdroj pitné vody na zásobování měst, ale také pro chov ryb. Další civilizací, která se ve své éře zasloužila o vznik vodních děl, byl Řím. Bohatí římské občany zřizovali vodní nádrže pro chov ryb. V záznamech z 1. století n. l. se uvádí, že Římané přechovávali a vykrmovali ryby v rybnících a zabývali se jako první jejich chovem (*Šálek a kol., 1989*).

3.1.3 Výhody a nevýhody vodního díla

Vodní díla by se svými funkcemi a nespornými výhodami měli mít své místo v každém státě napříč celým světem. I na našem území, najdeme vodní díla, které využívají velmi perspektivní funkce, jako je například výroba energie, ale i další (*Prošková, 2010*).

Výhody a nevýhody vodního díla dle Proškové (2010) a Borecké (2012)

Výhody:

1. **Ekologická energie** – Vodní dílo, které je využíváno pro tvorbu elektrické energie neprodukuje oproti těžkému průmyslu žádné znečištění, ani škodlivé látky.
2. **Zdroj pitné nebo technické vody** – Akumulací vody ve vodním díle vzniká možnost zachycení velkého množství pitné vody pro obyvatele v okolí vodního díla. Voda však nemusí být použita jen pro pitný režim, ale také pro využití v průmyslu nebo zemědělství.
3. **Ochrana před povodněmi** – Vodní díla mají podstatný vliv na ničivou sílu povodňové vlny. Odtok z vodních děl je při větším množství vody regulovatelný a

dají se korigovat. Tím pádem nemusejí být následky povodňových vln na vodních tocích tak ničivé.

4. **Zábrana sucha** – Zábrana sucha bude v dalších letech nabírat na své důležitosti, a to zejména na našem území při pohledu na předpovědi klimatických změn.
5. **Rekreace** – Na vzniklých vodních dílech je možné vybudovat kempy, kam se v letních měsících sjíždí velké množství rekreatantů a turistů.
6. **Doprava** – Důsledkem zvýšení vodní hladiny se může na vodním díle/toku realizovat lodní doprava. Ta by bez vybudování vzdouvacího zařízení probíhat nemohla.
7. **Chov ryb** – Dalším z výhod vodních děl je možnost propojit funkce energetické, rekreační a další s chovem ryb. Ten přispívá ke zlepšení a zpestření biotopu.

Existují však i některá negativa vodních děl. Některým se však při stavbě jen těžko vyhneme. Je však možné je eliminovat. Abychom těmto negativním vlastnostem předešli, existují i různé zákony, které zakazují výstavbu vodního díla tam, kde by se negativa projevovala nejvíce.

Nevýhody vodního díla:

1. **Finance** – Nejzásadnějším problémem a nevýhodou jsou jednoznačně finanční náklady na výstavbu vodního díla (hrázového tělesa včetně strojní části díla).
2. **Časová náročnost** – Velice neefektivně můžeme hodnotit čas od počátku výstavby po samotné napuštění vodního díla a spuštění jeho provozu.
3. **Vliv na krajinu** – Vybudováním vodního díla způsobíme zatopení velké části přírody. Tím celkově zanikne přirozený průtok řeky krajinou. Může dojít i k zatopení vzácného přírodního ekosystému, který však nenávratně poškodíme.
4. **Migrace a pohyb ryb** – Přehrazením vodního toku, následným zpomalením velké části řeky a vybudováním velkého rozdílu vodních hladin dochází k narušení a zabránění přirozeného pohybu a migrace ryb. Je proto nutné budovat fungující rybí přechody a nezabraňovat tak rybám volnému pohybu ve vodních tocích.
5. **Riziko poškození a následné katastrofy** – V případě vodních děl existuje riziko protržení hrázového tělesa, nebo sesuvu půdy do přehrady. To by zapříčinilo vznik veliké povodňové vlny.
6. **Závislost na průtoku vody** – Především malé a průtočná vodní díla s primární funkcí vodní elektrárny jsou závislé na průtoku vody. Od toho se dále odvíjí efektivita a výkonu a množství vyrobené energie.

3.1.4 Rozdělení vodních děl a jejich účel

Vodní díla mají velmi široké spektrum využití. Jednotlivé typy rozdělujeme dále podle jejich účelu na:

Ochranné nádrže

Ochranné nádrže jsou samostatné objekty budované v horním povodí větších řek. Slouží k zachycování povodňových vln. To znamená, že ochranný prostor nádrží je stále prázdný a naplní se pouze v období velkých vod. Po odeznění se následně voda vypouští a prostor je nadále připraven na zachycení dalších povodní (*Kratochvíl, 1961*). Primární funkcí je tedy ochrana níže položených území před poškozením velkou vodou (*Šálek, 1997*).

a) Protipovodňové

Jak už ze samotného názvu vyplývá, jedná se o nádrže s cílem ochrany před povodněmi a nelze je používat jiným vodohospodářským účelům. Tyto nádrže jsou zaplněny při přítoku povodňové vlny. Po skončení povodňového průtoku je nezbytně nutné urychleně nádrž vyprázdnit na dostatečný záchytný prostor a připravit se tak na další možnou povodňovou vlnu (*Jůva a kol., 1980*).

b) Záchytné

Tento typ nádrží má za úkol zachytávat a akumulovat různé spektrum odpadů a suspenzí. Slouží například k zachycení havarijních odtoků nebezpečných látek/tekutin a odpadů. Primární funkcí těchto nádrží tak je ochrana povrchových a podzemních vod (*Tlapák a kol., 1992*).

c) Odvodňovací

Tento typ nádrží se na našem území nacházel už v 10.století, kdy byly odvodňovací močály a rašeliniště. Primární funkcí těchto nádrží je dočasně akumulovat odtoky z odvodňovaného území (*Jůva a kol., 1980*).

d) Zásobní nádrže

Tento typ nádrží vzniká pro zásobování vody v časech jejího nadbytku pro období, kdy je jí nedostatek (*Votruba a Broža, 1966*). Jsou to nejčastěji budované nádrže nejen na našem území. Tento typ nádrží je schopný na vodní toku zadržet přirozené průtoky a regulovat z nich jejich odtok podle vodohospodářské potřeby na daném místě v určitém čase (*Kratochvíl, 1961*).

e) Čistící nádrže

Nádrže sloužící k dočišťování nebo čištění odpadních vod, vypouštěných z obytných částí měst či obcí, popřípadě z průmyslových podniků. Rozdělují se na dva druhy: 1. Nádrže usazovací a 2. Nádrže biologické

1. Nádrže usazovací – čistí vodu od pevných látek, které se usazují v klidném vodním

prostředí a následně jsou odstraňovány.

2. Nádrže biologické – dočišťují odpadní vodu z měst a obcí které jsou znečištěné organickými látkami (*Jůva a kol., 1980*).

f) Průmyslové nádrže

Nádrže zajišťující provozní a výrobní činnost v průmyslu. Tyto nádrže se budují mezi vodním zdrojem a podnikem, ale také v samotném podniku. Záleží na určené funkci. V první řadě zajišťují zásobu vodního zdroje pro požadovaný odběr pro správný chod průmyslového podniku podle technologického postupu (*Jůva a kol., 1980*).

g) Závlahové nádrže

Tyto nádrže slouží jako zdroj závlahové vody. Provozní režim se řídí provozním a manipulačním řádem (*Šálek a kol., 1989*).

h) Rybochovné nádrže

Rybochovné nádrže jsou nejčastějším typem malých vodních nádrží v naší krajině. Tyto nádrže plní hlavně funkci rybochovnou, ale i mnohá další. Nádrže jsou charakterizované jako umělé vodní nádrže určené k chovu ryb s možností pravidelného a úplného vypuštění. Mezi tyto typy nádrží patří hlavně rybníky komorové, matečné, hlavní, plůdkové výtažníky I. a II. Řádu, sádky a další (*Šálek a kol., 1989*).

i) Rekreační nádrže

Jako rekreační nádrže označujeme ty, které jsou určené k provozování vodní sportů ale i k samotnému koupání. Veškeré tyto nádrže mají upravený přístup k vodní ploše a okolní nádrže je upraveno.

3.1.5 Technická stránka vodních děl

Veškerá výše popsaná vodní díla včetně vodního díla Újezd mají určité technické parametry, funkce a provozní vlastnosti.

- **Dělení prostoru vodního díla**

U vodních nádrží dělíme jejich prostor do tří základních kategorií popsaných níže.

a) Ochranný prostor

Prostor sloužící k částečnému zadržení velkých vod. Výrazně snižuje dopad povodňových vln (*Kratochvíl, 1961*). Tento prostor nalezneme nad zásobním prostorem a je omezen maximální možnou hladinou dané nádrže. Odtok vody je zajištěn pomocí bezpečnostního přelivu, který rozděluje prostor na dvě části – ovladatelný a neovladatelný (*Jůva a kol., 1980*).

b) Stálý prostor

Tento prostor se nachází mezi dnem a nejnižší provozně přípustnou hladinou. Kratochvíl (1961) však podotýká, že tento prostor nenalezneme u nádrží, které musíme vypouštět každý rok.

c) Užitekový prostor

Prostor sloužící k akumulaci vody pro vodohospodářské účely. Tento prostor nalezneme nad stálým prostorem a je omezen nejvyšší hladinou zásobního prostoru nádrže (Kratochvíl, 1961). Tento prostor vzniká za jednoznačným účelem. Zásoby vody se tak plně ovládají odběrným zařízením. Vodu z tohoto prostoru tak lze jednoduše využít k závlaze a dalším činnostem (Jůva a kol., 1980).

d) Půdní prostor

Prostor nalezneme pouze u rybochovných nádrží. Tímto prostorem rozumíme tu část dna, která se po vypuštění vody vyprázdní a zbytek vody odteče výpustním zařízením. Takové vyprázdnění může trvat od jednoho týdne po několik měsíců. To jednoznačně záleží na velikosti dané nádrže. Po opětovném napuštění může tento prostor představovat až 50 % celkového objemu vody v nádrži (Pokorný, 2009).

• Typy výpustních zařízení

Trubní výpusti

Tento typ výpusti se používá k vypouštění vody potrubím zabudovaným do nejnižšího místa hráze. Výpusti se skládají z výpustného potrubí, uzavíracího orgánu a ze zařízení na útlum kinetické energie při odtoku vody. Uzávěry se nejčastěji navrhují na návodní straně hráze (Tlapák a Herynka, 2002).

Výpustní zařízení se následně dělí skupin:

- a) lopatové a šikmé uzávěry
- b) čepové a pneumatické uzávěry
- c) šoupátkové uzávěry
- d) stavidlové uzávěry
- e) segmentové a speciální uzávěry
- f) požerákové výpusti

- **Vodní turbíny**

Díky svým provozním vlastnostem patří v tomto období vodní turbíny k nejvyužívanějším vodním strojům. Tyto turbíny pracují na způsobu přeměny vodní energie v mechanickou pomocí rotující hřídele.

Je mnoho druhů vodních turbín, které se dělí podle různých hledisek podle způsobu přenosu energie vody na oběžná kola, dle směru proudění vody nebo dle polohy hřídele. Ty základní však dělíme do dvou skupin:

1. Rovnotlaké turbíny – Peltonova a Kánkiho turbína
2. Přetlakové turbíny – Vrtulová turbína, Francisova turbína, Kaplanova turbína (*Dušička a kol., 2003*)

3.2 Ekosystém vázaný na vodní prostředí

Vodní ekosystémy, jejichž hlavní složku tvoří voda lze obecně rozdělit na ekosystémy vod tekoucích a stojatých. Tyto typy vod v krajině představují specifické životní prostředí pro obrovskou řadu rostlin a živočichů. Složení těchto společenstev vodních toků je ovlivňováno mnoha faktory – velikostí toku, teplotou vody, chemismem vody, rychlosti proudění a kolísání průtoku, obsahem živin ale i členitostí toku a predací. Právě predace je velmi důležitý faktor v utváření, skladbě a početnosti samotného ekosystému.

3.2.1 Predátoři ryb

Negativní faktorem ovlivňujícím vodní prostředí a částečně i ekosystém jsou rybožraví predátoři a jejich škody vznikající nejčastěji na rybí obsádce. Výskyt a početnost výše uvedených predátorů je závislý na hustotě a složení rybí obsádky v daném vodním toku, popřípadě vodním díle. Pokud se takový predátor vyskytuje na vodních plochách, která jsou rybářsky obhospodařována a obsádka pravidelně dosazována, dojde ke zvýšení početnosti těchto predátorů na daném území. Počet predátorů vzroste hlavně z důvodu neomezeného potravního zdroje, který jim *de facto* sami rybáři dodávají (Kruuk, 1995 a Roche, 2001). Tak vznikají vedlejší škody pro rybářské organizace nebo firmy podnikající v akvakultuře. Největší škody páchají na rybím společenstvu predátoři, jako jsou: vydra říční (*Lutra lutra*), kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*), volavka popelavá (*Ardea cinerea*), norek americký (*Mustela vison*) a další (Randák a kol., 2013). Je tak důležité predaci mezi jednotlivými členy potravního řetězce v ekosystému udržovat v rovnováze.

Většina těchto predátorů patří do skupiny živočichů, která je zákonem chráněná. Tudíž je velmi složité bránit se jim a ochránit tak rybí společenstvo. Rybářské sdružení České republiky vyčíslilo v roce 2012 škody způsobené rybožravými predátory až na částku 148 milionů korun.

Je velká část vodních toků a vodních děl, které v zimním období nezamrzají. Tudíž na nich mohou významně škodit celé kolonie rybožravých predátorů. V zimním období se jedná převážně o kolonie zimujících kormoránů, které se přemísťují z rybníků a ostatních větších toků. I mírný predací tlak kormoránů může vážně narušit vyváženost rybího společenstva a vodního ekosystému (Roche, 2001).

3.2.2 Rybožraví ptáci

Rybožraví ptáci představují významný problém pro rybí společenstva a jejich stav ve vodních tocích a na vodních dílech.

V Česku to jsou převážně zimující hejna přemnoženého kormorána velkého. Takováto hejna způsobují rozvrat rybích společenstev v řádech dnů. Částečné škody způsobují také volavky a čápi (Spurný a kol., 2010).

Mezi nejvýznamnější rybožravé predátory na našem území z řad ptactva tedy patří volavka popelavá (*Ardea cinerea*), čáp černý (*Ciconia nigra*), a nejvýznamnější predátor kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*). Těmito druhy jsou nejvíce ohrožené ryby hlavně v zimních měsících (*Randák a kol., 2013*).

3.2.3 Kormorán (*Phalacrocorax*)

Na světě se vyskytuje asi 40 druhů kormoránů (*Phalacrocoracidae*) (*Johnsgard, 1993*). Obývají, vyjma polárních oblastí, téměř celý svět. Někteří se zdržují na mořském pobřeží, jiní přebývají u vnitrozemských sladkovodních jezerech, močálů a brakických ústí řek (vždy však u dobře zarybněných vod). Při nedostatku potravy migrují na úživnější místa. Stejně jako před nástupem zimy se stěhují za potravou z chladnějších území do teplejších oblastí (*Zicha, 2006*). Velký druh kormorána (*Phalacrocorax perspicillatus*) obýval až do svého vyhubení člověkem v polovině 19. století rozsáhlé oblasti Kamčatky, Japonska a dalších částí východní Asie (*Roberson, 2012*).

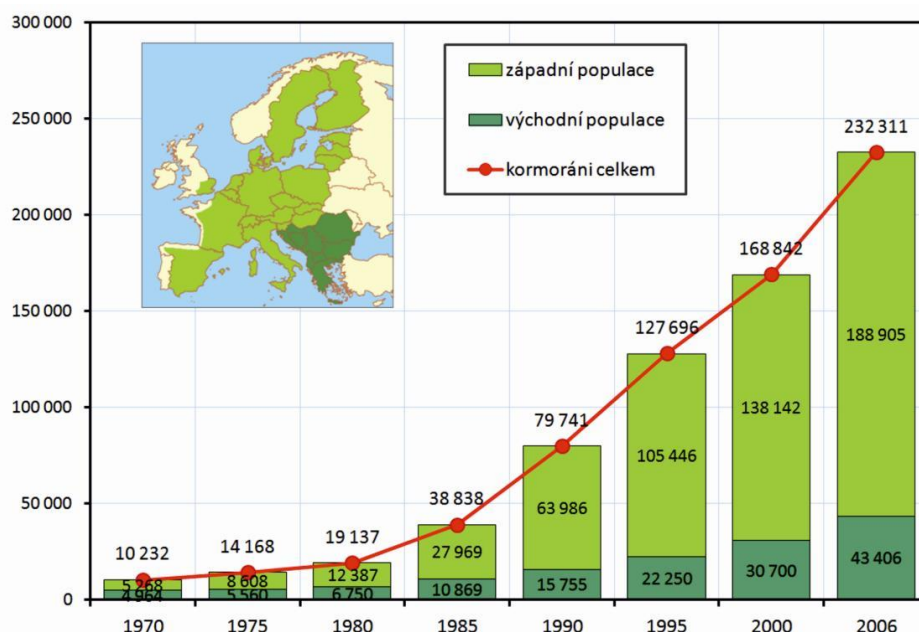
Na území Česka je nejpočetnějším zástupcem kormorán velký. Kromě tohoto druhu byl ojediněle zaznamenán výskyt kormorána chocholatého (*Phalacrocorax aristotelis*) a kormorána malého (*Phalacrocorax pygmeus*) (*Hudec a kol., 1994*).

Kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*)

Kormorán velký (*Phalacrocorax carbo* (*Linnaeus, 1758*)) je taxonomicky řazen do řádu veslonohých (*Pelecaniformes*), do monotypické čeledi kormoránovitých (*Phalacrocoracidae*). Podle starší taxonomie byla tato čeleď *Phalacrocoracidae* spojována s aktuálně samostatnou čeledí anhingovitých - *Anhingidae* (*Hudec a kol., 1994*).

Kormorán velký je nejrozšířenějším druhem mezi kormorány a obývá všechny kontinenty kromě Jižní Ameriky a Antarktidy. V Evropě se vyskytují dva poddruhy: *Phalacrocorax carbo*, který se vyskytuje podél pobřeží západní Evropy (Francie, Británie, Irsko a Norsko) a *Phalacrocorax sinensis* v severní střední Evropě a lokálně napříč střední Asií. Hlavní země obývané tímto druhem v Evropě jsou Dánsko (cca 42 000 párů), Švédsko (cca 27 000 párů), Nizozemsko (cca 19 000 párů) a Německo (cca 18 000 párů), ale také Ukrajina i Rusko (*BirdLife International, 2004; Musil & Musilová, 2010 b*).

Obrázek 1 Vývoj početnosti kormorána velkého v Evropě od roku 1970 až do roku 2006 (Randák a kol., 2013)



Kormorán velký je jeden z největších druhů rodu *Phalacrocorax*. Délka těla se pohybuje v rozmezí 80 až 100 cm s rozpětím křídel 130 až 160 cm. Dosahuje celkové váhy těla až 3,6 kg, přičemž samec je vždy větší o 30 % než samice (Bzoma, 2011). Zbarvení těchto ptáků se vyvíjí v průběhu jejich života. Mladí ptáci jsou hnědí se světlou částí hlavy. Dospělci jsou pak černí se zeleným leskem a bělavým zátylkem včetně tváří (Bürger a kol, 2009). Množství přijímané potravy se denně blíží hodnotě až 350 g nebo 12,6 % váhy těla kormorána (Vejrík, 2009).

Tento druh kormorána patří mezi nejvýznamnější rybožravé predátory na území ČR způsobující velké finanční ztráty na obsádkách uzavřených a volných vod. Vyhledává lokality u velkých nádrží a řek, kde osídluje litorální pásma, ostrůvky zarostlé vegetací, ale i lužní lesy a jiná místa obklopená vodou (Šťastný a kol., 2006). Zimuje na nezamrzajících řekách prakticky na celém území České republiky. Během teplejších zim narůstá jeho početnost převážně na stojatých vodách a vodních dílech. Z důvodu vyšší početnosti tak kormorán obsazuje stále nové lokality, aby si zajistil dostatečný příjem potravy. Kormoráni jsou predátoři, kteří se živí hlavně kořistí, která je aktivní převážně ve dne (McCormick a kol., 1998). Hejna zimujících kormoránů na našem území opouštějí v dubnu horní oblast Labe (většina ptáků před koncem března (Čech a Vejrík 2011). Mnoho autorů objevilo, že kormoráni obvykle loví nejhojnější a nejpřístupnější druhy ryb na daném toku (Keller 1995, Suter 1997, Čech a kol. 2008, Čech a Vejrík 2011, Emmrich a Duttmann 2011). Nejčastěji loveným druhem ryb jsou ryby z čeledi kaprovitých (Prchalová a kol. 2011, Horký a kol. 2013, Valová a kol. 2014)

V rozmezí roku 2007 a 2011 bylo v ČR zaznamenáno hned 312 až 350 hnízdících párů (Musil a kol., 2011). Největší početnost byla v jižních Čechách v okolí třeboňské rybníční soustavy, ale také na jižní Moravě (lokality na Odře, Olze a Opavě) a Poodří (Šťastný a kol., 2006). Musil a Musilová (2009) uvádí, že nejvyšší počet zjištěných jedinců bývá zaznamenán

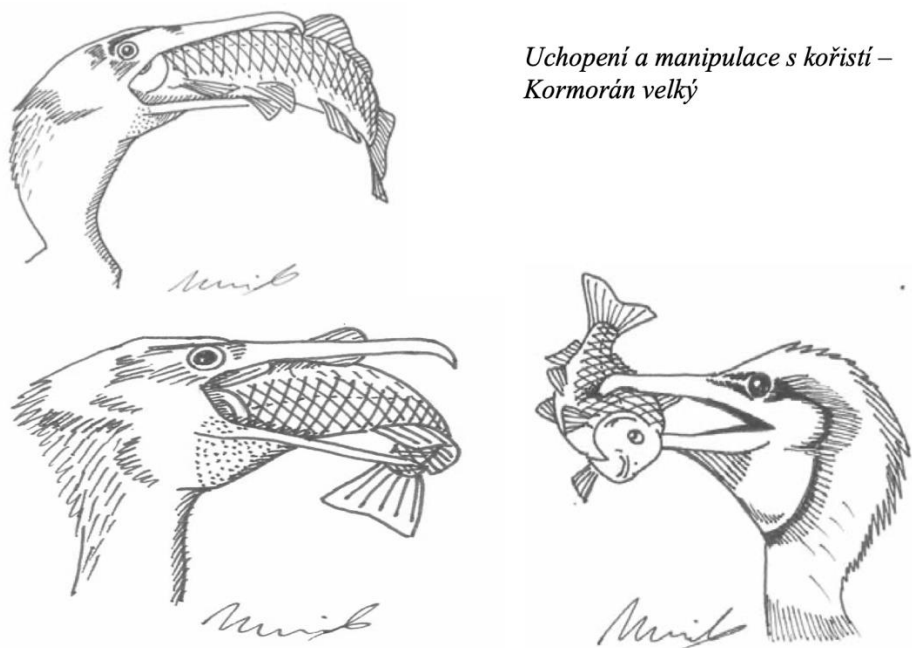
na lokalitách v severních a středních Čechách – na Labi, Vltavě, Ohři a Berounce. Toto každoroční sčítání kormoránů na území ČR probíhá už od roku 1985 (*Musil a kol. 2009*).

Už od 19. století však byl kormorán kvůli vznikajícím škodám na rybích populacích redukován a lidé se snažili o zmaření jeho zahníždění (*Šťastný a kol., 2006*).

Na začátku 20. století bylo v západní a střední Evropě odhadem pouze 3500 až 4300 hnízdících párů. Začátkem chránění tohoto ptactva v sedmdesátých letech 20. století se však početnost začala zvyšovat a následně se rozšířil i areál působení. Tato vzestupná tendence počtu kormoránů roste dodnes (*Musil a Musilová, 2010*). Jedním z dalších zásadních opatření, které přispělo k rozvoji populace kormorána velkého na našem území a v Evropě bylo přijetí Směrnice rady EHS o ochraně volně žijících ptáku v roce 1979. Tam byl poddruh kormorána velkého *C. sinensis* přidán do přílohy I. a vydržel tam až do roku 1997. K další vzrůstu početnosti přispělo i omezení využívání DDT a PCB, které snižovali úspěšnost zahníždění. To ale nejsou zdaleka jediné faktory, které přispěli k rozmnožení tohoto druhu. Dalším faktorem je také zvýšení počtu rybích farem s bohatou potravní nabídkou pro rybí predátory, jako je kormorán. Možným faktorem je i zvýšení hustoty malých druhů ryb v důsledku větší úživnosti vod související s eutrofizací (*Pacovská a kol., 2010*).

Škody způsobené kormoránem velkým však nespočívá jen v přímé konzumaci ryb samotným ptákem, ale zahrnuje také sekundární efekty, kterými jsou především stresování ryb, permanentní ukrývání před predátorem apod., které mohou způsobit následný úhyn ryb (*Kortan a kol., 2010*). Podstatným faktorem je také samotný způsob lovu kormorána. Dokáže totiž velké množství ryb mechanicky poškodit a způsobuje rybám typická zranění. Při lovu používá kormorán svůj zobák, který je anatomickou skladbou uzpůsoben lovu. Zobák je na horní čelisti velmi ostrý a zahnutý, tak aby hned při prvním kontaktu došlo k rozsáhlé perforaci kůže. Toto zranění má trojúhelníkový tvar. Kormoráni se snaží uchopit při lovu rybu vždy do oblasti za skřelemi. Následně s ní vyplouvají na hladinu a polykají kořist hlavou napřed (*Gremillet a kol., 2006*). Pokud je však lovená ryba příliš velká, nebo se jí podaří nějakým způsobem uniknout ze zobáku, neboli zejku tohoto predátora způsobí predátor rybě často velmi rozsáhlá poranění od ztráty šupin a zhmoždění kůže či svaloviny až po otevřené a hluboké rány způsobené právě ostrou špičkou. Takto napadený jedinec může být následně napaden širokou škálou parazitů, plísňí a mikroorganismů, což může vést až k uhynutí jedince. Takto způsobené ztráty mají nemalý podíl v celkovém součtu škod (*Adámek a kol., 2005*).

Obrázek 2 Uchopení a manipulace s kořistí při lovu kormorána velkého (Adámek a kol. 2007)



Ryby jsou napadány převážně mladými ptáky do stáří jednoho roku věku. Adultní kormoráni jsou při svém lovu mnohem úspěšnější (Lekuona, 2002).

Škodu však kormoráni způsobí, i když takto zraněná a napadená ryba neuhyne. Klesne jí totiž tržní hodnota, nebo je ryba neprodejná (Ondráčková a kol., 2010).

3.3 Ryby vyskytující se ve VD Újezd

Vodní dílo Újezd je běžná přehradní nádrž vystavěná na řece Bílině spadající pod povodí Ohře. Více informací o samotném vodním díle jsou uvedeny v kapitole Materiál a metodika. Kvalita vody je úměrná kvalitě vody na přítoku do nádrže. Nad touto nádrží jsou do toku zaústěny odpadní vody z ČOV Jirkov, kterými je přítok výrazně ovlivněn a v nádrži dochází k dočištění těchto vod. V letním období může dojít k rozvoji řas a sinic. Na vodní nádrži hospodáří Český rybářský svaz. Ten každoročně nasazuje určité množství ryb, viz tabulka č. 1. Běžně se tak ve vodním díle vyskytuje Kapr obecný (*Cyprinus carpio*), Lín obecný (*Tinca tinca*), Cejn velký (*Abramis brama*) a Cejnek malý (*Blicca bjoerkna*), v menším počtu pak Sumec velký (*Silurus glanis*) a Štika obecná (*Esox lucius*). Toto druhové zastoupení je podloženo nejen dokumentací o nasazování zmíněných druhů, ale také v přehledu o úlovcích členů rybářských svazů vykonávajících na vodním díle rybářské právo.

Přehled o výlovcích, viz tabulka č. 2. Tabulka 1 Přehled množství a druhového zastoupení ryb nasazovaných na VD Újezd Českým rybářským svazem v letech 2017 až 2019 (převzato z ČRS Újezd)

	2017	2018	2019
Kapr obecný	13304 ks / 14 200 kg	4700 ks / 5500 kg	13 053 ks / 14 100 kg
Lín obecný	1413 ks / 424 kg	Nenasazeno	Nenasazeno
Sumec velký	Nenasazeno	Nenasazeno	Nenasazeno
Štika obecná	1877 ks / 177 kg	1200 ks / 120 kg	1912 ks / 124 kg
Cejn velký	Nenasazeno	Nenasazeno	Nenasazeno
Úhoř říční	1800 ks / neuvedeno kg	2000 ks / neuvedeno kg	1600 ks / neuvedeno kg
Amur bílý	1500 ks / 1600 kg	300 ks / 600 kg	270 ks / 600 kg
Candát obecný	4000 ks / neuvedeno kg	Nenasazeno	Nenasazeno

Tabulka 2 Přehled o úlovcích na VD Újezd z odevzdaných povolenek členů rybářských svazů (převzato z ČRS Újezd)

	Rok 2018		Rok 2019		CELKEM
	Počet kusů	Množství (kg)	Počet kusů	Množství (kg)	
Kapr obecný	5194	10889,7	6741	12 992,2	11935 ks / 23 881,9 kg
Lín obecný	146	114,2	41	35,9	187 ks / 150,1 kg
Sumec velký	13	166,2	39	299,3	52 ks / 465,5 kg
Štika obecná	93	221,2	116	276,9	209 ks / 498,1 kg
Cejn velký / Cejnek malý	116	133,2	115	167,9	231 ks / 301,1 kg
Úhoř říční	105	78,5	103	64,9	208 ks / 143,4 kg
Amur bílý	334	1051,4	241	770,3	575 ks / 1821,7 kg
Candát obecný	36	88,8	40	133,3	76 ks / 222,1 kg

3.3.1 Popis jednotlivých druhů ve vztahu k predaci kormoránem

Kapr obecný (*Cyprinus carpio*)

Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) je v současnosti hlavním hospodářským druhem chovaným na území ČR ale i ve střední Evropě. Rybníky nasazené kapří násadou jsou pro kormorána velmi jednoduchým a snadným cílem. Se zraněním od kormorána se v praxi můžeme běžně setkat hlavně u velikosti ryb K2 (dvouletá ryby), méně pak u tržních ryb K3. Plůdek kapra je ve většině případů zkonsumován kvůli své velikosti přímo. Z toho důvodu u něj poranění způsobené kormoránem nalezneme zřídka kdy. Už výše charakterizované typické zranění od kormorána je dobře viditelné a identifikovatelné hlavně na lysé formě kaprů. Na ošupených formách kaprů se jedná především o pohmožděniny, hluboká zranění a ztrátu šupin v okolí místa napadení (Adámek a kol., 2007). Několik výzkumů odhalilo při výloveh rybníků velkou procentuální odlišnost napadených kaprů z celkové obsádky vodní plochy. Podle Kortana a kol. (2008) se na Pohořelicku číslo poraněné obsádky vyšplhalo až na 42 %. V lokalitách na Třeboňsku toto číslo činilo 3,3 % při výlovu rybníka Naděje a 18,3 % na rybníce Víra. Podle výzkumu Fonteneau a kol., (2009) v zemích severní a západní Evropy na 19 lokalitách kapr obecný zaujímal v průměru 2,45 % celkové potravy sledovaných kormoránů.

Sumec velký (*Silurus glanis*)

Sumec velký (*Silurus glanis*) může být svou stavbou těla (velký objem a hladký povrch těla) poměrně často zraňován. Při poškození břišní stěny může dojít až k fatálním následkům a uhynu jedince. Výjimkou nejsou ani častá zranění na tenkém ocasním násadci. Kormorán totiž při lovu reaguje instinktivně a relativně malý ocasní násadec nedokáže spojit s velikostí celé ryby, kterou napadá.

Cejn velký a cejnek malý (*Abramis brama* a *Blicca bjoerkna*)

Tyto druhy kaprovitých ryb jsou relativně častou kořistí. Tomu předchází hlavně specifický tvar těla a výrazně stříbřité zbarvení těchto druhů. Při napadení kormoránem dochází hlavně ke ztrátě šupin, které se poměrně lehce uvolňují, ale také k rozsáhlým zraněním na břišní dutině způsobené zobákem.

Lín obecný (*Tinca tinca*)

Zranění línů právě kormoránem je na vodních dílech, kde se tyto predátoři vyskytují celkem časté. Při výzkumu Adámka a kol. (2008) bylo při výloveh na Třeboňsku zaznamenáno napadení u 20 a 25,5 % celkové obsádky línů v rybnících Víra a Potěšil. Poranění u lína jsou dobře rozeznatelná a charakteristická od poškození jiných druhů ryb. Vizualně odlišná poranění způsobuje typický kompaktní šupinová pokrývka těla tvořena malými cykloidními šupinami. U menších zástupců tohoto druhu často proniká špička zobáku do svaloviny.

Štika obecná (*Esox lucius*)

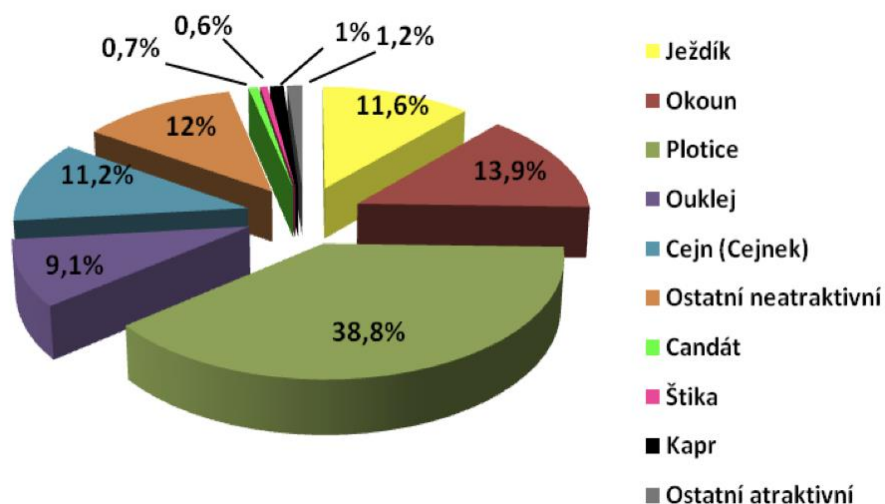
Štika obecná není při napadení kormoránem tak náchylná na ztrátu šupin jako je to u kaprovitých druhů ryb. Šupiny štiky jsou malé a pevně zasazené ve škáře. Podle Adámka a kol.

(2007) může kormorán napadat štika poměrně velkých rozměrů. Na rybnících v okolí Třeboňska byli zaznamenáni zranění jedinci o celkové délce 398 mm a váze 416 g. Při výlovu na rybníce Potěšil poté bylo zjištěno poranění až u 16,2 % celkové obsádky tohoto druhu. Podle výzkumu Fonteneau a kol., (2009) v zemích severní a západní Evropy na 19 lokalitách se tato velmi atraktivní ryba nacházela v 0,86 % celkové potravy sledovaných kormoránů.

3.3.2 Složky potravy predátorů

Výše zmíněné sportovně atraktivní druhy ryb (vyjímaje Cejna velkého a cejnka malého) jsou však podle Engströma (2001) a Fonteneau a kol. (2009) zastoupeny v potravě kormorána velkého jen v malém množství viz Obrázek č. 3., ve kterém je uveden průměr z 9 evropských lokalit (VN Želivka, VN Slapy, Vltava v okolí Vyššího Brodu, francouzské Dordogne, Ile-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Sarthe a Morbihan a švédské jezero Ymsen). Atraktivní druhy ryb zaujímají pouhé 3,5 % z celkového množství ryb. Ty byly zjištěny pomocí analýzy potravy na základě odstřelu těchto predátorů a rozboru zažívacího traktu.

Obrázek 3 Procentuální zastoupení jednotlivých druhů ryb v potravě kormorána velkého Vejřík (2009) podle (Engström 2001), (Čech 2005), (Čech a kol., 2008), (Fonteneau a kol., 2009)



Kormoráni, ale zároveň upřednostňují rybníky a vodní plochy s celkovou plochou přesahující 20 ha. Zastoupení jednotlivých ryb v potravě kormoránů a mechanické poškození těla ryb jsou však mnohem vyšší na produkčních rybnících (Adámek a kol., 2002). Velmi nežádoucí je přítomnost těchto predátorů v oblastech, kde je praktikováno intenzivní hospodaření (rybochovná zařízení nebo produkční rybníky, popřípadě vodní plochy, na kterých hospodaří rybářské svazy). Zde jsou v potravě kormoránů z nemalé části zastoupeny i hospodářsky cenné druhy ryb. Částečným zamezením a preventivním opatřením lze alespoň částečně předcházet. A to instalací protipredačního opatření na vodních dílech a tocích (Adámek a Kortan, 2002).

3.4 Protipredační opatření

3.4.1 Mechanické

Z hlediska posílení ekologické funkce toku nebo jiného vodního díla jsou navržena typová opatření prolínající se s ostatními kategoriemi opatření. Základním předpokladem pro podporu stanovištních nároků na vodu vázaných organismů je uvědomit si a brát v potaz:

- břehové části
- variabilitu hloubek
- rychlostí proudění
- přítomného substrátů a přítomnost dřevní hmoty.

Rybami jsou takovéto úkryty vyhledávány a využívány k odpočinku a jako ochrana před lovicími predátory. Úkryty pro ryby je vhodné realizovat případně i samostatně, bez dalších úprav, například v blízkosti rybích přechodů. Vyčnívají-li některé z prvků nad hladinu, profitující skupinou živočichů jsou rybožraví ptáci.

Osazení skupin větších kamenů a balvanů vytváří břehové úkryty pro živočichy ukryvající se v dutinách (raci, úhoř, mník). Kameny zasahující nad úroveň běžné hladiny vytvářejí úkryty pro suchozemské živočichy (obojživelníci, plazi aj.).

Obdobnou funkci bude plnit i kmen stromu. Částečně odvětvené stromy skořenovými náběhy s kmenem orientovaným ve směru proudění v kombinaci s přítížením balvany a přihrnutím autochtonním materiálem. Obdobně lze umístit i pařezy poražených stromů, které nebylo možné ponechat v místě původního výskytu. Vhodné pro umístění takovéto dřevní hmoty jsou zejména úseky toků, kde neprobíhá plavba, a které není nutné z hlediska stability břehů ani protipovodňové ochrany zajišťovat nevegetačním opevněním. Zároveň je potřebný výskyt klidného proudění i za vyšších průtoků, aby nedošlo k odnesení kmenů vodním tokem. Po prověření mohou být vhodnými oblastmi zprůtočnění mrtvá ramena, zátočiny nebo oblasti konvexních břehů oblouků.

Rybí úkryty je možné umístit také v patě stabilizovaného svahu. Je žádoucí umístit dno prohlubně pod úroveň dna. Během menších vodních stavů by zde měla být zajištěna hloubka 0,3 – 0,5 m. Není přípustné umístění úkrytu na konvexní straně oblouku ani obecně v oblastech toku, kde dochází k vyššímu usazování sedimentu, např. jezové zdrže. Naopak konkávní strana oblouku je pro svou vymývací vlastnost vhodná. V takovém případě je nutné patu záhozu dostatečně prodloužit směrem do břehu. Vlivem oslabení opevnění v tomto místě, by jinak docházelo k vymývání drobného materiálu za opevněním.

Rybí úkryty není vhodné umístit v celé délce paty opevnění, ale pouze například v několika úsecích o délce 4 m. Úseky budou odděleny opevněním bez úkrytu. Nad plavební hladinou je možné na toto opatření navázat například vegetačním opevněním. Provedení tohoto prvku je technicky náročné a jeho kritická udržitelnost je dána umístěním vzhledem k proudění (*Ministerstvo životního prostředí, 2016*).

3.4.2 Akustické

Mezi nejčastěji používané zvukové techniky pro snížení škody rybožravými predátory se řadí plynová děla, pyrotechnika, dále plašení střelbou, popřípadě další nejrůznější bioakustické metody. Akustické plašiče se řadí mezi neúčinnější způsoby plašení vůbec. Nutno podotknout, že právě toto plašení je i přes počáteční vysokou efektivitu dlouhodobě neperspektivní. Tyto plašiče totiž rychle podléhají habituaci kormoránů a efekt vyplašení trvá poměrně krátkou dobu. Vysoká hlučnost přístrojů navíc ovlivňuje okolní prostředí a jejich použití je tak limitováno na větší vzdálenost od lidských sídel nebo míst podléhajících přísnějším stupněm ochrany. Dalším mínusem je vysoká pořizovací cena těchto přístrojů. Plynová děla

Plynová děla jsou mechanická zařízení, které dokáže vyprodukovat výbuch v určitých intervalech až o síle 130 dB. Všechny tyto zařízení fungují na podobném principu vzplanutí směsi propanu nebo acetylenu a vzduchu. Intervaly jednotlivých výbuchů mohou být regulovány a nastaveny dle potřeby pomocí časovače.

Vyrábějí se dva základní typy těchto děl.

1. Jednoduchá děla (single cannons) - nižší účinnost plašení
2. Dvojitá děla (double cannons) - vyšší efektivita plašení díky dvojitému výbuchu.

Efektivitu lze u těchto přístrojů dosáhnout zařízením nesoucí název „Rotating Hunter“, což je dvojitě dělo připevněné na napodobeninu lidské postavy otáčející se kolem své osy. Druhým typem vylepšení je přístroj „Scatterbird MK II“, u kterého mohou být výbuchy střídavě zacíleny do odlišných směrů a tím oddálit habituaci plašených rybožravých ptáků/predátorů. Pořizovací cena těchto vylepšených plašičů je však velmi vysoká (INTERCAFÉ, 2009).

Jedno takové zařízení dokáže pokrýt plochu 1,3 až 2 ha. Na větších vodních plochách však kormorán často poodlétne o kousek dál. Je tak nutné tuto metodu plašení s plynovými děly kombinovat s dalšími metodami.

Dalším tipem pro zvýšení efektivity tohoto přístroje je změna směru zacílení, změna rychlosti frekvence střelby a častá změna pozice umístěných děl.

Největší nevýhodou plynových děl je jednoznačně rušivý element, dopadající na široké okolí. Z tohoto důvodu je tak skoro vyloučeno využití v obydlených oblastech nebo jejich blízkém okolí. Nutno podotknout, že i používání v odlehlých místech má nepříznivý vliv na živočichy a je velmi nešetrný k životnímu prostředí (*Bishop a kol. 1993*).

Pyrotechnika

Tento způsob plašení je založen na vytvoření velkého hluku se světelnými efekty. Metoda je to velmi různorodá a lze v ní uplatnit nejrůznější typy pyrotechniky od zábavní až po větší

ohňostroje. Oproti metodě s plynovými děli je hlavní výhodou dostupnost a menší pořizovací náklady. Jejich častější používání však vede k rychlé habituaci kormoránů, a proto se doporučuje obnovit úspěšnost plašení zástřelem několika kusů kormorána. Podobně jako děla je tato metoda vhodná především pro menší rozlohy vodních děl.

Pro plašení touto metodou se většinou používají speciálně upravené pistole s dosahem 25 m nebo brokovnice s dosahem až 90 m, které mohou vyprodukovat hluk až do výši nad 160 dB. Osoba, která vykonává tuto aktivitu, však musí vlastnit oprávnění k držení zbraně a zbrojní průkaz.

Levnější varianta pyrotechnikou je za pomoci rachejtlí, nebo jiných zápalných raket. V tomto případě však musí osoba provádějící odstřel dbát na opatrnou manipulaci a brát v potaz hydrometeorologické podmínky (*Moerbeek a kol., 1987*)

Plašení střelbou

Tato metoda je společně s použitím pyrotechniky a plynovými děli jedna z nejčastějších. Využívá se jak na malých, tak i velkých rozlohách vodní plochy. Převážně se používá jako doplňkové plašení u výše zmíněných metod plašení.

Nespornou výhodou je nízká cena a dobrá dostupnost. Nezbytným požadavkem ale jsou zbrojní průkaz a povolení držitele zbraně. Podle experimentu ve Velké Británii dokáže střelba v kombinaci s letálními odstřely snížit počet kormoránů až o 50 % dokonce na několik týdnů (*INTERCAFE, 2009*)

3.5 Umělé úkryty

Rybí úkryty navrhujeme z důvodu zlepšení podmínek prostředí. Následující kapitoly se zabývají plánováním, rozmístěním, materiálem, designem a umístěním rybích úkrytů.

3.5.1 Definice umělých úkrytů

Rybí úkryt je místo, kde se ryby mohou zdržovat v bezpečí před predátory. Další výhodou může být využití úkrytů jako místa pro tření nebo vyhledávání potravy. Umělé úkryty fungují buď pro seskupení stávajících rozptýlených jedinců nebo vytváření nových společenstev (*Wickham a kol., 1973*)

Cíle umělých úkrytů:

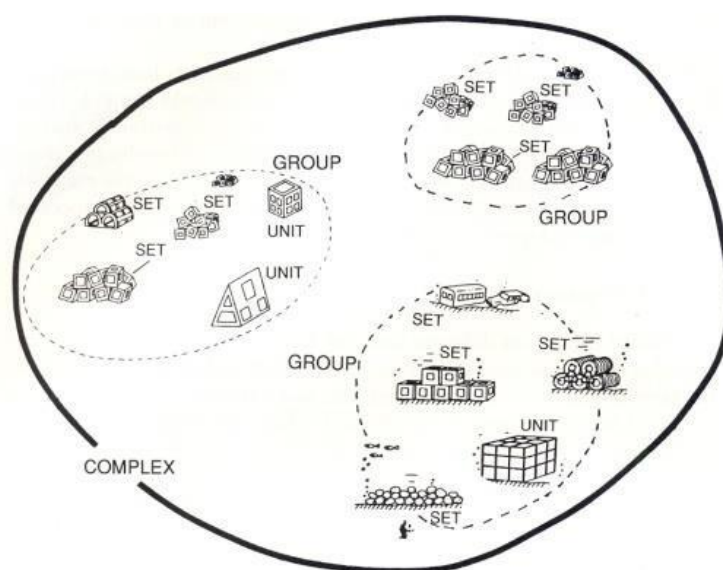
- ochrana citlivých stanovišť před rybolovnými činnostmi,
- zmírnění ztrát vlivem predátorů,
- zvyšování biodiversity,
- zlepšení populací vodních organismů poskytováním útočiště mladistvým i dospělým,
- posílení profesionálního a rekreačního rybolovu,
- vytváření vhodných oblastí pro potápění,
- výzkumné a vzdělávací činnosti

Cíle pro rozmístění umělých úkrytů se vzájemně nevyklučují, často se jejich vlastnosti překrývají.

Dle rozmístění nazýváme úkryty následovně:

- Modul - nejmenší prvek představující umělý úkryt. Moduly mohou být umístěny jednotlivě na dno nebo smontovány.
- Set - struktura vytvořená sestavením modulů.
- Skupina úkrytů (group) - oblast tvořená více sety modulů v těsné blízkosti.
- Complex - tvořený více než jednou skupinou úkrytů (*Grove a Sonu, 1983*).

Obrázek 4 Hierarchie různých složek umělého úkrytu (*Grove a Sonu, 1983*)



3.5.2 Plánování

Plánování umělého úkrytu zahrnuje různé fáze: pre-construction, construction and post-construction.

První dvě fáze jsou časově omezené, zatímco poslední fáze bude pokračovat po celou dobu života úkrytu.

Zásadním faktorem úspěchu umělého přístřeší je účinná spolupráce mezi řadou aktérů, jako jsou projektanti, technické úřady, místní a regionální orgány, rybáři, potápěči a všechny zúčastněné strany, kterých se daný sektor týká. Pokud jsou zapojeny všechny výše vypsane zúčastněné strany, které se zabývají umělým přístřeškem, a jsou informovány o stavu a činnostech týkajících se konstrukce, správy a používání přístřeší, budou tyto strany s větší pravděpodobností nabízet pomoc (FAO, 2015).

3.5.3 Fáze představební (pre-construction)

Tato fáze dle FAO (2015) zahrnuje všechny činnosti, které je třeba provést před instalací umělého úkrytu; od rozhodnutí o jeho vytvoření po předložení plánu příslušným orgánům. Prvním krokem při plánování umělých úkrytů je identifikace širších cílů pro výstavbu (např. zlepšení rekreačního rybolovu nebo řízení profesionálního rybolovu) a zhodnocení ekosystému, kde by měl být umělý přístřešek umístěn, a jak toto prostředí bude ovlivněno ponořením nových substrátů. Proto otázky, na které je třeba odpovědět před závazkem k dalšímu plánování a rozvoji, jsou:

- a) Je koncept úkrytu realistický? Tato otázka má za cíl posoudit, zda myšlenka na vybudování umělého úkrytu je platná v určité oblasti, před přijetím závazku.
- b) Jak bude nový úkryt a přírodní ekosystém interagovat? Je nezbytné, aby byl před umělou výstavbou pochopen vliv umělého přístřeší na dno, pokud jde o to, jak může být přírodní stanoviště pozměněno a jak mohou být nové substráty ovlivněny ekologické procesy. Současně je nutné vyhodnotit místní sociální a ekonomickou situaci a zapojit potenciální uživatele umělého úkrytu, aby zvážili své názory na projekt.

Jakmile jsou definovány širší cíle a konkrétní cíle umělého přístřeší, je nutné vypočítat investice a očekávané ekologické a socioekonomické výnosy. Na základě těchto informací bude možné časem ověřit účinnost umělého přístřeší.

3.5.4 Fáze stavby (construction)

Tato fáze zahrnuje veškeré činnosti týkající se výstavby umělých přístřeší a jejich rozmístění. Bezpečnostní obvod by měl být stanoven a signalizován bójí kolem místa rozmístění, aby se během výstavby zabránilo rizikům pro rekreační lodě, potápěče atd. Jakmile jsou operace rozmístění dokončeny, měla by být správná poloha krycích struktur ověřena přímým pozorováním potápěčů nebo nepřímých průzkumů se sonarem bočního snímání nebo víceosým echolokátorem (FAO, 2015).

3.5.5 Fáze po postavení (post-construction)

Po konstrukci umělého úkrytu je následující otázka: Jak lze úkryt spravovat a používat udržitelným způsobem? Tato otázka je zaměřena na identifikaci možností správy, které optimalizují výhody pro všechny uživatele úkrytu a omezují konflikty mezi nimi. Tato otázka je zásadní v případě umělých přístřeší sponzorovaných národními, regionálními nebo místními orgány (FAO, 2015).

3.5.6 Umístění, návrh a konstrukce

Z hlediska životního prostředí je správné umístění umělého úkrytu nezbytné pro optimalizaci jeho ekologických vlastností a může výrazně ovlivnit očekávané účinky od jeho založení. Při určování polohy umělého úkrytu by se měly brát v úvahu fyzikální a chemické proměnné a ekologické vlastnosti. Fyzikální a chemické proměnné zahrnují typ sedimentu, hloubku, proudy, vlny, rychlost sedimentace, zákal vody a živiny.

Stabilita přístřešku souvisí s jeho strukturálními charakteristikami (tj. Hmotností, hustotou a konstrukcí modulů), typem sedimentu, proudovou intenzitou a vlnovým pohybem. Na blátivém dně mohou silné proudy a vlnové pohyby způsobit pohyb sedimentu, který vede k potopení, s důsledky vedoucími ke zničení nebo přemístění umělých struktur. Vlny a proudy mohou také způsobovat klouzání, svržení a posunutí v důsledku nadměrných bočních sil, jakož i redistribuci sedimentů a bahna na vodorovných površích substrátů. Toto bahno může být následně odstraněno působením proudů, což má za následek ztrátu nedávno usazených organismů. Současně je třeba se vyvarovat oblastí charakterizovaných silnou sedimentací (jako jsou oblasti v blízkosti ústí řeky nebo přítoků do vodního díla) (Lindberg a Seaman, 2011).

Biologické proměnné, které mají být použity k určení správné polohy umělého úkrytu, jsou: stanoviště existující v místě úkrytu a v jeho okolí, životní historie cílových druhů a propojení. Obecně by umělé úkryty neměly být rozmístěny na skalnatých substrátech z důvodu větší náchylnosti na rozbití (Lindberg a Seaman, 2011).

Typologie okolních stanovišť může ovlivnit bentické společenství a shromažďování ryb na umělém úkrytu z hlediska složení a abundance (Bombace a kol., 1994). Naproti tomu úkryty izolované od ostatních jsou časem ovládnány dravci tzv. top down efektem. Proto se očekává, že stejné struktury budou kolonizovány různými společenstvy a různými rychlostmi, pokud budou umístěny v různých vzdálenostech od podobných stanovišť. Měly by tedy být v místě úkrytu provedeny kontroly před rozmístěním, aby se určil typ sedimentu, velikost a tloušťka zrn, hloubka, výskyt přírodních tvrdých substrátů a intenzita a směr proudění. Tyto informace pomohou upřesnit výběr místa pro úkryt, vzdálenost mezi nimi a identifikovat materiály a moduly, které jsou vhodnější k zajištění stability a účinnosti přístřeší v průběhu času (Belmaker a kol., 2005).

3.5.7 Materiály

Použitý materiál může ovlivnit kolonizaci umělých substrátů bentickými organismy a následně složení rybího společenství, které bude obývat úkryt. Především by materiály měly

být inertní, aby se zabránilo znečištění a bioakumulaci kontaminantů v životním prostředí. Volba materiálu by také měla brát v úvahu odolnost vůči chemickým a fyzikálním silám při stálém působení ve vodách, dobu života a vhodnost pro kolonizaci bentickými společenstvími. Pokud jde o stabilitu, obecným pravidlem je, že hustota materiálu použitého pro konstrukci úkrytu by měla být dostatečně velká, aby nedocházelo k posunu po dně. (*OSPAR, 1999*).

Pro dlouhou životnost by měl materiál zajistit minimální životnost 30 let; pro funkčnost může být materiál kolonizován bentickými organismy na základě terénního ověření prováděného po dobu minimálně 1 roku. A konečně, z ekonomických důvodů by materiály měly být nákladově efektivní (*Grove a kol., 1991*).

Při stavbě umělých úkrytů se používá celá řada přírodních a umělých materiálů. Přírodní materiály zahrnují kámen a dřevo, přičemž dřevo je v průběhu času méně odolné v důsledku působení organismů. Kamenné struktury mohou být rozptýleny na dně v chaotických hromádkách nebo uvnitř ráků z oceli, železa, plastu nebo dřeva. Používá se také sklolaminát, keramika a železo-beton. Tyto materiály usnadňují předběžnou výrobu speciálně navržených modulů před vodní dopravou na místo rozmístění (*Grove a kol., 1991*).

Ekologické hledisko by mělo být také zohledněno, protože některé materiály mohou být selektivní vůči bentickým organismům. Například větší množství bentických druhů bylo zaznamenáno na betonu než na laminátu nebo hliníku (*Anderson and Underwood, 1994*).

Seznam potenciálních materiálů pro umělou výstavbu přístřeší s výhodami a nevýhodami je uveden v tabulce č. 3.

3.5.8 Druhy kontrolních konstrukcí

Typy struktur používaných pro stavbu umělého úkrytu jsou klíčovým prvkem pro jeho úspěch jak z hlediska stability v čase, tak z hlediska dosažení očekávaných ekologických výsledků. Proto je důležité při plánování úkrytových jednotek zohlednit jak technické aspekty, tak jejich rozsah. Úkrytové jednotky se mohou pohybovat od velmi jednoduchých modulů (např. kameny nebo umělé kostky) až po sofistikované, složitě navržené konstrukce vyrobené z několika různých materiálů (např. Ocel a beton, ocel a sklolaminát).

Jednoduché materiály lze sestavit do úkrytů tak, aby se zvýšila trojrozměrná složitost přístřeší, čímž se zvýší jeho potenciál při nábore bentických organismů a druhů ryb (*FAO, 2015*).

Tvar, výška a hmotnost úkrytu jsou rozhodující pro jejich stabilitu a odolnost. Často se stává, že struktury zcela klesají v bahnitých dnech, protože nemají dostatečnou základnu pro podporu jejich váhy. Složité struktury se mohou zhroutit v důsledku sil proudů. Proto je pro stabilitu poměr hmotnosti k ploše zásadní (*MAP UNEP, 2005*).

Struktury úkrytů, jako je například odpadový materiál, jsou však stále velmi využívány. Mezi tyto struktury patří například staré lodě, letadla, stará vozidla, jako jsou automobily, autobusy, vlakové vozy, koleje, pneumatiky, trosky z demoličních projektů a části zastaralých platform. Je důležité zdůraznit potřebu vyčistit tyto struktury před rozmístěním, aby se

zabránilo uvolňování ropných látek znečišťujících látek a těžkých kovů v okolním prostředí a souvisejících nákladů (*MAP UNEP, 2005*).

Pneumatiky pro automobily jsou velmi nestabilní a mohou přispět ke zhoršení vodního prostředí. Potopení karoserií automobilů způsobuje, jak rozptýl škodlivých látek v životním prostředí, tak rozpad kovových částí s následnou ztrátou usazených organismů (*Relini, Orsi, 1971*).

Tabulka 3 Seznam potenciálních materiálů pro umělou výstavbu přístřeší s výhodami a nevýhodami (FAO, 2015)

Materiál	Výhody	Nevýhody
Dřevo	Dostupnost	Krátká životnost ve vodním prostředí – rychlý rozklad mikrobiálními organismy Kvůli nízké hmotnosti nutné zpočátku zatížit pro udržení na místě Používané dřevo je často ošetřováno a může obsahovat toxické sloučeniny
Kámen	Částice hornin různých velikostí lze použít k přizpůsobení různých životních etap zájmových druhů Kámen z lomu je stabilní a odolný Je dobrým lákadlem pro ryby Poskytuje dobrý povrch pro organismy	Náklady na dopravu na místa zastávky a úkrytu jsou drahé a je nutné použít těžké vybavení Potencionální pokles dna
Beton	Možnost vývoje prefabrikovaných jednotek Poskytuje vynikající povrchy	Potřeba pro manipulaci těžká zařízení Cena Potencionální pokles dna
Laminát	Sklolaminát vyztužený plastem je silný, netoxický a nekoroduje ani v mořské vodě Vhodný pro usazování bentických organismů a pro přitahování ryb	Vzhledem k lehkým laminátovým krytům jsou struktury náchylné na posun po dně Sklolaminát je relativně drahý materiál.
Popel	Možnost realizovat moduly různých tvarů a rozměrů	Drahé testování polétavého popílku na toxické složky Ne všechny popely jsou vhodné
Pneumatiky	Lehké -> snadná manipulace Snadno dostupné ve velkém množství Vysoká trvanlivost ve vodním prostředí	Používání pneumatik pro úkryty se již nepovažuje za odstraňování odpadu Jednotlivé pneumatiky poskytují malou hodnotu stanoviště Z důvodu trvanlivosti se mohou na dně hromadit
Vozidla	Karoserie jsou snadno dostupná, levná a lze s nimi lehce manipulovat Nevyžadují pro pohyb těžká zařízení	Recyklace oceli by mohla být výhodnější, než využívání karoserie jako korodující úkryt ve vodách Přibližná doba životnosti – 3 roky Nejsou stabilní a mohou se snadno pohybovat Nutné odstranit z vozidel kontaminující materiál
Plavidla	Zajímavé potápěčské a rybářské lokality Poskytují útočiště a místo pro rozmnožování ryb	Pro zlepšení pozorování potápěčů je upřednostňována čistota vody Mohou být kontaminována znečišťujícími látkami a odstranit je, je velmi nákladné a obtížné Stabilita plavidla se může měnit Poskytují menší úkryt pro ryby a bezobratlé Nutná úprava trupu plavidla, aby umožňoval cirkulaci vody a pronikání světla
Dřevěné lodě	Organismy zvyšují složitost stanovišť a poskytují prostor pro další organismy, bezobratlé a ryby	Zpracované dřevo, užívané pro mnoho konstrukčních účelů je často ošetřováno a může obsahovat toxické sloučeniny Problémy se stabilitou a krátká životnost (rozpad po 1-5 letech)

3.5.9 Čas rozmístění

Čas rozmístění může mít vliv na dobu vývoje a strukturu organismů, které budou úkryt kolonizovat. V mírných oblastech dochází k usazení většiny druhů řas na konci jara – léta, proto by mohlo být vhodné rozmístit umělé substráty v těchto ročních obdobích nebo těsně před nimi.

3.5.10 Design úkrytů

Moduly neboli seskupení úkrytů by měly být různých tvarů a měly by mít vhodné množství povrchové plochy s výčnělky, které slouží k usazování organismů. Kvalita úkrytů ovlivňuje výběr rybami a následně ovlivňuje populace, které mohou obývat soustavy rybích úkrytů. Úkryt musí poskytovat vhodné prostředí pro mladé i dospělé ryby, aby docházelo k rovnováze společenství (*Grove a kol., 1991*).

Další faktory, které by měly být brány v úvahu při plánování umělých úkrytů, jsou:

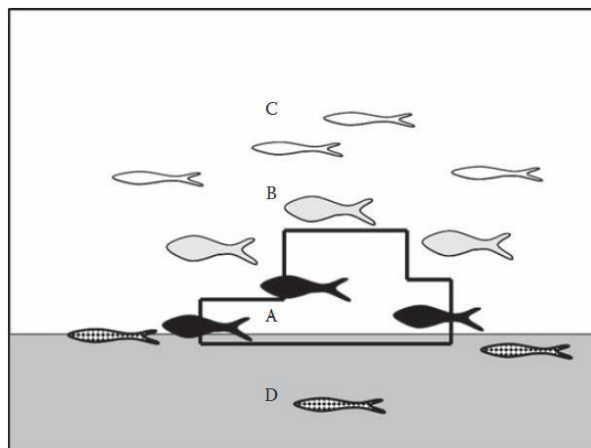
- Ryby všech velikostí i životních stádií obvykle upřednostňují úkryty, které mají mnoho otvorů a umožní jim uniknout před predátory;
- velikost, počet a orientace dutin by se měla shodovat s behaviorálními rysy cílového druhu
- celkový návrh umělých struktur by měl zajistit dostatečnou cirkulaci vody (*Grove a kol., 1991*).

S ohledem na tvar úkrytu je dobře známo, že přitažlivost několika vodních organismů k umělým úkrytům se velmi liší v závislosti na druhu a stadiu života.

Druhy ryb byly klasifikovány podle jejich přirozené přitažlivosti k jednotlivým typům:

- *Typ A*: bentické organizmy žijící v úkrytech, které upřednostňují život v jeho těsném kontaktu
- *Typ B*: nekto-bentické ryby žijící v úkrytech, plavou kolem struktur a jsou s nimi spojeny přímým dotekem
- *Typ C*: pelagické ryby plavající ve střední a povrchové vrstvě vodního sloupce; obvykle udržují určitou vzdálenost od umělých struktur, ale jsou s nimi pravděpodobně spojeny zrakem a zvuky
- *Typ D*: druhy, které se nacházejí na substrátech, v nich nebo nad nimi vedle úkrytu. Tyto druhy mají podobné potřeby jako druhy typu C, ale žijí na substrátech obklopujících úkryt nebo nad nimi (*Bortone, 2011*).
-

Obrázek 5 Klasifikace ryb podle jejich polohy vzhledem k umělému úkrytu (Bortone 2011)

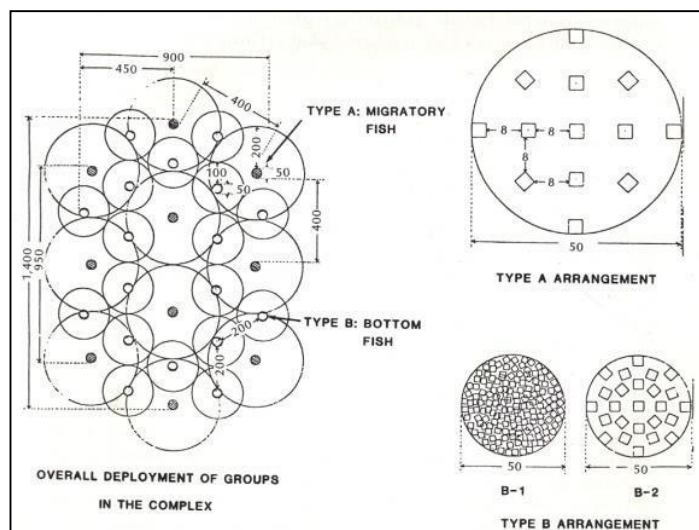


Pro přitahování organismů typu A nemusí být umělé přístřešky rozmístěny ve vodním sloupci, ale musí být opatřeny vnitřními prostory odpovídajícími velikosti cílového druhu, zatímco u ryb typu B by otvory měly být větší a konstrukce musí dosahovat nejméně do výšky 2 m. Pro agregaci druhů typu C by se umělý přístřešek měl rozprostírat ve vodním sloupci a struktury by měly mít široké otevřené prostory, aby podporovaly průtok vody (Bortone, 2011).

3.5.11 Rozmístění úkrytů

Velké vzdálenosti mezi moduly mohou zvýšit celkový objem umělého úkrytu, ale jeho kladné vlastnosti pro ryby mohou být sníženy. Obecným kritériem, které by se mělo dodržet při umístění umělých úkrytů v rámci skupiny, je to že oblasti působení jednotlivých úkrytů by se měly navzájem překrývat (Grove, 1991).

Obrázek 6 Prostorové uspořádání úkrytů v komplexu (Grove a Sonu, 1985)



3.5.12 Možné negativní dopady

Umělé rozmístění úkrytů může mít nepříznivé dopady na životní prostředí, a to jak během výstavby, tak i po zřízení úkrytů. Tyto potenciální negativní dopady by měly být brány v úvahu při plánování.

Při instalaci umělých přístřešků může mít přítomnost pracovních plavidel a dalších mechanických zařízení za následek krátkodobé znečištění zákalem či technickými tekutinami (FAO, 2015).

Jakmile bude instalován umělý úkryt, může dojít k některým dlouhodobým změnám životního prostředí. Ty mohou spočívat v úpravě spodních proudů. Dalším účinkem může být změna organického obsahu sedimentů v důsledku metabolické aktivity bentických a rybích soustav spojených s přístřeškem. Tyto efekty pravděpodobně upraví původní komunitu obývající v okolí. Takové modifikace mohou být pozitivní nebo negativní. Například produkční umělé přístřeší rozmístěné na dně degradovaném organicky znečištěnými sedimenty může vyvolat vývoj nové, produktivnější biologické komunity v porovnání s předchozím společenstvím (ISMAR Ancona).

Tabulka 4 Seznam možných negativních dopadů umělých úkrytů a opatření (FAO, 2015).

Dopad	Zdroj	Účinek	Trvání účinku	Jak zmírnit/vyhnout se dopadu
Zvýšení kontaminantů do sedimentů	Pracovní lodě a vybavení během instalace úkrytu	Degradace prostředí, akumulace kontaminantů do potravinových řetězců	Krátké - střední	Zkrácení doby instalace v co největší možné míře
Zvýšení kontaminantů ve vodním prostředí	Přístřešky	Degradace vodního prostředí, akumulace kontaminantů do potravního řetězce	Dlouhé	Přiměřený výběr materiálů pro přístřeší, odpovídající čištění přístřešku (plavidla, letadla atd.)
Zvýšení zákalu	Pohyb sedimentu během instalace krytu	Změna fotosyntézy řas	Krátké	Rozmístění techniky, které omezí pohyb sedimentu
Zvýšená predace u některých druhů ryb	Návrh přístřeší, zvýšená dostupnost kořisti	Zvýšení přirozené úmrtnosti	Středně dlouhé	Předpovídat přítomnost děr a útočišť různé velikosti při plánování úkrytu
Zavedení nepůvodních invazivních druhů	Nedostačující umístění umělého přístřeší	Omezení místních společenstev	Středně dlouhé	Analýza potencionálních rizik před rozmístěním úkrytu
Zvýšená lovnost některých druhů ryb	Přítomnost přístřeší, neadekvátní konstrukce krycích modulů pro velké ryby	Zvýšená úmrtnost při rybolovu, vyčerpání zásob	Krátké až středně dlouhé	Studie o ekologických vlastnostech ryb, které mohou přitahovat umělé přístřešky; vypracovat plán regulace využívání úkrytu
Konflikty mezi uživateli umělého úkrytu	Nedostatek adekvátního plánu a péče o úkryt	Nedostatečné využívání zdrojů úkrytu	Krátké až středně dlouhé	Vypracování přiměřeného plánu regulace přístupu ke zdrojům přístřešku

3.6 Metodologie posouzení účinnosti a dopadů umělých látek a standardizovaných postupů monitorování

Umělé struktury, zejména v počáteční fázi po nasazení, prokazují schopnost podporovat větší početnost ryb, rozmanitost a biomasu než podobné přirozeně se vyskytující stanoviště (*Pickering a Whitmarsh, 1997*).

3.6.1 Metody monitorování

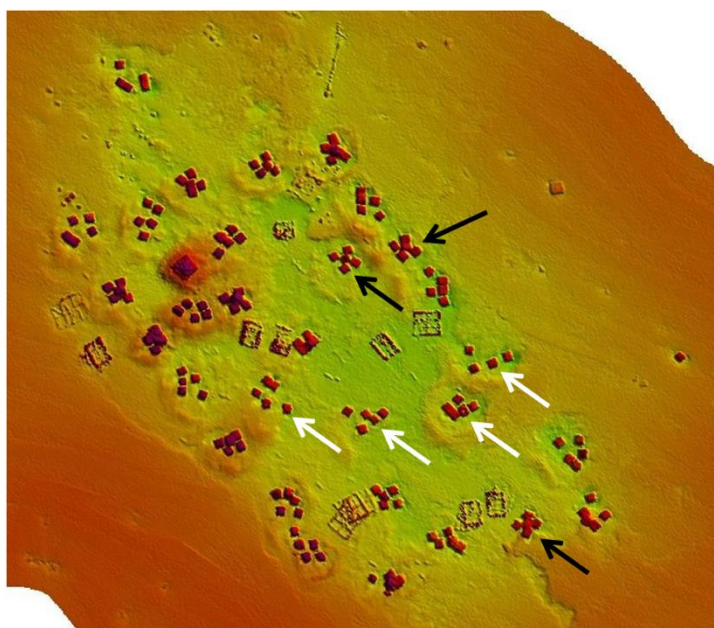
Metody odběru vzorků používané ve studiích souvisejících s umělými úkryty spadají do dvou širokých kategorií: nedestruktivní a destruktivní metody.

Umělé úkryty mohou modifikovat rychlost proudění a vytvářet turbulentní proudění v okolí struktur a kolem nich, což může vést k vymílání a změnám akumulace sedimentů v okolí. Akustické lokační systémy (echolokátor s jedním paprskem, echolokátor s více paprsky a sonar s bočním snímáním) jsou účinné nástroje vhodné ke sledování vývoje prostředí kolem umělých úkrytů, zatímco ponor pracovníků a inspekce podvodní kamerou mohou být omezeny vodním zákalem.

Techniky, jako je echolokátor s jedním paprskem a sonar s postranním snímáním, však mají během průzkumu prostorová omezení a nespolehlivost při navigaci vlečného rybářského plavidla, jakož i potíže s umístěním vlečného rybářského plavidla. Naopak vysokofrekvenční echolokátory mohou detekovat i velice jemné objekty na dně (*FAO, 2015*).

Na obrázku č. 7 je vidět obraz umělého přístřeší v Jaderském moři 21 let po instalaci. Některé přístřečky si zachovaly svoji původní strukturu (černé šipky), zatímco jiné se zhroutily (bílé šipky)

Obrázek 7 obraz umělého přístřeší v Jaderském moři 21 let po nasazení ISMAR Ancona)



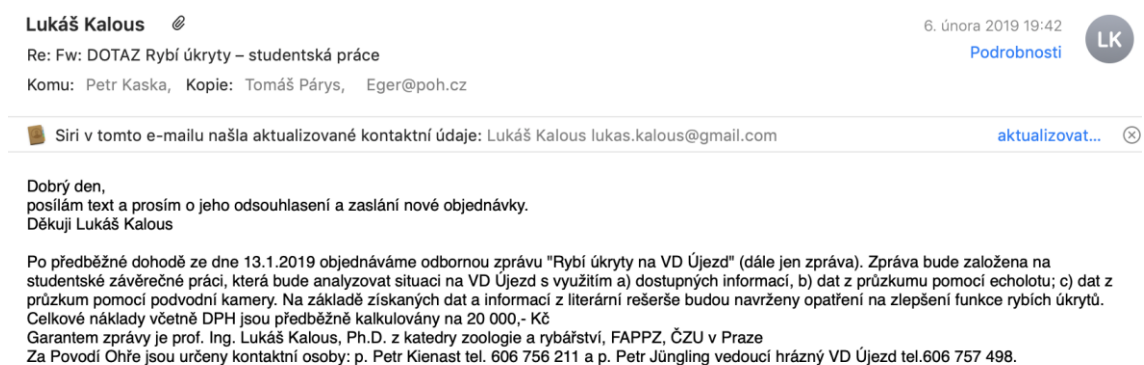
4 Experimentální část

V této kapitole uvádím vlastní experimentální práci své bakalářské práce.

4.1 Zadání

Na základě žádosti o spolupráci s Povodím Ohře jsme v roce 2019 zahájili výzkum na téma „Rybí úkryty na VD Újezd.“ V rámci zmírňování škod způsobených kormoránem velkým byl dne 9. 11. 2018 spuštěn do vodního díla Újezd objekt, jež měl plnit funkci umělého úkrytu pro ryby. Cílem mé práce tak bylo zhodnocení efektivnosti tohoto rybiho úkrytu a případné navržení jeho úprav.

Obrázek 8 Zadání výzkumu



4.1.1 Popis výchozího stavu

Výzkum byl započat na základě dat, které byly z k dispozici z Povodí Ohře. Hlavním důkazem vzniklého předmětu výzkumu byly nashromážděné mrtvé ryby pod výpustí z VD Újezd i přes skutečnost, že je v nádrži umělý úkryt. Tento jev si vysvětlujeme přítomností rybožravých predátorů (především kormoránem velkým), kteří ryby stresují a nutí k úkrytu. Okolí výpustí je nejhlubším a nejméně prosvětleným místem v celé nádrži a tím i jediným místem kde se ryby mohou před predátorem skrýt. Výskyt zraněných ryb pod výpustí je nejvíce viditelný na jaře a na podzim, často se zde ale vyskytují i v jiném ročním období.

Jednalo se především o ryby malého věku, jako je například Cejnek malý (*Abramis bjoerkna*) nebo Cejn velký (*Abramis brama*). Po odlovení a nafocení bylo zřejmé, že příčiny úhynu ryb jsou závislé na poraněních v důsledku rychlého překonání vysokého rozdílu tlaků, případně utrpěly sečné a tržné poranění o turbínu. Vodní elektrárna má spád 5,6 – 10,5 metrů a je osazena Semi-Kaplanovou přímoproudou „Z“ turbínou.

Vodní dílo Újezd

Vodní dílo Újezd se nachází v Ústeckém kraji v okresu Chomutov poblíž obcí Vrskaň a Jirkov. Leží na 66,8 říčním kilometru řeky Bíliny. Bylo uvedeno do provozu v roce 1981. Jeho hlavním účelem je zajištění ochrany území pod nádrží, kompenzační nadlepšování průtoků u toku Bílina pod hrází pro zabezpečení dodávky vody odběratelům, v neposlední řadě pak rekreace a sportovní rybolov.

Řeka Bílina pramení v Klínovecké hornatině ve výšce 785 m. n. m. a ústí do řeky Labe ve výšce 132 m. n. m. Délka tohoto toku je 79,9 km a jsou na něm vybudovány dvě vodní díla – Jirkov, a právě popisovaný Újezd.

Vodní tok Bílina zásobuje vodou obyvatelstvo a průmysl v Severočeské hnědouhelné pánvi. Z důvodu nízkých přirozených průtoků je množství vody dotováno převodem z řeky Ohře a dalších menších krušnohorských toků Podkrušnohorských převaděčem (PKP) a Průmyslovým vodovodem Nechanice (PPV). Nejvýznamnější přítoky řeky Bíliny jsou řeky Srpina, Loupnice Bouřlivec, Bystřice, Srpina a Klišský a Ždířský potok.

Dílčí povodí Ohře náleží k mezinárodnímu povodí Labe. Území dílčího povodí Ohře leží v severozápadní části České republiky. Zaujímá povodí řeky Labe pod soutokem s Vltavou až po státní hranici s Německem. Území je rozděleno na několik dílčích povodí, pro účely této zprávy je důležité dílčí povodí 1-14-00 Labe a jeho přítoky od soutoku s Ohří po státní hranici.

Pro účely plánování v oblasti vod je povodí řeky Bíliny rozděleno celkem do 17 tzv. vodních útvarů - 16 vodních útvarů povrchových vod tekoucích, mezi nimiž je také umělý vodní útvar Podkrušnohorský přivaděč vody PKP, resp. PPV, a 1 útvaru povrchových vod stojatých, což je těžební jáma dolu Barbora.

VD Újezd slouží především k ochraně území pod nádrží, výrobě elektrické energie, sportovnímu rybářství, rekreaci a dalším hospodářským účelům. Minimální průtok pod hrází (MQ) je 150 litrů za sekundu. Neškodný průtok pod vodním dílem je 10 m³ za sekundu.

Obrázek 9 Cejnek malý ((Abramis bjoerkna) odebrán z vypouštěcího zařízení (Archiv povodí Ohře, 2017)



Obrázek 10 Směs ryb odebraných pod vypouštěčím zařízením (Archiv povodí Ohře, 2017)



Primární část práce však spočívala ve zhodnocení kvality umělého úkrytu vytvořeného povodím. Zde jsme se zaměřili především na zdokumentování stavu umělého úkrytu a případnému výskytu ryb po několika měsících od jeho usazení.

Vlastní práce vycházela z rozhovorů, na které jsme navázali samotnou praktickou částí a pozorováním. Prvním zdrojem informací pro práci byla schůzka na ředitelství povodí Ohře, kde jsem se dozvěděl základní informace a omezení pro daný výzkum. Byly mi představeny původní návrhy protipredačních opatření a předány veškeré potřebné kontakty v rámci POH.

Mezi první 4 navržené varianty patřilo ukotvení kmenů na dno (zamítnuto), kotvené pneumatiky (zamítnuto), vraky aut (zamítnuto) a krychle z kari sítě, které nakonec byly sledovaným řešením. Hlavními požadavky v rámci bezpečnosti byla stálost a přírodě blízké řešení.

Výsledným řešením bylo 8 přípravných kvádrů, každý o rozměrech 250x250x180cm smontovaných dohromady na břehu nádrže těsně před potopením. Primárním materiálem byl kovový rám osazený sítí s oky přibližně po 20. centimetrech. Na vršek úkrytu byly přidány vrbové větve pro horší prostupnost sítě kormoránem. Plocha položení byla vybrána echolotem, tak aby úkryt seděl na rovném a pevném podloží. Jeho umístění je zhruba 30 metrů vlevo od vypouštěcího věžového objektu. Celý úkryt je osazen bójmi pro snadnější dohledání a určení místa se zákazem rybolovu.

Obrázek 11 Dokumentace potápění umělého rybiho úkrytu (Archiv povodí Ohře, 2018)



Vyskytlý problém je tématem pro několik institucí a zájmových skupin. Povodí Ohře má ve správě VD Újezd a je zodpovědné za hrázné těleso v rámci technických specifikací a ovlivňování vodní hladiny. Dalším činitelem je Český rybářský svaz, místní organizace Jirkov, která hospodáří na místním revíru. Dále zde figurují různé zájmové skupiny na ochranu přírody a široká veřejnost, která hlásí nadměrný výskyt mrtvých ryb, které jsou dobře vidět z přístupové cesty hráze. Každá skupina má jiné zájmy a my se snažíme najít společné nejlepší východisko z dané situace. Pro Český rybářský svaz je největším požadavkem snížení nákladů na ztráty způsobené útočením rybožravých predátorů a zároveň omezení úhynu ryb pod výpustí. Jejím cílem je také zachování co největší možné vodní plochy přístupné pro rekreační rybolov. Povodí Ohře si klade za cíl zachování dobrého jména, aby nebyly veřejností její aktivity chápány negativně v závislosti na výskytu mrtvých ryb. Zároveň je omezen chod turbíny, která nemůže být spuštěna v přítomnosti velkého počtu ryb v nátoku do hrázného tělesa. Mohlo by dojít k vyosení lopatek turbíny. Řešením se tak nabízí upouštění prvních pár hektolitrů přes bezpečnostní uzávěr nádrže. Nevyhneme se tak však úhynu ryb díky velkému rozdílu tlaků. Dalším cílem je zachování retenční schopnosti nádrže v případě povodňového stavu zároveň s touto schopností nesmíme omezit ani bezpečnostní rizika. Nesmí tak nastat možnost volného pohybu úkrytu po dně v případě nečekaných událostí. Jelikož je povodí investorem daného projektu, je také jedním z hlavních cílů finanční stránka navrhovaného projektu, která by

neměla přesáhnout cenu uhynulých ryb. V neposlední řadě je předmětem diskuze aktuální dění na VD Újezd pro velké množství zájmových skupin především však ornitology, pro které je zde významná lokalita z důvodu pozorování rybožravých ptáků.

Technické parametry

Hráz je přímá, zemní, sypaná, těsněná fólií PAD PVC. Kóta koruny hráze je 268,02 m n. m., délka koruny hráze je 1768 metrů a její šířka je 9 metrů. Maximální výška hráze nad terénem je 13,9 metrů.

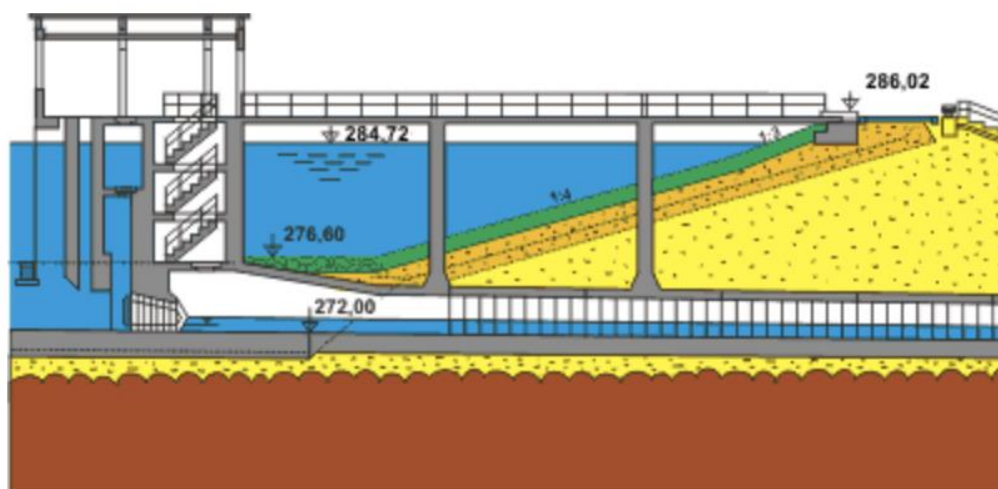
Tabulka 5 Hydrologické údaje řeky Bíliny (Povodí Ohře, 2019)

HYDROLOGICKÉ ÚDAJE		
Bílina		
Plocha povodí /A/	102,3	km ²
Průměrná dlouhodobá roční hodnota srážek /P _a /	718	mm
Průměrná dlouhodobá roční hodnota průtoku /Q _a /	860	l/s
Průměrný 355denní průtok** /Q _{355d} /	89	l/s
Stoletý průtok /Q ₁₀₀ /	83,4	m ³ /s

Obrázek 12 Poloha VD Újezd na povodí Ohře v severozápadní části ČR (Povodí Ohře, 2019)



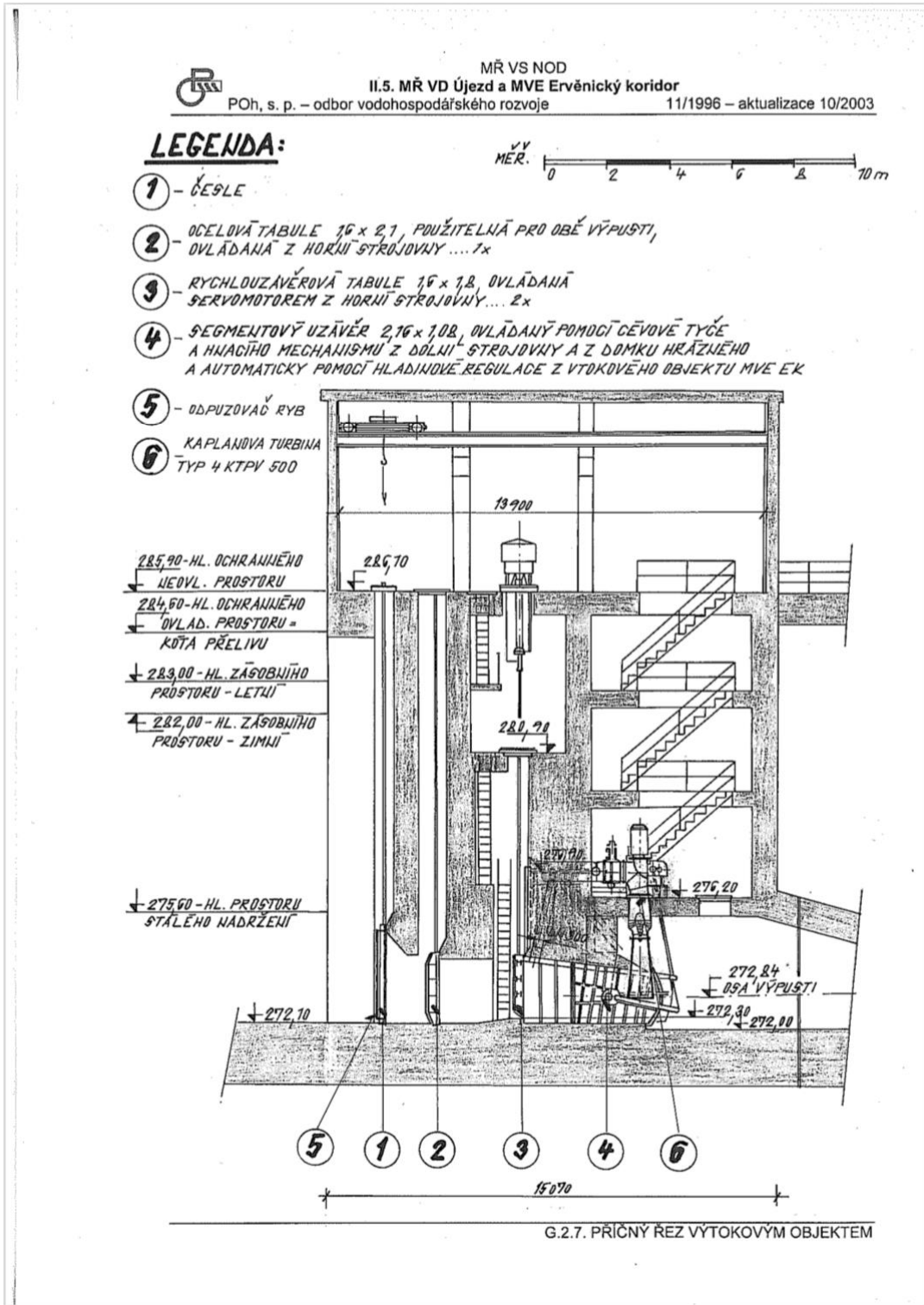
Obrázek 13 Průřez hrázným vypoštěcím systémem VD Újezd (Povodí ohře, 2019)



Výpustná zařízení

Obě spodní výpusti mají rozměr 2160x1080 mm a jejich maximální kapacita je omezena kapacitou odpadní štol, tedy 12 m³ za sekundu.

Součástí protipovodňových opatření je boční bezpečnostní přeliv s délkou přepadové hrany 100 metrů. Malá vodní elektrárna má maximální hlnost je 1,3 m³ za sekundu a maximální výkon 105 kW. Maximální výkon celkového soustrojí je 90 kW.



Tabulka 6 Podrobně rozepsané prostory nádrže VD Újezd vč. hodnot a množství (Povodí Ohře, 2019)

Nádrž		
kóta dna nádrže	272	m n. m.
hladina stálého nadržení	275,6	m n. m.
hladina zimního zásobního prostoru	282	m n. m.
hladina letního zásobního prostoru	283	m n. m.
hladina ovladatelného ochranného prostoru	284,72	m n. m.
hladina ovladatelného prostoru	284,72	m n. m.
hladina neovladatelného ochranného prostoru	285,9	m n. m.
maximální hladina	285,9	m n. m.
prostor stálého nadržení	0,081	mil. m ³
zásobní prostor – zimní	3,472	mil. m ³
zásobní prostor – letní	4,562	mil. m ³
ovladatelný ochranný prostor – zimní	3,472	mil. m ³
ovladatelný ochranný prostor – letní	2,328	mil. m ³
ovladatelný prostor	6,89	mil. m ³
neovladatelný ochranný prostor	1,51	mil. m ³
celkový prostor	8,4	mil. m ³
celková zatopená plocha	152,1	ha

Chemické ukazatele a fyzikální vlastnosti vody na VD Újezd

Teplota vody patří mezi jeden z nejdůležitějších faktorů jakosti vody. Silně ovlivňuje biochemickou a chemickou reaktivitu v přírodních i užitkových vodách při teplotě vody od 0 °C přibližně do 30 °C. Teplota vody silně ovlivňuje rozpustnost pevných a tuhých látek nebo plynů, které obsahuje vodní prostředí. Nemaý vliv má také na podíl toxických a nezávadných složek amoniakálního dusíku, kde se množství zvyšuje až několikanásobně s přibývajícím teplotou. Významný podíl má i na samočisticí schopnost vody (Pitter, 2009).

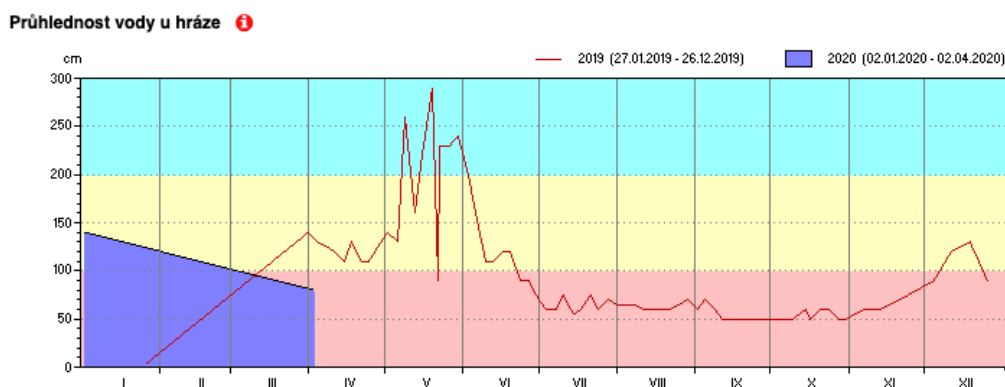
Teplota má nejen vliv na chemické a fyzikální vlastnosti vody, ale také na aktivitu vodních organismů a je jedním z rozhodujících faktorů vnějšího prostředí. Má zásadní význam pro biologickou aktivitu ryb, na intenzitu příjmu a vyhledávání potravy ale také na metabolické, nebo průběh reprodukční aktivity (Pokorný a kol., 2003).

Obrázek 15 Kolísající teplota vody u hráze v období 2019-2020 (Archiv povodí Ohře, 2020)



Průhlednost vody je také jedním z významných fyzikálních vlastností vody, která je podmíněná mnoha faktory (Lellák a Kubiček, 1991). Průhlednost vody udává množství světla dopadající na hladinu a procházející vodním sloupcem. Hodnota průhlednosti nejvíce závisí na turbiditě neboli intenzitě zákalu a barvě vody. Převážně turbidita je způsobena rozptýlenými živými či neživými částicemi ve vodním prostředí. Organismy způsobující zákal jsou převážně druhy vodního planktonu – zooplankton a fytoplankton, ale i řasy a sinice (Valentová a kol., 2009).

Obrázek 16 Přehled průhlednosti vody u hráze v období 2019-2020 (Archiv povodí Ohře, 2020)



Se stoupající teplotou vody se zvyšuje i potravní aktivita ryb a tlak rybí obsádky zaměřený na především snadno dostupné velké druhy filtrujícího zooplanktonu. Ve společenstvu zooplanktonu dominují druhy perlooček (*Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia* sp., Chydoridae) a klanonožci (*Cyclops vicinus* a *Acanthocyclops trajani*) s převahou vývojových stádií (nauplií a kopepoditů) (Fruttos a kol., 2009).

5 Metodika

Výzkum zjišťováním informací vztažených k danému problému. Dle FAO (2015) jsme zvolili nedestruktivní metody pozorování nejprve echolotem, dále pak potápěním kamer. V den první návštěvy (27. 11. 2018, za slunečného počasí, v přítomnosti vodního ptactva na hladině nádrže) již byly vidět vyskytující se ryby v prostoru věžového objektu. Mé další zjišťování příčin problému mířilo k informacím přímo od zaměstnanců hráze pana Ing. Mazánka, pana Jünglinga a pana Kienasta. Z jejich počítačového archivu jsem dle historických fotek získal hrubou představu o povrchu dna a jeho reliéfu.

Obrázek 17 Pozorování dna pomocí echolotu (vlastní fotografie, 2019)



Další částí pozorování bylo potopení vodotěsných kamer přímo doprostřed umělého úkrytu (9. 4. 2019, mírně zatažená obloha). Metodu potápění kamery jsem zvolil na základě konzultací s Ing. Pavlem Vránou Ph.D., který se zabývá pozorováním kormorána velkého pro ČRS. Pro zajištění kvalitního záběru jsme použili hliníkovou loďku a vesla tak, abychom plašili ryby co nejméně. Hloubku a přesné umístění úkrytu jsme zjišťovali pomocí echolokátoru Adalkra Wireless Fish Finder 3500. Kameru jsme spouštěli na provazu celkem 6 krát, z toho čtyřikrát přímo doprostřed úkrytu, jednou zhruba metr vedle něj a jednou před nasávací zařízení. Kameru jsme potopili vždy na 15min kvůli usazení zvedlých sedimentů a též z důvodů abychom neplašili ryby.

Poslední a nejnáročnější částí byl ponor k umělému úkrytu (27. 11. 2019), při zamračeném počasí, v přítomnosti ptactva na hladině). Pro samotný ponor jsme společně s panem Charvátém zvolili suché potápěčské obleky, tlakové láhve plněné vzduchem a regulátory tlaku používané pro rekreační potápění. Dalším vybavením bylo závaží, svítilny, signalizační provaz pro komunikaci pod vodou v případě špatné viditelnosti. Pro dokumentaci jsme zvolili následující akční kamery: 4x Gopro hero, 2x Lamax, 1x Gopro fusion 360, 1x Xiaomi, 1x Rolei.

Obrázek 18 Vybavení pro dokumentaci (vlastní fotografie, 2019)



Plán ponoru měl 2 fáze, v prvním ponoru jsme chtěli sestoupat na dno (přibližně 4-5 m hloubky) těsně vedle úkrytu do a rozmístit kamery v nejbližším okruhu namířené přesně na střed a okolí klece. Ponor jsme chtěli udělat v co nejrychlejším čase a díky malé hloubce bez dekompresních přestávek. Po přibližně 30. minutách jsme měli v plánu udělat druhý ponor, při kterém bychom sesbírali kamery s natočeným materiálem. Na všech kamerách byly vypnuty zvukové signály i osvětlení. Díky velice špatné viditelnosti jsme byli nuceni druhý ponor zrušit a použít pouze informace z kamer, které jsme měli připevněné na hlavě a hrudi. Největším poznatkem však bylo to, co jsme pozorovali my sami.

Obrázek 19 Fotografie před ponorem (vlastní fotografie, 2019)



6 Výsledky

Pozorováním umělého rybího úkrytu jsme získali několika poznatků. Přítomnost kormorána velkého na vodní hladině se nám podařila zdokumentovat kamerovým záznamem. Prokázali jsme tím jeho výskyt přímo v místě označeným bójemi, což značí o tom, že se z úkrytu stalo místo s větší koncentrací ryb. Na druhou stranu však i místo vhodné pro kormorána k lovu. Echolotem jsme nenašli na dně v okolí vypouštěcího zařízení žádné velké výkyvy hloubek, čímž můžeme konstatovat, že na dně ani neleží žádné další předměty. Pozorováním pod vodní hladinou se nám pak podařilo zaznamenat výskyt ryb přímo v umělém rybím úkrytu. Kamerou taženou po dně jsme také natočili stav dna, který potvrzoval záznam z echolotu, tedy dno bez jakýchkoliv úkrytů. Ponorem s potápěčským vybavením se nám nepodařilo pořídit přesné záběry ryb, které jsme měli v úmyslu zejména díky téměř nulové viditelnosti pod vodní hladinou. Dokázali jsme však, že na vrchní straně úkrytu nejsou téměř žádné větve nebo jiné zakrytí. Potvrdili jsme také dobrý technický stav zařízení a jeho správné ukotvení. Na dně jsme nenašli žádné zbytky těl kormorána a tím pádem nemůžeme prokázat, zda se uvnitř klece také pohybuje. Materiál dna kolem úkrytu je zejména na povrchové vrstvě horních 15 cm z kalivého materiálu, dále pak pevný šterkovitý.

7 Diskuze

Naši prací bylo především zhodnocení umělého rybiho úkrytu na vodním díle Újezd. Dle pozorování a znalostí nabytých výzkumem hodnotím umělý úkryt pro ryby jako nedostatečný z několika důvodů popsaných níže. První a dle mého názoru nejdůležitější vadou je jeho umístění a velikost. FAO (2015) ve svém dokumentu uvádí rozmístění úkrytů v řádech desítek metrů. Vzhledem k jejich umístění na moři je ale vzdálenost větší, než bych doporučoval na VD Újezd. Pro jejich rozmístění bych zachoval rozestupy mezi úkryty přibližně 5-15 metrů v závislosti na podmínkách dna. Tuto vzdálenost navrhuji především z důvodů blízkého dosahu pro ryby. Ve chvílích, kdy kormorán začne nalétávat na vodní hladinu, je nutné, aby ryby měly úkryt k dispozici co nejbližší. Rozmístění úkrytů navrhuji v blízkosti vypouštěcího zařízení pouze z důvodů tendence ryb naplavávat do nasávání turbíny, a to i přes výskyt elektrického plašiče ryb. V zimních měsících je to zároveň jediné místo s rozmrzlou hladinou vzhledem k aeraci. Z toho důvodu je jediným místem, kde se lze dostat pod vodní hladinu v zimních měsících.

Obrázek 20 1) Vypouštěcí zařízení; 2) Návrh budoucího umístění úkrytů; 3) Přibližné umístění úkrytu aktuálně; 4) Vývařiště; 5) Přítok z VN Zaječice; 6) Přítok z ČOV Jirkov (GOOGLE MAPS, vlastní zpracování, 2020)



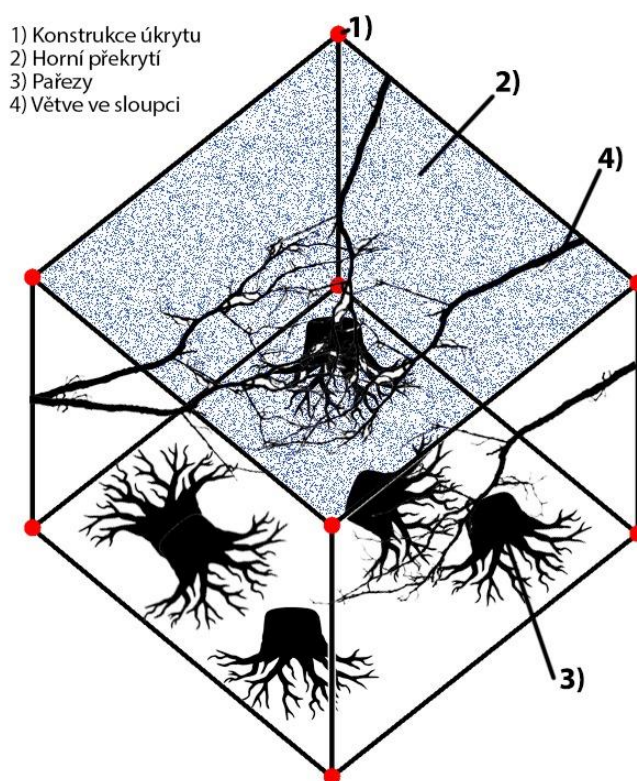
Potápění kamer: Potápění kamer na dno nádrže bylo prvním a relativně rychlým řešením, jak získat informace o stavu rybiho úkrytu nedestructivní metodou. Kameru jsem potápěl na různých místech tak, abych dostal co nejvíce rozdílných pohledů na samotný úkryt. Přivázání kamery na lano jsem zvolil především z toho důvodu, že se jedná o jednoduchou a relativně přesnou techniku. Vyskytl se však problém s přesným natočením kamery. Většina

záběrů tak mířila do dna, nebo byla čočka kamery natočena jiným směrem, než bylo žádoucí. Pokoušel jsem se i o úpravy, jako například zátěž na spodní část kamery kvůli lepšímu natočení čočky. Výsledkem však bylo ponoření kamery do sedimentu nebo nemožnost kameru provléknout vrchní částí úkrytu. Hlavními výhodami takového sledování jsou jeho relativně malé finanční i časové nároky a nízká hlučnost pod vodou. Nevýhodou je poté neumístění kamery přesně dle požadavků a nemožnost ji nastavit přímo do středu úkrytu z důvodu instalace větví na vrchní části úkrytu.

Ponor: Samotným ponorem jsme především chtěli prokázat stav úkrytu po několika měsících od ponoření, což se sice podařilo, sám jsem ale doufal v lepší podmínky. Zvolili jsme pozdní podzim z důvodů největší pravděpodobnosti sledovat úkryt v období největších problémů s kormoránem. Problémem pro nás však byla teplota vody, při které jsme i se suchými potápěčskými obleky a teplým oblečením nemohli zůstat pod hladinou příliš dlouho. Její průhlednost ale nakonec byla pro ponor limitní. Těsně pod vodní hladinou jsme naměřili 90 cm, u dna i přes veškerou snahu nečeřit sedimenty byla viditelnost maximálně 30 cm. Z pozorování průhlednosti vodního sloupce od povodí Ohře však víme, že se hodnoty v průběhu roku výrazně mění.

Z ponoru jsme se dozvěděli také to, že není úkryt kromě sítě ničím jiným chráněný. Pro příští úpravy úkrytu bych doporučil samotný kvádr překrýt z horní strany plachtou z důvodu zatmavení a zakrytí vnitřního prostoru úkrytu. Jako materiál bych použil jakoukoliv pevnou neprůsvitnou tkaninu, která bude mít pod hladinou dlouhou životnost. Dále bych doporučil na základě poznatků z FAO (2015) vyplnit úkryty materiálem dle tabulky č. 3. Dle mých poznatků by bylo nejvhodnější využití kombinace kmenů stromů, především pro ryby bentické, a větví, umístěných do prostoru vodního sloupce pro ryby pelagické. Budou tak splněny všechny požadavky na přírodě blízké řešení, cenu úkrytu, manipulovatelnost i bezpečnost. Zároveň bude umělý úkryt plnit i funkci výtěrového substrátu a tím bude podpořeno přirozené rozmnožování ryb v nádrži.

Obrázek 21 Návrh na změnu (vlastní zpracování, 2020)



Jedním ze sledovaných řešení byl zatím nedokončený výzkum Hladíka a kol. (2017-2020) na téma plovoucích ostrůvků pro zvýšení biodiverzity na umělých nádržích. Tato varianta pro povodí nebyla možná, jelikož nesplňuje požadavky bezpečnosti při případných povodňových stavech. Navíc by byla omezena pouze na ryby pelagické. Dle Ing. Pavla Vrány, Ph.D. by plovoucí ostrůvek byl kontraproduktivní zejména proto, že by kormorán měl ideální místo na odpočinek a tím by se ostrůvek stal spíše jakýmsi krmítkem.

Obrázek 22 Návrh plovoucího ostrůvku (Hladík, 2020)



8 Závěr

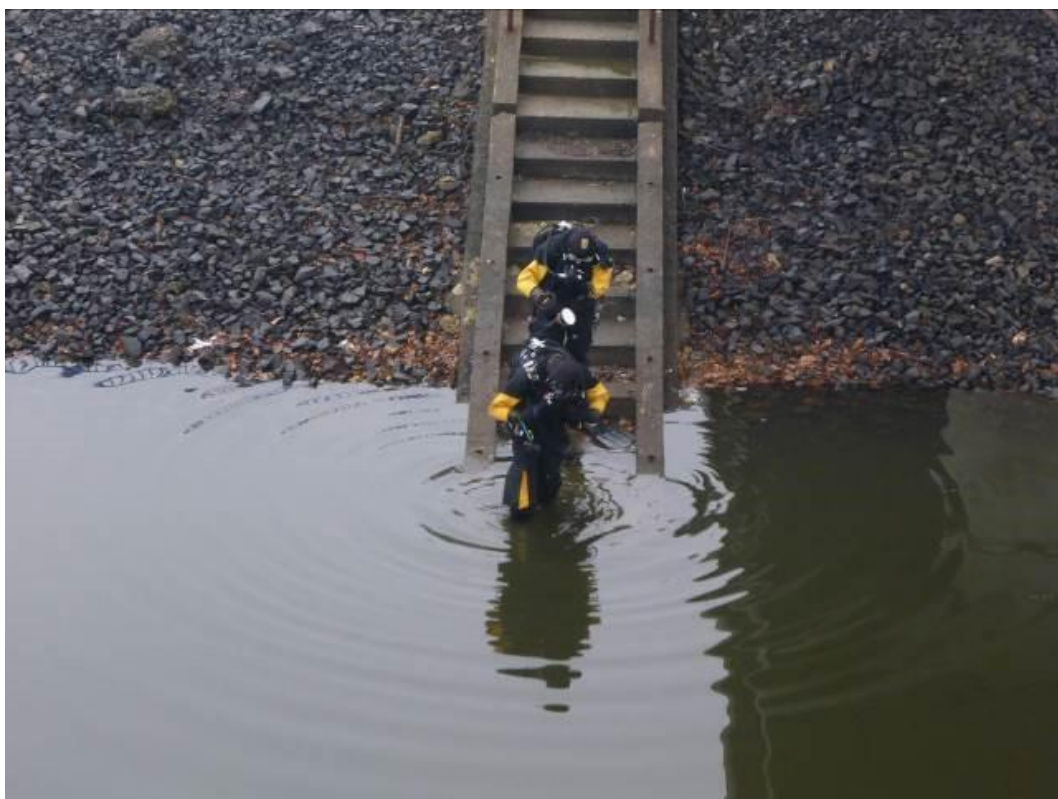
- Jednotlivé segmenty stávajícího umělého rybího úkrytu navrhuji rozdělit a rozmístit v blízkosti výpusti z důvodu většího pokrytí plochy a zvýšení využitelnosti rybami.
- Horní část úkrytů by měla být překryta materiálem, který nepropustí světlo kvůli lepším vlastnostem pro ryby.
- Zcela chybí obsah jednotlivých úkrytů, navrhuji tedy jejich vyplnění pařezy a větvemi stromů
- Umístění těchto úkrytů na dno je vhodné vzhledem k vlastnostem dna a omezením v rámci požadavků zúčastněných skupin.

9 Přílohy

Obrázek 22 V plném vybavením před ponorem (vlastní fotografie, 2019)



Obrázek 23 Zahájení ponoru (vlastní fotografie, 2019)



Obrázek 24 Nastavování kamer před ponorem (vlastní fotografie, 2019)



Obrázek 25 Instalace umělého rybiho úkrytu (Archiv povodí Ohře, 2018)



Obrázek 26 Instalace rybiho úkrytu před umístěním (archiv povodí Ohře, 2018)



Obrázek 27 Instalace umělého rybiho úkrytu (archiv povodí Ohře, 2018)



Obrázek 28 Bojky označují polohu úkrytu na dně (vlastní fotografie, 2019)



Obrázek 29 Rozmrzlá hladina okolo věžového objektu bublinkovým rozmrazovačem (archiv povodí Ohře, 2018)



Obrázek 30 Zdokumentovaný kormorán velký v oblasti umělého rybního úkrytu (vlastní fotografie, 2019)



Obrázek 31 Mrtvé ryby pod výpustí (archiv povodí Ohře, 2018)



Obrázek 32 Shrozmažďování vodního ptactva u přítoku z Jirkova (archiv povodí Ohře, 2018)



10 Literatura

Adámek Z., Kortan J., Flašhans M., 2005. Computer-assisted image analysis in evaluation of fish injuries caused by cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) attacks. In: Adámek Z. (Ed.): *New Challenges in Pond Aquaculture. Book of Abstracts*, České Budějovice: 23.

Adámek, Z. & Kortan, D. (2002) Složení potravy kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo sinensis*) na produkčních rybnících Českobudějovicka a Pohořelicka. Sborník příspěvků z odborné konference s mezinárodní účastí ve Vodňanech.

Adámek, Z., Kortan, J., & Flajšhans, M. (2007). Computer-assisted image analysis in the evaluation of fish wounding by cormorant [*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)] attacks. *Aquaculture International*, 15(3-4), 211-216.

Anderson M. J., Underwood A. J. 1994. Effects of substratum on the recruitment and development of an intertidal estuarine fouling assemblage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 184: 217-236.

Bejček, Vladimír a Karel Šťastný. Ptáci: encyklopedie. 3. vyd. Čestlice: Rebo, 2006. ISBN 8072346024.

Belmaker J., Shashar N., Ziv Y. 2005. Effects of small-scale isolation and predation on fish diversity on experimental reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 289: 273-283.

Bishop J., McKay H., Parrott D., Allan J. (2003) Review of international research literature regarding the effectiveness of auditory bird scaring techniques and potential alternatives.

Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, 55(2-3): 559-580.

Borecká J. Vodní elektrárna, [online], 25. 11. 2012, [cit. 9. 4. 2020], dostupný z <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:J7vOzauVRJII:dumy.cz/stahnot/76469+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>

Bortone S.A. 2011. A pathway to resolving an old dilemma: lack of artificial reefs in fisheries management. Pages 311-321, in: Bortone S.A., Brandini F., Fabi G., Otake S. (eds.). *Artificial Reefs in Fisheries Management*. CRC Press. Boca Raton, Florida.

BÜRGER, P., B. KLOUBEC a J. PYKAL. Atlas ptáků Šumavy a Novohradských hor. České Budějovice: Karmášek, 2009, 227 s.

BZOMA, S. Program ochrany kormorána *Phalacrocorax carbo* w Polsce: Strategia zarządzania populacją kormorana w Polsce. Warszawa: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2011. 120s.

Čech M., Čech P., Kubečka J. et al. 2008: Size selectivity in summer and winter diets of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*): does

Čech, M. (2005): Potrava kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) na Vltavě ve Vyšším Brodu v zimním období 2004/2005 [závěrečná zpráva]

Čech, M., & Vejřík, L. (2011). Winter diet of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on the River Vltava: estimate of size and species composition and potential for fish stock losses. *Folia Zoologica*, 60(2), 129-143.

Čech, M., Čech, P., Kubečka, J., Prchalová, M., & Draštík, V. (2008): Size Selectivity in Summer and Winter Diets of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*): Does it Reflect Season-Dependent Difference in Foraging Efficiency? *Waterbirds* 31 (3): 438-447.

DUŠIČKA, Peter. Malé vodní elektrárny. Bratislava: Jaga, 2003. ISBN 9788088905455.

Emmrich M. & Duttmann H. 2011: Seasonal shifts in diet composition of the great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* foraging at a shallow eutrophic inland lake. *Ardea* 99: 207–216.

Engström, H., (2001): Long term effects of cormorant predation on fish communities and fishery in a freshwater lake. *Ecography* 24: 127-138.

Fonteneau, F., Paillisson, J-M. & Marion, L. (2009): Relationship between bird morphology and prey selection in two sympatric Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* subspecies during winter. *Ibis* 151: 286-289.

Frutos, S. M., A.S. G. Poi De Neiff a J. J. Neiff. Zooplankton abundance and species diversity in two lakes with different trophic states (Corrientes, Argentina). *Acta limnológica brasiliensia*. 2009, č. 21, s. 367-375. ISSN 0102-6712.

General fisheries commission for the mediterranean. 2015. Practical Guidelines for Artificial Reefs in the Mediterranean and Black Sea. Rome. No. 96

Gremillet, D., Enstipp, MR., Boudiffa, M., Liu, H., 2006. Do cormorants injure fish without eating them? An underwater video study. *Marine Biology* 148 (5): 1081 – 1087.

Grove R .S., Sonu C. J. 1983. Review of Japanese fisheries reef technology. Report 83-RD-137. Southern California Edison Company, Rosemead, California.

Grove R.S., Sonu C.J., Nakamura M. 1991. Design and engineering of manufactured habitats for fisheries enhancement. Pages 109-152, in: Seaman W.Jr., Sprague L.M. (eds.). Artificial habitats for marine and freshwater fisheries. Academic Press, Inc.

Hudec, Karel a Karel Šťastný, ed. Ptáci: Aves. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Academia, 1994-. Fauna ČR a SR. ISBN 80-200-0382-7.

- INTERCAFE (2009) European Cormorant Management Toolbox. Report of INTERCAFE project (in press) it reflect season-dependent difference in foraging efficiency? *Waterbirds* 31: 438–447.
- Jůva, K., Hrabal, A., Pustějovský, R., *Malé vodní nádrže*. 1. vyd. Praha: SZN, 1980, 280 s.
- Keller T. 1995: Food of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. *Ardea* 83: 185–192.
- Kratochvíl, S.: *Vodní nádrže a přehrady*. Československé akademie věd, Praha, 1961, 954 s.
- Lekuona, J., M. (2002) Food intake, feeding behaviour and stock losses of cormorants, *Phalacrocorax carbo*, and grey herons, *Ardea cinerea*, at a fish farm in Arcachon Bay (Southwest France) during breeding and non-breeding season. *Folia Zool.* – 51(1): 23-34.
- Lindberg W.J., Seaman W.Jr. (eds.). 2011. Guidelines and management practices for artificial reef siting, use, construction, and anchoring in Southeast Florida. Florida Department of Environmental Protection. Miami, FL. xi + 150 pp.
- Ministerstvo životního prostředí. 2016. Pracovní postup pro návrhy a realizaci revitalizačních opatření na vodních cestách. Státní fond životního prostředí [online 9. 4. 2020]. Dostupné z [www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/revitalizacni_opatreni_pracovni_postup/\\$FILE/OOOP_K_Katalog_obecných_opatreni_20170113.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/revitalizacni_opatreni_pracovni_postup/$FILE/OOOP_K_Katalog_obecných_opatreni_20170113.pdf)
- McCormick S.D., Hansen L.P., Quinn T.P. & Saunders R.L. 1998: Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 77–92.
- Moerbeek D. J., van Dobben W. H., Osieck E. R., Boere G. C., Bungenberg de Jong C. M. (1987) Cormorant damage prevention at a fish farm in The Netherlands. *Biological Conservation* 39: 23-38. (Ex Veldkamp 1997a)
- MUSIL, P. a kol. Početnost kormorána velkého v České republice. Sborník abstraktů konference České společnosti ornitologické. Mikulov, 2011. 55-56s.
- MUSIL, P. a Z. MUSILOVÁ. Početnost kormorána velkého *Phalacrocorax carbo sinensis* v České republice.[poster].2012
- Nogueira, M. G, R. Henry & F. E. Maricatto, 1999. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim Reservoir, Sao Paulo, Brazil. *Lakes & Reservoáre: Research and Management* 4: 107–120.
- Ondračková, M., Valová, Z., Kortan, J., Vojtek, L., Adámek, Z., 2010. Parasite infection and body condition of common carp wounded during great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) attacks. *Journal of Aquatic Diseases* (submitted).
- Pacovská, Marie. *Rybožraví predátoři*. Třeboň: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR ve spolupráci s Českým nadačním fondem pro vydru, 2010, 32 s. ISBN 978-80-87051-98-6.

Pickering H., Whitmarsh D. 1997. Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the "attraction versus production" debate, the influence of design and its significance for policy. *Fish. Res.*, 31: 39-59.

PITTER, P., 2009: Hydrochemie. 4. aktualiz. vyd. VŠCHT, s. 579. ISBN 978-80-7080-701-9.

POKORNÝ, J. Vodní hospodářství – stavby v rybářství. Praha: Informatorium, spol. s r. o., 2009, 335 s. ISBN 978-80-7333-071-2.

POKORNÝ, J., ADÁMEK, Z., ŠRÁMEK V., DVOŘÁK, J., 2003: Pstruhařství. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, s. 281. ISBN 80-733-3022-9.

Prchalová M., Horký P., Slavík O. et al. 2011: Fish occurrence in the fishpass on the lowland section of the River Elbe, Czech Republic, with respect to water temperature, water flow and fish size. *Folia Zool.* 60: 104–114.

Prošková T. Vodní elektrárny v České republice: Kolik vyrobí elektřiny? [online], 16. 3. 2010, [cit. 5. 5. 2020], dostupný z: <http://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/vodni-elektrarny-v-ceske-republicekolik-vyrobi-elektřiny.aspx>

Randák, T., O. Slavík, J. Kubečka, Z. Adánek, P. Horký, J. Turek, J. Vostradovský, M. Hladík, J. Peterka, J. Musil, M. Prchalová, T. Jůza, M. Kratochvíl, D. Boukal, M. Vašek, J. Andreji A P. Dvořák. Rybářství ve volných vodách. Vodňany: Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2013. 366 s.

Relini G., Orsi Relini L. 1971. Affondamento in mare di carcasse di automobili ed inquinamenti. *Quad. Civ. St. Idrobiol. Milano*, 3-4: 31-43.

Roberson, Don. Cormorants [online]. Don Roberson, Creagrus, Monterey Bay, CA, USA [cit. 2012-02-13].

Suter W. 1995: The effect of predation by wintering cormorants *Phalacrocorax carbo* on grayling *Thymallus thymallus* and trout (*Salmonidae*) populations – 2 case studies from Swiss Rivers. *J. Appl. Ecol.* 32: 29–46.

Šálek, J. Malé vodní nádrže v životním prostředí. Vyd. 1. Praha: MŽP, 1996, 141 s. ISBN 80-7078-370-2.

Šálek, J., Mika, Z., Tresová, A. Rybníky a účelové nádrže. 1. vyd. Praha: SNTL, 1989, 267 s. ISBN 80-030-0092-0.

Tlapák, Václav. Voda v zemědělské krajině. Praha, 1992.

Tlapák, V., Herynek, J. Malé vodní nádrže. Vyd. 1. V Brně: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2002, 198 s. ISBN 80-715-7635-2.

- UNEP MAP. 2005. Guidelines for the placement at sea of matter for purpose other than the mere disposal (construction of artificial reefs). Athens: UNEP(DEC)/MED WG. 270/10, 2005.
- Valová Z., Janáč M., Svanyga J. & Jurajda P. 2014: Structure of 0+ juvenile fish assemblages in the modified upper stretch of the River Elbe, Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.* 59: 35–44.
- Valentová, O., Máchová, J., Faina, R., Kroupová, H., Svobodová, Z., 2009. Souprava combi-terénní analýzy vody. Edice metodik, VÚRH JU Vodňany, č. 90, 28 s.
- Vejrík, L. (2009) Stanovení skutečného denního racionu kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) zimujícího na Vltavě v Praze – Troji. [Assessment of real daily food intake of Great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) wintering on the Vltava River in Prague-Troja.] B. Sc. thesis, in Czech, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic. P-55+8
- Votruba, L., BrožA, V.: Hospodaření s vodou v nádržích. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1966, 323 s.
- White, K., B. O’neill, B., Tzankova, Z. 2004. At a Crossroads: Will Aquaculture Fulfill the Promise of the Blue Revolution? Sea-Web Aquaculture Clearinghouse Report, Providence, Rhode Island USA.
- Wickham, D. J. W. Watson, Jr. and L. H. Ogren. 1973. The efficacy of midwater artificial structures for attracting pelagic sport fish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 102: 563-572.
- ZICHA, Ondřej. BioLib.cz: Kormoránovití, kormorán [online] 06. 03. 2006 [cit. 5. 5. 2020], dostupný z <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id8384/>

