

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



Bakalářská práce

EKOLOGICKÁ RIZIKA VELKÝCH
VODNÍCH KANÁLŮ BUDOVANÝCH PRO
DOPRAVU A ZÁVLAHY

JAN ŠMOLKA

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Šmolka

Krajinářství
Vodní hospodářství

Název práce

Ekologická rizika velkých vodních kanálů budovaných pro dopravu a závlahy.

Název anglicky

Ecological risks of large waterway canals built for transport and irrigation purposes.

Cíle práce

Na příkladu kanálu Volha-Don a problematice invazivního druhu *Mnemiopsis leidyi* popište ekologická rizika těchto druhů staveb. Diskutujte, zda podobná nebezpečí hrozí i v České republice.

Metodika

Na základě literární rešerše stručně shrňte problematiku v oblasti kanálu Volha-Don, respektive v Kaspickém moři. Analyzujte příčiny a definujte několik principů, které by bylo možné použít i v podmínkách ČR.

Doporučený rozsah práce

30 stran +přílohy

Klíčová slova

Mnemiopsis leidyi, migrace, invazivní druhy

Doporučené zdroje informací

- Biryukova, Maria. (2021). TROPHOLOGY OF CTENOPHORE MNEMIOPSIS LEIDYI AFTER NATURALIZATION IN ECOSYSTEM OF CASPIAN SEA. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2021. 61-81. 10.24143/2073-5529-2021-1-61-68.
- FROUZ, J. Aplikovaná ekologie. Vydání první. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2021. 431 stran
- Kamakin, A. M.; Khodorevskaya, R. P. (2018). Impact of the Alien Species Mnemiopsis leidyi A. Agassiz, 1865 on Fish of the Caspian Sea. Pleiades Publishing .173-178 . ISSN : 1995-0829
- Kamakin, Andrey & Khodorevskaya, Raisa & Paritckij, Yu. (2018). Influence of invader ctenophoran Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz, 1865) on the general parts of the Caspian Sea ecosystem. VESTNIK OF ASTRAKHAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY. SERIES: FISHING INDUSTRY. 35-48. 10.24143/2073-5529-2018-1-35-48.
- LUSK, S. Migrace ryb a migrační propustnost vodních toků. 2. vydání. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2021. 248 stran.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Dr. Ing. et Ing. Miroslav Kravka

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2022

Prohlášení autora BP

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Dr. Ing. et Ing. Miroslava Kravky s použitím uvedené literatury a pramenů.

V _____, dne: _____

Poděkování

Rád bych poděkoval Dr. Ing. et Ing. Miroslavu Kravkovi za odborné vedení mé práce, za všechny konzultace a za jeho věnovaný čas.

Rád bych poděkoval Ing. Radku Klíčovi za konzultace a jeho věnovaný čas.

Rád bych poděkoval rodině za podporu.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou invazivních druhů na příkladu Volžsko – donského průplavu a jeho dopadem na Kaspické moře. Práce se skládá z literární rešerše, primárně ruské literatury doplněna konzultací s odborníky Ruské federace i České republiky. Výsledkem práce je srovnání výstupů literární rešerše, otevření otázek do diskuse a poskytnutí vlastního názoru.

Klíčová slova: *Mnemiopsis leidyi*, migrace, invazivní druhy

Abstract

The bachelors thesis deals with the invasive species problem on an example of Volga – don shipping canal. The thesis consists of literature research mostly of russian literature, supplemented by consultation with experts from Russian federation and also from Czech republic. The end result of the thesis is a comparison of the research outcomes, opening up questions up to discussion and a provision of own opinion.

Key words: *Mnemiopsis leidyi*, migration, invasive species,

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl práce.....	2
3. Literární rešerše.....	3
3.1 Nepůvodní a invazivní druhy	3
3.2 Dynamika populace	3
3.3 Populační strategie.....	5
3.4 Škůdce přímý a nepřímý	5
3.5 Žebernatka druhu <i>Mnemiopsis leidyi</i>	6
3.5.1 Zavlečení druhu	7
3.5.2 <i>Mnemiopsis leidyi</i> v Černém moři	7
3.5.3 <i>Mnemiopsis leidyi</i> v Kaspickém moři	8
3.5.4 Reprodukce <i>Mnemiopsis leidyi</i>	9
3.5.5 Populační dynamika <i>Mnemiopsis leidyi</i> v Kaspickém moři a dopad predace na populaci zooplanktonu.....	10
3.5.6 Potrava.....	11
3.5.7 Metody monitoringu <i>Mnemiopsis leidyi</i> v Kaspickém moři	12
3.5.8 Přirozený predátor <i>Mnemiopsis leidyi</i>	13
3.6 Invazivní druh v České republice	15
3.6.1 Monitoring a odstraňování škeblice asijské.....	16
3.7 Vodní koridor Dunaj – Odra – Labe.....	18
3.7.1 Pozitiva.....	18
3.7.2 Negativa	19
3.7.3 Přeprava na průplavu Rýn – Mohan – Dunaj	21
3.8 Volžsko – donský průplav.....	22
3.9 Životní prostředí Kaspického moře	23
3.9.1 Salinita Kaspického moře.....	23
3.9.2 Teplota Kaspického moře.....	23
3.9.3 Trofie vod Kaspického moře	24
3.9.4 Znečištění Kaspického moře.....	24

4. Metodika.....	25
4.1 Popis zájmového území	25
4.1.1 Klima Kaspického moře.....	25
4.1.2 Mořský život v Kaspickém moři.....	26
4.2 Významné řeky pro oblast Kaspického moře.....	27
4.2.1 Ural	27
4.2.2 Volha.....	27
4.2.3 Don.....	28
4.3 Dimenze Volžsko – donského průplavu	29
4.4 Použité postupy	30
4.4.1 Zjišťování informací v České republice	30
4.4.2 Zjišťování informací v Ruské federaci.....	30
4.4.3 Fotografické zdroje	32
5. Výsledné zhodnocení.....	33
5.1 Zhodnocení nepůvodních, invazivních druhů	33
5.2 Zhodnocení vodních kanálů	35
6. Diskuse	37
7. Závěr.....	39
8. Zdroje	40
8.1 Knižní zdroje.....	40
8.2 Internetové zdroje.....	43
8.3 Seznam obrázků.....	46
8.4 Seznam tabulek.....	46

1. Úvod

Stavby vodních kanálů jsou pro lodní dopravu velkým přínosem. Výhody lodní dopravy jsou malá náročnost na energii, velká kapacita přepravovaného nákladu, malá náročnost na počet lidské obsluhy, nízká hlučnost při přepravě. Stejně tak skýtá ale určité nevýhody jako například malou rychlost přepravy, nedostatečnou síť toků, nutnost výstavby vodních staveb a taky možné nepříznivé hydrologické podmínky místního prostředí (Zeman, 2016).

Na příkladu Volžsko – donského kanálu vybudovaného roku 1952, který se nalézá v současné Ruské federaci, městě Volgograd, vzniká propojením v minulosti nepropojených vodních toků riziko, zprůchodnění cesty pro nepůvodní a invazivní druhy. Na Volžsko – donském kanálu se jedná o druh žebernatky *Mnemiopsis leidy*, která se skrze něj dostala zdánlivě proti proudu až do Kaspického moře, kde způsobila zhoršení jeho ekosystému (Kideys, 2002). Česká literatura a vědecké články nebyly příliš bohaté, co se týče informací ohledně tohoto konkrétního druhu, ani o jeho dopadech v Kaspickém moři. Ohledně této problematiky jsem získal literaturu ruskou a v Ruské federaci jsem se i osobně setkal s odborníky na vodní prostředí, získal jsem ruskou literaturu a probíral s nimi široké téma ohledně *Mnemiopsis leidy*.

V Kaspickém moři je obzvlášť silný negativní dopad *Mnemiopsis leidy* zaznamenán od 80. let minulého století (Finenko, 2006), a až do současnosti destabilizuje již tak upadající ekosystém. Škodí pojidáním živočišného planktonu a narušuje tím samotný základ potravního řetězce, na který navazují určité druhy ryb, na které navazuje vrcholový predátor prostředí Kaspického moře. Ten tak za doprovodu působení škodlivých látek vypouštěných do Kaspického moře okolními státy nyní trpí i nedostatkem potravy a jeho počty dlouhodobě klesají (Ivanov et al., 2000). Je možné tento silný efekt přisuzovat tomu, že *Mnemiopsis leidy* v Kaspickém moři postrádá přirozeného predátora, což z tohoto druhu dělá mimo jiné jeho schopnosti velmi úspěšný invazivní druh. Existuje vhodný kandidát na regulaci populace druhu *Mnemiopsis leidy* v Kaspickém moři, je to živočich jeho vlastního kmene ze stejné oblasti původního výskytu (Shiganova et al., 2014). Na povrch se dostávají nová předem nejasná fakta ohledně toho, jakým způsobem může *Mnemiopsis leidy* přežít dlouhá období bez potravy, které v Kaspickém moři každoročně prožívá, jde o kanibalismus (Javidpour, 2020)

V České republice se uvažuje o vybudování podobné vodní stavby vodního koridoru Dunaj – Odra – Labe. Zjišťoval jsem tedy, jestli podobná rizika existují i u nás a jaká jiná negativa, ale i předpokládaná pozitiva by tak markantní vodní stavba, jako vodní koridor Dunaj – Odra – Labe mohla přinést, pakliže by její vybudování bylo v našich podmínkách opodstatněno.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je na příkladu Volžsko – donského průplavu popsat problematiku invazivního druhu žebernatky *Mnemiopsis leidyi* a upozornit na ekologická rizika těchto druhů vodních staveb. Cílem je položit otázky a otevřít diskusi na téma, jestli podobná rizika mohou hrozit v České republice a jestli je v podmínkách České republiky stavba takového druhu stavby opodstatněna.

3. Literární rešerše

3.1 Nepůvodní a invazivní druhy

Nepůvodními druhy živočichů a rostlin jsou označovány druhy, které nejsou přirozenou součástí společenstev daného regionu, to může být Evropa nebo ČR, po případě se může jednat také o nepůvodní druhy pouze v určité oblasti nebo části regionu našeho území, to může být například CHKO Jeseníky. Jsou to i druhy, které se staly součástí české přírody po úmyslném nebo neúmyslném zavlečení člověkem (Pergl et al., 2014). Nepůvodní druhy svým rozšiřováním představují riziko z hlediska zachování biologické rozmanitosti na úrovni druhů, ale i na úrovni celých společenstev hlavně v případech, kdy nepůvodní druh vykazuje schopnosti, které jej různými způsoby zvýhodňují nad původními druhy a v důsledku se začne nepřiměřeně rapidně a intenzivně šířit. Takový druh se pak označuje jako invazivní.

Invazivní druh je samozřejmě na určitém území nepůvodní, člověkem, nebo mimořádným způsobem zavlečený a nekontrolovatelně se zde šíří a současně soupeří o prostor a zdroje a tím vytlačuje druhy původní. Obzvláště nebezpečné invazivní druhy mohou svým šířením rozvracet a ničit společenstva nebo celé ekosystémy. To vede k značným ekologickým škodám a redukcí počtu, či úplnou eliminaci původních druhů, které mohly například sloužit jako zdroj potravy lidem. Mohou působit buď přímo, jako v případě *Mnemiopsis leidy* narušením potravního řetězce anebo také nepřímo svým šířením omezit a ohrozit ekonomické, léčebné, rekreační nebo sociální funkce prostředí, může prostředí i znehodnotit, uvést do něj parazity a choroby, přítomnost invazivního druhu může v případech současně působit i neesteticky, kde *Mnemiopsis leidy* splňuje mnoho výše zmíněných dopadů (Görner, 2021).

3.2 Dynamika populace

Dynamikou populace rozumíme změnu a výkyv hustoty a velikosti počtu jedinců téhož druhu v čase a prostoru. Kolísání hustoty a velikosti počtu jedinců je přirozený jev a vlastnost populací. Rozhodující faktory pro dynamiku populace jsou natalita, mortalita a migralita.

Natalita je schopnost populace narůstat, vyjadřuje se jako počet nových jedinců v populaci za jednotku času, taky příbytek do populace.

Mortalita označuje úbytek jedinců v populaci zahynutím za jednotku času.

Migralita se u živočichů dá rozdělit do několika dílčích podskupin, označuje vlastnost populací se přemísťovat. Dá se hovořit o emigraci neboli vystěhování, irupci neboli hromadné emigraci, tedy vystěhování z oblasti přemnožení, imigrace neboli přistěhování a migrace neboli opakujícího se táhnutí. Můžeme uvažovat dále o vnitřní migraci, která probíhá jako táhnutí pouze v konkrétní ploše dané populace. Často se migralita skládá především z imigrace, má za výsledek příbytek jedinců do populace a emigrace naopak jejich úbytek. Můžeme shrnout tyto procesy do modelové rovnice pro velikost populace po určité době (Anonymous, 2015; Jelínek, 2007):

$$N_{t+1} = N_t + Na - Mo + Im - Em$$

kde: N_{t+1} výsledná velikost populace po určité době

N_t počáteční velikost populace

Na natalita

Mo mortalita

Im imigrace

Em emigrace

Je ale nutno brát v úvahu i složitější faktory jež se objevují v přírodě, například predaci – lovení kořisti, věk jedince a s tím spojenou schopnost se rozmnožovat, stadia vývoje jedince, oscilaci – kolísání populace v průběhu roku a fluktuaci – víceletou oscilaci. Na dynamiku populace může mít vliv počasí a dostupnost zdroje. U živočichů můžeme hlavně sledovat dvě populační strategie.

3.3 Populační strategie

Populační strategie je způsob, jakým se druh rozšiřuje a u živočichů se dá rozdělit do dvou skupin strategií, jsou jimi:

r – strategie se vyznačují menší velikostí svého těla, krátkým věkem, raným rozmnožováním, rychlým střídáním generací, velkým energetickým vkladem do rozmnožování. Obvykle mají velký počet malých potomků. Disponují vysokou natalitou a mortalitou, objevují se vysoké výkyvy populační hustoty. Obývají krátkodobá a extrémní stanoviště s možností rychlého růstu bez konkurenčních vlivů. Příkladem jsou hraboš, potkan.

K – strategie se vyznačují větší velikostí svého těla, delším věkem, opožděným rozmnožováním a nižším energetickým vkladem do něj, ale vyšším energetickým vkladem do péče o potomstvo. Obvykle mají menší počet větších jedinců. Disponují nízkou natalitou a mortalitou, objevují se malé výkyvy populační hustoty, která se zpravidla pohybuje kolem kapacity prostředí. Obývají stabilní prostředí. Příkladem jsou šelmy a dravci, velcí kopytníci jako jelen lesní, los evropský (Suchomel, 2014).

3.4 Škůdce přímý a nepřímý

Můžeme pozorovat negativní vlivy invazivního druhu přímé, jako například predaci – aktivní lovení kořisti na konkrétní kořisti a devastace tohoto druhu, ale i nepřímé, jako vstup do potravního řetězce a jeho narušení. Na následujícím příkladu, vyskytující se i v našich podmínkách je patrné, že negativní vliv nepůvodního druhu se vyznačuje nejen prokazatelně škodlivým parazitováním na svých hostitelích přímo, ale může se projevovat i nepřímo, a to pozměněním rázu prostředí, ve kterém se nalézá, na kterou jsou nuceni reagovat i ostatní druhy. Škůdce může být definován jako původní anebo zavlečený druh rostliny nebo živočicha, který narušuje jakoukoliv lidskou činnost, například produkci (ASA, 2022).

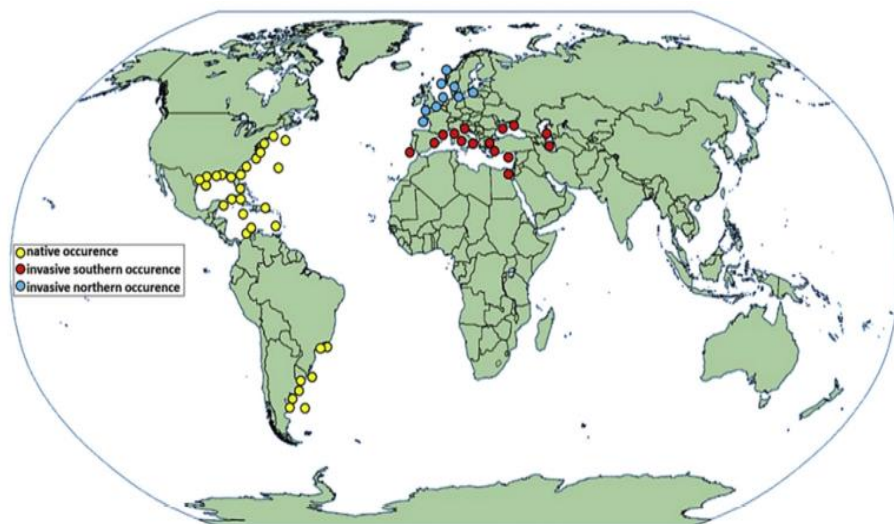
3.5 Žebnatka druhu *Mnemiopsis leidyi*

Mnemiopsis leidyi, Agassiz 1865

říše:	Animalia	–	živočichové
kmen:	Ctenophora	–	žebnatky
třída:	Tentaculata	–	tykadlovky
řád:	Lobata	–	chlopňovky
čeleď:	Bolinopsidae	–	žebnatkovití
rod:	Mnemiopsis		

Žebnatky (Ctenophora) čítají zhruba 80 druhů mořských láčkovců u kterých se nenachází žahavé buňky, k zachycení potravy využívají lepivé buňky. Aktivním lovem se živí různými larvami mořských živočichů (Jelínek, 2007).

Mnemiopsis leidyi je druh žebnatky původem z Atlantského oceánu, z východních pobřeží Ameriky. Byla stanovena za invazivní druh do vod Evropy a západní Asie. *Mnemiopsis leidyi* je hermafrodit s obojími pohlavními orgány samčími i samičími. Rozmnožuje se partenogeneticky (Ivanov et al., 2000). Partenogeneze, taktéž samobřezost je druh reprodukce, kde vývoj embryí může probíhat bez oplodnění vajíčka spermií.



Obrázek 1: Schéma výskytu *Mnemiopsis leidyi* ve světě. Žluté body zobrazují původní výskyt, červené body zobrazují invazi do jižních moří a modré body zobrazují invazi do severních moří. Autor: Shiganova, 2019.

3.5.1 Zavlečení druhu

Mnemiopsis leidyi byla v Černém moři zaznamenána od roku 1980. Nejpravděpodobnější příčinou zavlečení do oblasti je skrze balastní vody dopravních lodí, což je voda, kterou se naplňují prázdné lodě, aby dosáhly optimálního ponoru, později se této vody vypouštěním do místních vod zbavují.

Roku 1999 byl tento druh zavlečen do Kaspického moře. Propojení Černého moře a Kaspického moře umožnil velmi pravděpodobně Volžsko – donský průplav. (Ivanov et al., 2000).

V roce 2006 byl druh poprvé zaznamenán v Severním moři a později toho roku i v Baltském moři. Je možné, že do těchto moří se druh dostal buď přirozeně unášenými jedinci ze své původní oblasti rozšíření, kterým je Atlantský oceán, pobřeží severní a jižní Ameriky, nebo z Černého moře taktéž balastními vodami dopravních lodí. Takovou cestu by hypoteticky mohl umožnit a urychlit průplav Rýn – Mohan – Dunaj. Ten totiž spojuje Černé moře s mořem Severním.

Tento druh byl zaznamenán i ve vodách Skandinávie (Oliviera, 2007) a ve vodách Středozemního moře. Dopady na Středozemní moře nebyly příliš významné, salinita je zde pravděpodobně vyšší, než ideální a současně několik predátorů zabraňuje *Mnemiopsis leidyi* v přemnožení (Shiganova, 2001). Ve Středozemním moři se salinita pohybuje v rozmezí 38,7 až 39,1 ‰. V zimních měsících teploty moře dosahují mezi 13 až 14 °C a v letních měsících mezi 24 až 28 °C (Arkhipkin a Dobrolubov, 1999).

Invaze druhu žebernatky *Mnemiopsis leidyi* do Kaspického moře a jeho negativní dopady na tamní ekosystém, jsou ukázkami hrozeb invazivních druhů, které plynou z vybudování vodních kanálů umožňující jejich transport. Tato invaze napáchala značné ekonomické a environmentální dopady na Kaspické životní prostředí (Kideys, 2002).

3.5.2 *Mnemiopsis leidyi* v Černém moři

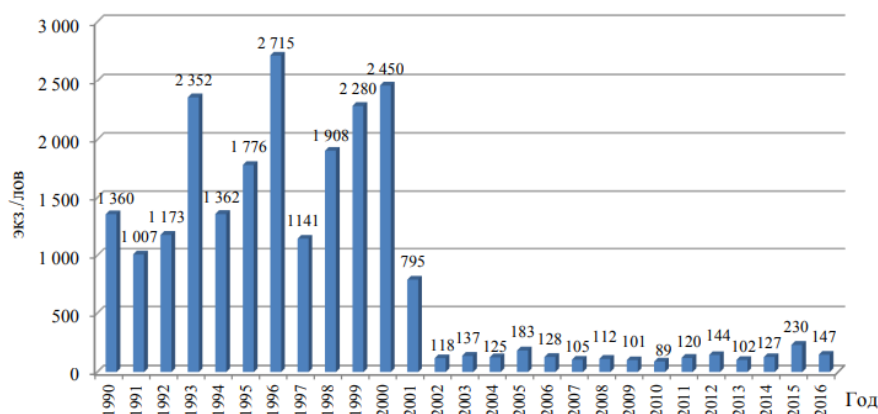
Černé moře byl první značný příklad ničivého dopadu invazivních druhů na ekosystém obecně a na pelagická společenstva především. Pelagiál označuje prostor mezi hladinou a dnem. Žebernatka *Mnemiopsis leidyi* byla poprvé zaznamenána v Černém moři v roce 1982 (Pereladov, 1983) a v létě 1988 se stala dominantní planktonovou faunou s odhadovanou biomasou 10⁹ tun váhy včetně obsahu vody, což je u tohoto druhu přibližně 97 % jeho tělesné váhy. Nechtěné zavlečení a následné přemnožení žebernatky *Mnemiopsis leidyi* do Černého moře od 80. let minulého století znamenal nejen značný pokles v počtu většiny kořisti pro pelagické druhy ryb, ale i vymizení některých druhů zooplanktonu, planktonu živočišného původu například druhů *Oithona nana* a *Sagitta*

setosa (Vinogradov et al. 1992, Kovalev et al. 1998) Kompetice o zooplankton jako potravu s planktonem se živícími ryby mělo za výsledek dramatický pokles počtu pelagických ryb v letech 1988 až 1992 (Kideys, 2002). Riziko a možnost invaze do jiných sousedních ekosystémů z Černého moře, hlavně do Kaspického moře, byla zmíněna již dříve (Dumont 1995, GESAMP 1997).

3.5.3 *Mnemiopsis leidyi* v Kaspickém moři

Jak se také očekávalo, invazivní druh *Mnemiopsis leidyi* byl zaznamenán v Kaspickém moři v listopadu 1999 (Ivanov et al. 2000) Nejpravděpodobněji byl tento druh zavlečen do jižního Kaspického moře skrze balastní vody dopravních lodí z Černého, nebo Azovského moře přes Volžsko – donský průplav (Ivanov et al. 2000). Následné šetření tohoto druhu v Kaspickém moři v letech 2000 a 2001 ukázalo, že byl již k nalezení téměř na celé ploše moře. Byl zaznamenán rostoucí trend v populaci *Mnemiopsis leidyi* v roce 2000 v porovnání s rokem 2001, současně i dramatický úbytek ryb. Dopad *Mnemiopsis leidyi* na Kaspické moře byl očekáván drastičtější než v moři Černém. Černé moře je průtočné a je spojeno s mořem Středozezemním, dá se předpokládat, že tento fakt zajišťuje větší biodiverzitu a propojenost s okolním světem, naopak moře Kaspické průtočné není, jedná se spíše o neprůtočné jezero bez odtoku, a tudíž je náchylnější k rizikům invaze (Dumont, 1995).

Mechanismus odtoku vody v Kaspickém moři přebírá výpar a propojen se světovým oceánem je umělou vodní cestou až od roku 1952, právě Volžsko – donským průplavem. *Mnemiopsis leidyi* je aktivně lovící predátor a soupeří o zooplankton s pelagickými rybami. Zaznamenaný pokles pelagických ryb při výloveh vedl ke snížení populací dravých ryb. (viz obr. č. 2) Jejich snížení populace vedlo ke změnám v potravním řetězci Kaspického moře. Na populace ryb je vázána existence vrcholového predátora prostředí Kaspického moře – tuleně kaspického (*Pusa caspica*). Kromě nepřímého dopadu invazivního druhu na potravní řetězec ohrožuje populaci kaspického tuleně znečištění Kaspického moře a pytláctví (Ivanov et al., 2000).

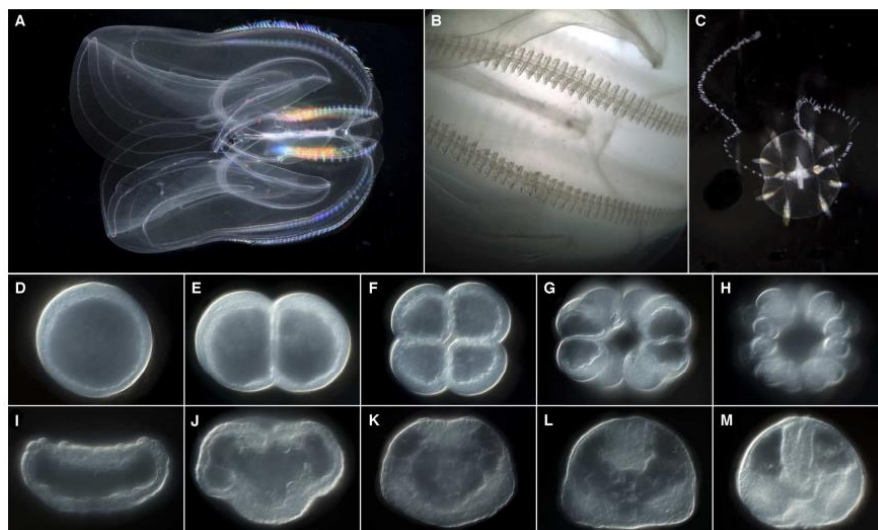


Obrázek 2: Neobvykle velký pokles počtu kusů ryb při výloveh po roce 2000. Vodorovná osa zobrazuje roky a svislá osa zobrazuje počet vylovených ryb. Autor: Kamakin 2018

3.5.4 Reprodukce *Mnemiopsis leidyi*

Plodnost *Mnemiopsis leidyi* záleží na velikosti jedince. Bylo provedeno čtyřicet sedm experimentů ohledně reprodukce *Mnemiopsis leidyi*. Čerstvě odebraní jedinci různých velikostí byli umístěni do 21 nádob s přefiltrovanou mořskou vodou a ponechány v temnu při teplotě 22 až 25 °C. Protože plození *Mnemiopsis leidyi* se děje v noci (Pianka, 1974; Zaika a Revkov 1994), byl počet oplodněných vajíček a mladých embryí sečten po 24 hodinách, aby bylo zajištěno, že plození bylo dokončeno. Po odebrání byla vajíčka a embrya přemístěna do inkubátorů s filtrovanou mořskou vodou na líhnutí při stejné teplotě 22 až 25 °C a po dalších 24 hodinách byl odhadnut počet vylíhnutých vajíček. Na základě experimentů můžeme obecně prohlásit, že větší jedinci produkují větší počet vajíček, v experimentech největší jedinci nakladli 9 990 a 14 000 vajíček. (Baker a Reeve, 1974). Bylo sledováno šest jedinců po 23 dní po jejich vylíhnutí. Tito jedinci začali produkovat vajíčka 13 dní po vylíhnutí, kdy tito jedinci dosáhli průměrné délky 26 mm a jejich maximální plodnost dosáhla 12 000 vajíček.

V Černém moři se *Mnemiopsis leidyi* začíná rozmnožovat při délce těla 29 až 35 mm. Maximální fertilita v Černém moři 6 200 vajíček na jedince byla zaznamenána na jedinci 92 mm dlouhém. V Černém moři bylo líhnutí zaznamenáno v 21 °C, kdy intenzivní reprodukce začíná při 23 °C, míra reprodukce stoupá s teplotou, tedy až ve 27 °C můžeme zaznamenat snížení v míře reprodukce. Při 28 °C nebyla v Černém moři zaznamenána žádná reprodukce druhu *Mnemiopsis leidyi* (Ivanov, 2000).



Obrázek 3: Anatomie druhu *Mnemiopsis leidyi* A) dospělý jedinec velikosti zhruba 10 mm B) detail brv C) pohled na larvální stádium D) jednobuněčné oplozené embryo E) až H) stádia vývoje I) stádium gastruly J) až M) pozdější stádia vývoje. Autor: Pang, 2013

3.5.5 Populační dynamika *Mnemiopsis leidyi* v Kaspickém moři a dopad predace na populaci zooplanktonu.

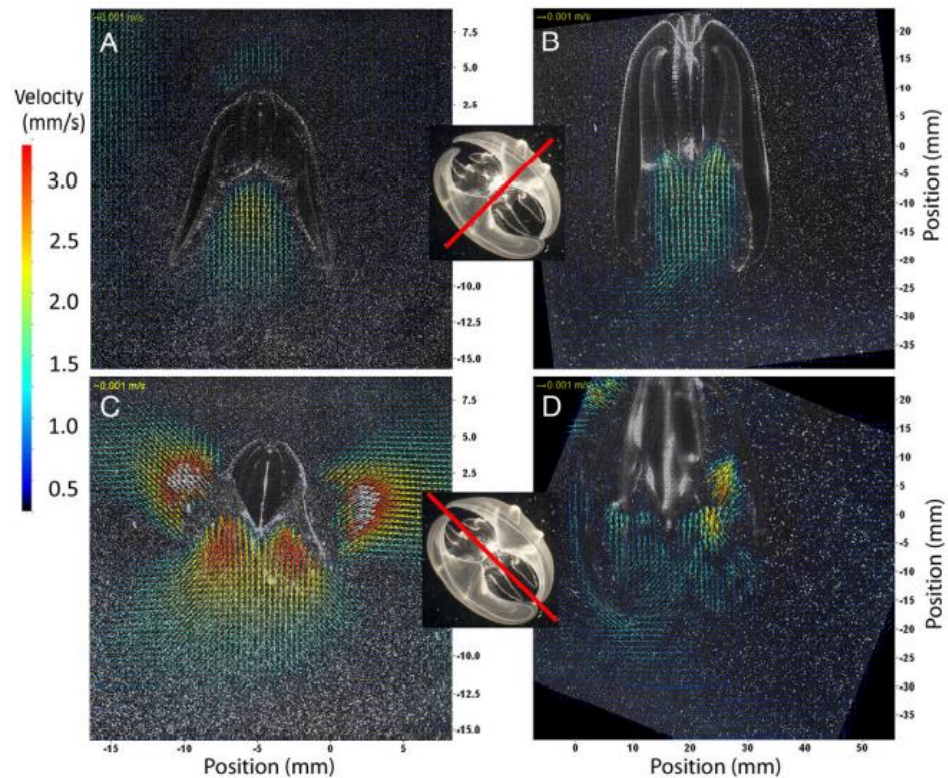
U jedinců *Mnemiopsis leidyi* v Kaspickém moři se vyskytuje silný sezónní výkyv neboli oscilace. U tohoto druhu existuje to, co by se dalo nazvat masovou úmrtností v chladné sezóně a poté obnovou populace v následující teplé sezóně. Podobné jevy byly pozorovány také v Černém moři (Finenko et al., 2003). Populace žebernatek se tedy každým rokem značně snižuje a následně zvyšuje z malého počtu jedinců. V tomto případě by genetická rozmanitost druhů měla být omezena fenoménem „bottleneck“, tedy hrdlem lahve. Tento termín popisuje efekt, ve kterém nastává k prudkému snížení počtu jedinců dané populace, zpravidla za krátký časový úsek. V souvislosti se snížením počtu jedinců se snižuje i genetická rozmanitost, kdy se zahynulými jedinci nesoucí svou unikátní genetickou kompozici se jejich unikátnost ztrácí také, nevratně a navždy. I po navrácení počtu jedinců do původního stavu se ale v krátkodobém hledisku genetická rozmanitost nevrací. Rozmanitost má šanci na návrat pouze v hledisku velmi dlouhodobém. Efekt hrdla lahve u *Mnemiopsis leidyi* potvrzuje podstatná podobnost v druhové genetice *Mnemiopsis leidyi* shromážděné z rozdílných regionů světa (Bayha a Gaffney, 2005). V mělkých vodách jižního Kaspického moře byl počet žebernatek během zimy a jara, leden až duben, nízký, šlo o 18 až 100 jedinců na m². Tyto hodnoty se zvyšují během léta a podzimu, kdy se maximální hodnoty navyšují až na 1200 jedinců na m². Bylo potápěči vizuálně potvrzeno, že v době vysokého šíření druhu *Mnemiopsis leidyi* zároveň jeho jedinci vymírají ve velkém počtu, to může vést k zanášení dna neboli sedimentaci,

což by mohlo ovlivnit množství a zdraví bentické fauny (Kamakin, 2010). Bentos je nejnižší prostor vodního tělesa, dna a břehy.

3.5.6 Potrava

Potravu pro *Mnemiopsis leidy* představuje široká škála kořisti. Využívá pro potravu zooplankton podle velikosti svého těla, mezi hlavní potravu patří prvoci (*Protozoa*), korýši skupiny klanonožců (*Copepoda*), perlooček (*Cladocera*), mikro zooplankton, mlží larvy nebo vajíčka a rybí samičí jikry a samčí mlíčí (Costello, 1999). *Mnemiopsis leidy* využívá pro lov svých brv, ty se pohybují tak, aby vytvářely pomalý proud vody do vnitřku oválného těla. Při proudění nevzniká víření ani se rychle nemění tok vody, nic nevaruje případnou kořist, která se nalezne uvnitř těla žebernatky před nebezpečím. V případě, že v dutině dojde ke kontaktu s citlivými tykadly, dutina se uzavírá a následuje trávení. Jde o sice jednoduchý, ale velmi účinný způsob lovu potravy. Dokáže za den zkonzumovat až desetinásobek své tělesné váhy (Kremer, 1979).

Mnemiopsis leidy toleruje širokou škálu salinity (3,4 až 75,0 ‰) a širokou škálu teplot (1,3 až 32 °C) Dokáže ale přežít i týdny bez potravy a na zvýšené úrovni potravy reaguje rapidní reprodukcí. Pokusy prokázaly, že tento druh je, jak bylo předpokládáno, schopný regenerace zcela chybějících částí těla. Míra regenerace souvisí s dostupností potravy (Banding, 2017). Tyto faktory činí z tohoto druhu skvělý organismus pro transport v balastních vodách a rapidní rozmnožení v novém prostředí (Harbison a Volovik, 1994), obzvláště pak v takovém, kde chybí přirozený predátor tohoto druhu. *Mnemiopsis leidy* má průhledné rosolovité tělo, 97 % jeho váhy tvoří voda, pro zooplankton ho tato kompozice tvoří ve vodním prostředí těžko viditelným. Jeho oválný tvar těla je způsoben dvěma laloky. Po povrchu laloků jsou podélně rozmístěny čtyři pásy brv, které při podráždění fluoreskují modro zeleně. Brvy současně umožňují aktivní pohyb, dokonce i zpětných chodem (Colin et al., 2010).



Obrázek 4: Rychlost toku vody kolem jedinců *Mnemiopsis leidyi* vyjádřena škálou v mm/s kolem 13 mm dlouhého jedince (A a C) a kolem 48 mm dlouhého jedince (B a D), oba jedinci jsou zachyceni nehybní. Menší prostřední obrázky zachycují úhel pohledu na boky těl zástupců *Mnemiopsis leidyi*. Bílá barva představuje rychlost vyšší, než 3,5mm/s, jež zachycuje škála vlevo. Autor: Colin et al., 2010

V roce 1999 byl druh žebertatky *Mnemiopsis leidyi* zavlečen do Kaspického moře. Obrovský nárůst populace *Mnemiopsis leidyi* v Kaspickém moři od roku 1999 vedlo k tomu, že ve středních a jižních oblastech Kaspického moře začaly ze společenstev zooplanktonu mizet endemity, což jsou druhy vyskytující se pouze na určitém stanovišti na světě, jako jsou u Kaspického moře *Eurytemora grimmii* a *Eurytemora minor*. Před invazí *Mnemiopsis leidyi* byli tyto zástupci zooplanktonu jedním z nejhojnějších druhů a tvořili základ potravy pro ryby živící se zooplanktonem. Dopady na ekosystém Kaspického moře byly rapidnější a těžší než v moři Černém. Dopady na středozemní moře nebyly příliš významné. Salinita je zde pravděpodobně vyšší než ideální a současně několik predátorů zabraňuje *Mnemiopsis leidyi* v rapidní reprodukci (Shiganova, 2001).

3.5.7 Metody monitoringu *Mnemiopsis leidyi* v Kaspickém moři

Během konference věnované *Mnemiopsis leidyi*, invazivnímu druhu Kaspického moře, která se konala v Baku, Ázerbájdžánu 24. až 26. dubna 2000 vznikl podnět vytvořit dokument, který by popisoval metody monitoringu *Mnemiopsis leidyi* a jemu podobných rosolovitých jedinců

makroplanktonu v Kaspickém moři za účelem vyhodnocení jejich dopadů na ekosystém. Tento dokument navrhuje použití tří typů sběru dat. Jedná se o: 1. odběr vzorků v celém povodí, 2. monitorování pobřeží a 3. pozorování dobrovolníky. Dokument navrhoval:

Způsob monitoringu – odběr vzorků v celé vodní nádrži.

Je rozumné provádět plavby alespoň jednou za každé roční období: na jaře (březen až duben), v létě (srpen až září), na podzim (říjen až listopad) a v zimě (prosinec až leden). Nejdůležitější odběr by měl být získáván v srpnu až září, kdy na základě zkušeností z Černého moře lze předpokládat sezónní výkyv populace na maximum počtu jedinců. Je žádoucí provádět studie na měsíční bázi. Je důležité studie provádět ve všech částech Kaspického moře kvůli rozdílům v režimech teploty, salinity a rozdílném hydrochemickém složení jižního, středního a severního Kaspického moře. Je důležité studie provádět i vertikálně, alespoň na dvou místech o rozdílných hloubkách. V úvahu je třeba vzít vertikální teplotní členění vody. Doporučuje se odebírat v těchto vrstvách: 500–250 m, 250–100 m, 50–25 m a 25–0 m.

Způsob monitoringu – monitoring z pobřeží.

Tento způsob monitoringu apeluje na státní, nebo vědecké instituce na pobřežích. Pro monitorování je žádoucí mít alespoň 2 až 3 stanice, optimálně 10. Vzdálenost mezi stanicemi by měla být co největší. Pokud má ústav nebo jiná výzkumná instituce již dlouhodobě stanice zřízené, měly by být použity pro studium *Mnemiopsis leidy*. Doporučuje se odebírat vzorky jednou za dva týdny od začátku března do konce listopadu a měsíčně po zbytek roku.

Způsob monitoringu – pozorování dobrovolníky.

Dobrovolníky jsou myšleni všichni obyvatelé pobřežních měst pobřežních států. Nejlepšími kandidáty by byli studenti, rybáři a pracovníci ropného průmyslu. S ohledem na přítomnost pouze jediného druhu žebnatky v současné době v Kaspickém moři by nemělo docházet k druhové záměně a dobrovolníci by jej mohli snadno určit a kategorizovat do dvou skupin 1. *Mnemiopsis leidy* 2. Jiné želatinové organismy (Kideys a Shiganova, 2001).

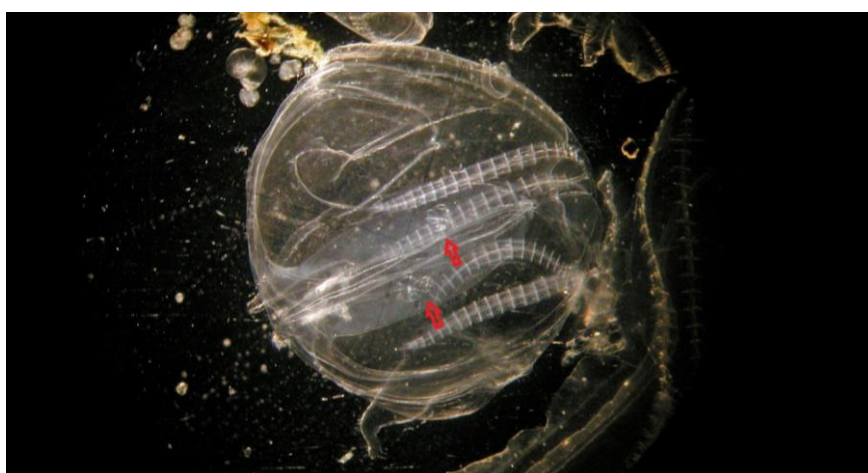
3.5.8 Přirozený predátor *Mnemiopsis leidy*

Pouze několik predátorů živící se druhem žebnatky *Mnemiopsis leidy* je známo, je vhodné zmínit hlavně jeho přirozeného predátora z vlastních řad, žebnatku českého názvu žebrovka vejčitá (*Beroe ovata*)

(Purcell et al., 2001). Tento druh se vyskytuje v ústích řek Severní a Jižní Ameriky a je často úzce spojen s *Mnemiopsis leidyi*, kdy spolu vytváří vazbu predátor – kořist. Druh *Beroe ovata* má dvě přednosti, je velmi specifický ve výběru své kořisti, i jeho larvální stádium se živí *Mnemiopsis leidyi* a jeho reprodukční rychlost, způsob a plodnost jsou téměř stejné jako u *Mnemiopsis leidyi*, takže populace těchto dvou druhů ve stejném prostředí mohou růst podobným tempem, ve vztahu *Beroe ovata* jako predátor a *Mnemiopsis leidyi* jako kořist (GESAMP, 1997).

V roce 1997 došlo k náhodné invazi žebernatky *Beroe ovata* taktéž do Černého moře, taktéž přes balastní vody dopravních lodí ze Severní a Jižní Ameriky. *Beroe ovata* je dravec živící se mimo jiné i žebernatkou *Mnemiopsis leidyi*, a právě proto je *Beroe ovata* vhodným kandidátem na kontrolu a regulaci velikosti populace *Mnemiopsis leidyi*, jak bylo ukázáno na případu Černého moře. Velikost své vlastní populace redukuje zastavením reprodukce v nepřítomnosti dostupné kořisti. Jedinci zůstávají u dna bez pohybu, dokud není dostupná kořist (Shiganova et al., 2014).

U *Mnemiopsis leidyi* až do nedávné doby zůstávalo nejasné, jak je tento široce rozšířený druh schopen překonat dlouhá období nízké dostupnosti potravy. Na terénních i laboratorních důkazech se ukazuje, že dospělci *Mnemiopsis leidyi* v západním Baltském moři po vyčerpání zásob kořisti začínají zajišťovat zásoby potravy přesunutím se na požívání svých vlastních larev, tedy na jejich kanibalizaci. Toto zjištění vyplňuje chybějící článek ve znalostech o tom, jak invazivní druh *Mnemiopsis leidyi* dokáže přežít dlouhá období bez dostatečného množství potravy. Přechodem na kanibalizaci vlastních larev dospělí jedinci mohou pokračovat ve svém růstu. V přirozených podmínkách byl kanibalismus zdokumentován fotograficky (Javidpour, 2020).



Obrázek 5: Dokumentace kanibalismu; červené šipky označují larvální stádium *Mnemiopsis leidyi* v průhledném těle dospělého jedince. Autor: Jamileh Javidpour, 2020.

3.6 Invazivní druh v České republice

Příkladem invazivního druhu v České republice je škeblice asijská (*Sinanodonta woodiana*, Lea 1834), je to sladkovodní mlž čeledi *Unionidae*. Jedná se o filtrátora, tvora, který svou potravu získává filtrováním vody obsahující řasy a drobné živočichy, obývá dna vodních nádrží a toků. Jeho vývojový cyklus zahrnuje parazitické larvální stádium, které jako hostitele může využít téměř každý rybí druh, se kterým přijde do kontaktu (Douda et al., 2012). Klíčovým mechanismem šíření druhu je tedy přenos skrze rybí hostitele v průběhu parazitické fáze (Watters, 1997). Parazitické stádium škeblice asijské se nazývá glochidium. Glochidia se pasivně vznášejí ve vodě, nemají žádný aktivní způsob pohybu a samostatně žijí jen několik dní. Dokončení vývoje a výsledné proměny v dospělce je zahájeno prasknutím cysty, ze které jedinec odpadá z těla hostitele na dno, kde již dále přijímá potravu jako filtrátor.

V rámci prokázání přímé škodlivosti a z důvodu neexistence údajů o vlivu glochidií škeblice na hostitelské ryby byl realizován laboratorní experiment. jako modelový druh pro hodnocení vlivu parazitace glochidií byl vybrán jelec tloušť (*Squalius cephalis*). Ryby byly rozděleny do tří skupin, dvě z nich byly v laboratorních podmínkách infikovány glochidií zvláště na nízké a vysoké úrovni, třetí skupina byla kontrolní, tedy infikovaná nebyla. Infikace byla opakována celkem čtyřikrát v rozestupech deseti dní, což mělo simulovat přirozený průběh infikace v podmínkách ČR. Tři dny po poslední infikaci proběhl odběr vzorků krevní plazmy u dvou skupin experimentálních ryb, měření kondice a standardní parazitologické pitva. Mimo jiné změny v krevní plazmě byl zaznamenán nárůst aktivity jaterních buněk, což může indikovat poškození jater a vady metabolismu související s játry (Kolářová a Velíšek, 2012). Výsledky experimentu dokládají přímý negativní vliv glochidií škeblice asijské na zdravotní stav hostitelských ryb (Douda et al., 2016).

Přítomnost škeblice může mít negativní dopad ale i nepřímý. Zároveň vede totiž filtrační aktivita invazivních druhů mlžů, jako Škeblice asijská, ke zvýšení průhlednosti vody, zvyšují propustnost světla, snižuje se koncentrace organického materiálu ve vodě, snižuje se biologická spotřeba kyslíku, dochází ke zvýšení koncentrace amonných iontů, dusičnanů a fosfátů. Dochází také ke zvýšení depozice sedimentu na dno nádrže, zvyšuje se zabahnění a zvyšují se náklady na údržbu. Zvýšená propustnost světla způsobuje zvýšený růst ponořených rostlin a nárůstu řas, zvyšuje se celková plocha porostů (Karatayev et al., 2007). Po příchodu invazivního mlže lze většinou očekávat snížení početnosti zooplanktonu. Mimo jiné ale naopak pozitivní vliv lze předpokládat pro ryby živící se organismy na dně nádrží, protože velcí mlži jsou v juvenilním stádiu jejich hojně využívanou potravou. Škeblice asijská může také vytvářet veliký objem biomasy v oblasti výskytu a zároveň se často objevují případy hromadných úhynů jedinců (Bódis et al., 2014).

V případě rozsáhlého úhynu jedinců dojde k uvolnění akumulovaných živin ale i toxinů, což vede k rapidním změnám v kyslíkovém režimu a dalším negativním dopadům na vodní prostředí. Negativní dopad hromadných úhynů jedinců škeblice asijské byl zdokumentován i v rekreačních oblastech jezera Balaton. Po úhynu jedinců často dochází ke vznesení uhynulého jedince na vodní hladinu vlivem akumulace plynů při rozkladu tkání těla. Pro tento důvod mají hromadné úhyny často i negativní dopad estetický (Benko – Kiss, 2012).

3.6.1 Monitoring a odstraňování škeblice asijské

Silná pokročilost invaze škeblice asijské v České republice je v současnosti již tak silná, že lze kompletní eradikaci, tedy vymýcení tohoto druhu na území České republiky považovat za nereálnou, lze ale přednést určitá doporučení, která by minimalizovala a omezila další introdukci tohoto druhu. Doporučení, která byla přednesena jsou následující:

Doporučuje se minimalizovat pravděpodobnost zavlečení škeblice do nádrží zajištěním neinfikovaného zdroje násadových ryb. Vzhledem k tomu, že vývoj parazitických larev glochidií je relativně krátký, 4 až 20 dní. Přechodným umístěním násadových ryb do kontrolované nádrže (karantény) lze zajistit opadnutí všech případných glochidií před vysazením ryb na cílovou lokalitu.

Důležitá je i znalost míry infekce okolního prostředí původu násadových ryb. Dále je vhodné provádět pravidelné mapování a monitoring výskytu druhu a v případě zjištěného výskytu informovat zainteresované skupiny, jako rybářské organizace nebo správce toku, aby nedocházelo k šíření druhu na další lokality (Douda et al., 2016).

Monitoring a s ním spojenou eradikaci jedinců tohoto druhu lze realizovat několika způsoby. V mělkých vodních tocích je nejefektivnější metoda brodění s využitím akvaskopu (Lamand a Beisel, 2014). V případě vodních toků a nádrží s velkým zákalem vody je nutné tuto metodu kombinovat s hmatovou detekcí jedinců ve vybraných habitatech – místech výskytu druhu (Beran, 1998). Škeblice preferují teplé vody s měkkými substráty dna s dostatkem živin. Vzorkování je nutné provádět v období s nízkými průtoky vody v závislosti na aktuální hydrologické situaci, kdy dochází k obnažení dna a dnových habitatů a je voda je níže zakalena.

Manuální sběr jedinců je časově náročná metoda a je proto proveditelný hlavně u menších a zcela vypustitelných vodních nádrží s pevným dnem kamenitého, nebo písčitého charakteru. Při sběru jedinců ale hrozí záměna s jinými druhy a sběr se stává náročný na kvalifikaci pracovníka. Hlavním rizikem při eradikaci invazivního druhu je

potenciální zasažení necílového organismu, zejména pak ohrožených druhů, jsou to zejména plošné metody eradikace, protože ty působí na případné necílové druhy neselektivně. Před každým prováděným zásahem proti škeblici asijské je nutné odborné posouzení efektivity a nutnosti zásahu a vyloučení rizik pro necílové organismy. V případě velkých mlžů neexistuje plošný státem organizovaný sběr dat adekvátními metodami (Pergl et al., 2016).

3.7 Vodní koridor Dunaj – Odra – Labe

Vodní koridor Dunaj – Odra – Labe je navrhovaný průplav, kanál nebo také vodní mezinárodní cesta, který by měl propojit řeky Dunaj, Odra a Labe pro účely vodní dopravy s vedlejšími záměrnými vodohospodářskými efekty a účely jako je rekreace, energetika a protipovodňová ochrana. Připravovaná stavba koridoru je rozdělena na čtyři etapy a obsahuje několik alternativních variant vedení cest samotných, a tedy finálního provedení stavby. První etapa zahrnuje napojení jižní Moravy na Dunaj vodní cestou a splavnění řeky Odry do Ostravice. Druhá etapa by měla využít hlavně úprav, které byly již provedeny při stavbě Bařova kanálu, jde o prodloužení koridoru z Hodonína do Přerova. Třetí etapou je plánováno prodloužení koridoru z Přerova do Ostravy, rovněž se uvažuje o plavební napojení do Olomouce, docílí se tím spojení jihu a severu Moravy. Poslední plánovaná čtvrtá etapa navrhuje prodloužení koridoru z Přerova do Pardubic, což propojí Moravu a Slezsko na západ do Čech. Střediskem celého vodního koridoru Dunaj Odra Labe by se mělo stát město Přerov, je zde plánováno křížení vodních cest koridoru. (Podzimek a Kubec, 2006)

3.7.1 Pozitiva

Vodní koridor by v případě postavení mohly využívat dopravní i osobní lodě z celé Evropy, lodím by se výrazně zkrátila cesta od Baltského moře k Dunaji a dále do Černého moře. Hlavní pozitiva koridoru jsou ta, že celkový systém může být využit jako protipovodňová ochrana zejména v povodí Moravy a dále to, že celkový systém může být využit i jako zdroj vody pro dlouhodobě na zdroje chudé oblasti hlavně v povodí Moravy, bude-li obsahovat dostatek vody. Může být umožněna přeprava těžkých a nadrozměrných nákladů nepřepavitelných v současnosti po silnici nebo železnici. Další pozitivum je cena. Při vodní přepravě jsou náklady na dopravu 3,5krát nižší než při přepravě po železnici a 6,3krát nižší než při přepravě po silnici (PLANCO, 2007). Hlavní přínosy vodního koridoru Dunaj – Odra – Labe jsou podle oficiální webové stránky projektu mimo jiné kompenzace možných vlivů globální klimatické změny, ekologickou dopravu, zvýšení počtu možných způsobů přísunu surovin a tím zvýšení energetické a dopravní bezpečnosti České republiky. Jako další výhody také zmiňuje unikátní rekreaci a cestovní ruch, vznik pracovních příležitostí a vznik ubytovacích, rekreačních zařízení a restaurací a s tím spojené zlepšení životní úrovně v regionech.

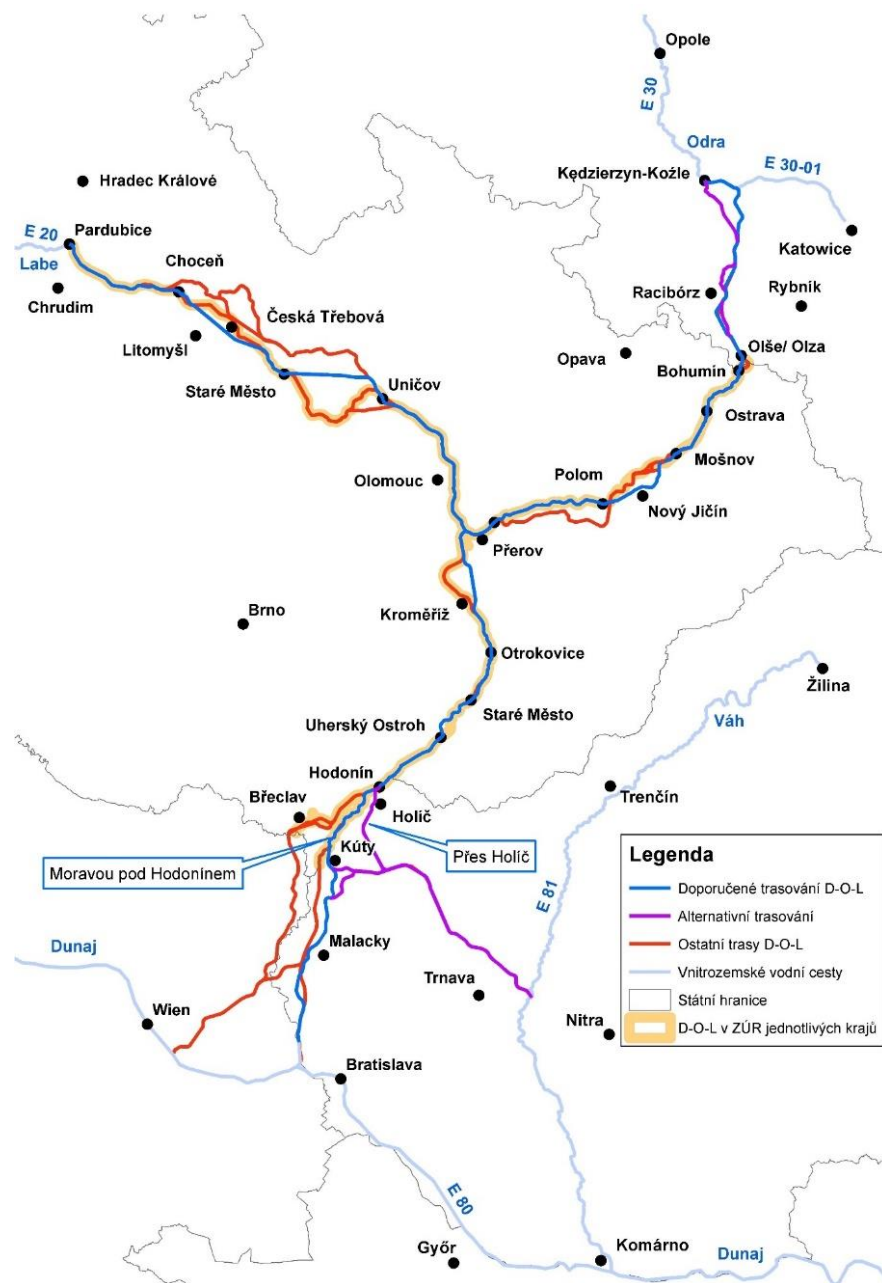
3.7.2 Negativa

Vodní kanál se dá označit za liniovou stavbu, převládá u ní tedy jeden rozměr, délka. Řeka Morava má mimo jiné krajinné prvky mnoho meandrů a mrtvých ramen, které podporují biodiverzitu. Liniové stavby ovlivňují přírodu a krajinu jejím rozdělením a pozměněním celkového charakteru krajiny a prostředí. Při vedení kanálu mimo původní koryto řeky dochází k záboru půdy a vytvoření silného dělícího efektu. Lodní doprava navzdory domněnkám rozhodně není neekologičtější. Zaoceánské lodě jsou velkými znečišťovateli moří (Helešic, 2019).

Nepřekračuje pouze hlukové normy a emisně je ve srovnání s dopravou železniční šetrnější pouze u emisí CO₂ a SO₂. Je ale až tisíckrát emisně náročnější u polycyklických aromatických uhlovodíků, CO a těkavých organických látek. S budováním velkých vodních kanálů přichází i nutnost úpravy vodních toků a nevyhnutelná a plná devastace původních říčních ekosystémů. K devastaci dochází například při postavení přehrady nebo jezu, staveb, které zvedají hladinu vody a pozměňují režim proudící vody. Pozmění se i estetika prostředí. To je ale právě opakující se motiv, ve kterém se nese plánovaný projekt Dunaj – Odra – Labe, počítá se i se odstraněním řady zvláště chráněných území včetně CHKO Poodří (Zeman, 2016).

Existují i jisté pochyby o plném využití vodního koridoru Dunaj – Odra – Labe pro nákladní dopravu, protože jeho trasa tvarem často kopíruje železniční trasy a komunikaci dálničního typu, rovněž pokud zdroj a cíl dopravy přímo neleží na vodní cestě, neodstraňuje se nutnost jedné nebo dvou překládek nákladu a kombinaci druhů doprav. Plán doby výstavby vodního koridoru Dunaj – Odra – Labe se odhaduje na 27 let. Po dlouhou dobu výstavby by byli obyvatelé v blízkosti kanálu obtěžováni hlučnou, prašnou a obtěžující stavební činností (Dlouhý, 2014). Nejistý je i dopad na hydrologii, zejména na podpovrchovou vodu. Nejistá je otázka dotování kanálu vodou v období sucha a zamrzání vodní hladiny. Tyto problémy vyžadují důkladnější studie, modelování (Helešic, 2019).

Ačkoliv je vykoupena nižšími náklady na dopravu, jedno z negativ je také nižší rychlost vodní dopravy, ve srovnání s železniční nebo silniční dopravou. Vodní koridor Dunaj – Odra – Labe by byl jen těžko využitelný pro dopravu zboží krátkodobé spotřeby a pro veřejnou dopravu osob. Cesta Rotterdam – Oděsa po řekách trvá směrem na východ 23 dní a druhým směrem 30 dní (Suk, 2018).



Obrázek 6: Doporučená trasa vodního koridoru Dunaj – Odra – Labe modře, alternativní trasy jsou označeny fialově a oranžově. Autor: Ministerstvo dopravy ČR, 2018

Dalším rizikem vodních kanálů je propojení předem nepropojených toků a s tím souvisejících celých úmoří. *Mnemiopsis leidyi* se v současnosti vyskytuje již ve všech třech mořích, kam by potenciální toky projektu Dunaj – Odra – Labe ústily. Severní a Baltské moře 2006 a Černé moře již 1980. Na základě těchto faktů se nemusíme příliš obávat toho, že vodní koridor Dunaj – Odra – Labe zapříčiní ekologický kolaps svého finálního recipientu introdukcí tohoto druhu. Avšak tato vodní cesta se netýká pouze žebernatky, týká se všech nepůvodních invazivních druhů, na které je třeba při obdobných stavbách myslet. Na základě telefonického rozhovoru s odborníkem, ředitelem odboru monitoringu biodiverzity

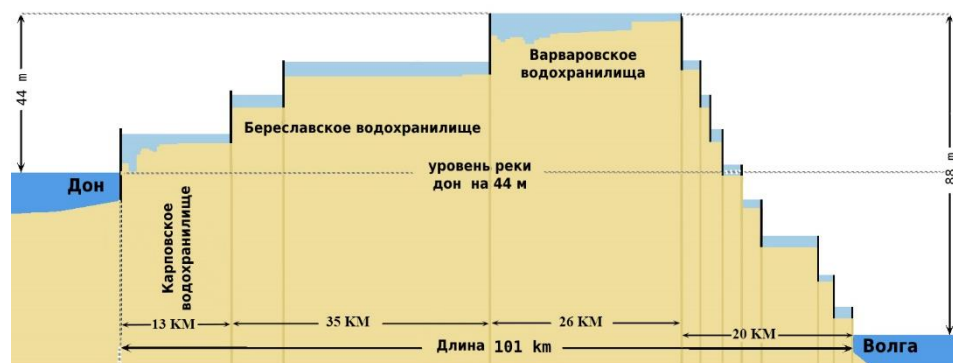
z Agentury ochrany přírody a krajiny, Mgr. et. Mgr. Karlem Chobotem Ph.D., který se uskutečnil 18. března 2022 můžeme říct, že konkrétně žebnatky se v našich sladkých vodách pravděpodobně obávat nemusíme, žebnatky jsou mořští živočichové a pro život vyžadují úroveň salinity.

3.7.3 Přeprava na průplavu Rýn – Mohan – Dunaj

Průplav spojuje řeky Mohan a Dunaj, tato vodní cesta spojuje Severní moře s Černým mořem. Stavba byla zahájena 1960 a poslední úsek byl splavněn v roce 1992. Je dlouhý 171 km a jeho 16 zdymadel překonává výškový rozdíl 175 m. 11 zdymadel od města Bamberk zvedá hladinu z úrovně 230,9 m do výšky 406 m n. m. a 5 zdymadel v dunajské části snižuje hladinu na úroveň 336,2 m. Šířka při vodní hladině je 55 m, hloubka 4 m, kanálem mohou proplouvat plavidla o ponoru 2,7 m, 11,45 m široká a 190 m dlouhá. Při dostavbě počítala správcovská společnost Wasserstrassen s 8 až 10 miliony tun přepraveného zboží v roce 2002. Nižší hranice cíle se skoro podařilo v roce 2002 dosáhnout, v tomto roce zde putovalo 7,6 milionů tun nákladu, kdy rekord na úrovni 8,5 milionů tun byl dosažen v roce 2000. V dalších letech však objem poklesl a pohyboval se mezi 5 až 6,5 miliony tun (Kučera, 2015).

3.8 Volžsko – donský průplav

Stavba Volžsko – donský průplav spojuje od roku 1952 řeku Volhu a Don v místě jejich nejbližšího přiblížení na Volžsko – donském voloku (z rus. volok, historického místa pro transport lodí z vodní plochy po souši za využití techniky tažení po kládách). Zajišťuje předem neexistující propojení mezi Kaspickým mořem a světovým oceánem.



Obrázek 7: Schéma podélného profilu Volžsko – donského průplavu o celkové délce 101 km. Obrázek zleva doprava zobrazuje řeku Don, přehradu Karpovskoje 13 km, přehradu Bereslavskoje 35 km, přehradu Varvarskoje 26 km a sérii zdymadel vedoucí k řece Volze 20 km. Autor: neznámý, 2020.

3.9 Životní prostředí Kaspického moře

Kaspické moře, přesněji jezero, je největší vnitrozemní vodní plocha na Zemi. Voda, kterou Kaspické moře obsahuje není slaná, ale brakická. Brakická voda je taková, která se svou koncentrací solí pohybuje mezi vodou mořskou a vodou sladkou, brakická voda typicky obsahuje mezi 0,5 až 30 g soli. Litr vody Kaspického moře obsahuje 10 až 13 g soli, sice zhruba třetinu obsahu soli ve světovém oceánu, což z ní ale stále dělá vodu nevhodnou k pití a nevyužitelnou pro závlahy (Aladin, 2004). Podlouhlé moře zaujímá délku z jihu na sever zhruba 1200 km a jeho průměrná délka ze západu na východ činí 320 km. Rozléhá se na zhruba 386 400 km², některé odhady tvrdí i 436 000 km² a jeho hladina se nachází 28,5 m pod hladinou moře. Výška hladiny v roce 1977 dosahovala 29,03 m pod hladinou moře, to bylo minimum dvacátého století. Dalšího roku ale přišlo rychlé navýšení hladiny a během deseti let hladina dosáhla 27,26 m pod hladinou moře. Stabilizace úrovně hladiny Kaspického moře přišla v roce 1995, kdy dosahovala 26,61 m pod hladinou moře. V současnosti hladina Kaspického moře klesá každým rokem o pár centimetrů (Aladin, 2004). Maximální hloubka, v jižní části, činí přes 1000 m, jeho povodí se rozléhá na zhruba 3 625 000 km² a Kaspické moře obsahuje odhadem 78200 km³ vody, to představuje zhruba jednu třetinu vnitrozemské zásoby vody na Zemi.

3.9.1 Salinita Kaspického moře

Salinita Kaspického moře se v jeho různých částech liší, důvodem slanosti Kaspického moře je jeho původ. Dnešní moře vzniklo před 50 až 60 miliony let, kdy se pohybem litosférických desek pravěké moře Paratethys ohraničilo pevninou a ztratilo tak propojení nejdříve s Tichým a následně Atlantským oceánem. Tímto se stalo izolovaným vodním tělesem se slanou mořskou vodou. Důvodem pro třetinovou slanost kaspické vody v dnešní době byly změny koncentrace z důvodů tání historických ledovců a silných dešťů, což řekami dovovalo sladkou vodu do Kaspického moře a jeho slanost naředily (viz obr. č. 8) (Aladin, 2004).

3.9.2 Teplota Kaspického moře

Podobně jako slanost, i teplota Kaspického moře je extrémně rozmanitá v rozdílných částech moře (viz obr. č. 9). Horizontální i vertikální členění vody poskytuje prostředí pro druhy preferující chladné i teplejší podmínky. Nehledě na roční období se v hloubkách Kaspického moře nachází termostatické neboli tepelně stálé chladné podmínky, a to i

v horkých letních měsících. Existence takovéto chladné vrstvy umožňuje přežití i arktických organismů (Zenkevich, 1963).

3.9.3 Trofie vod Kaspického moře

Trofií označujeme úživnost vody, je to stav určený faktory jako je například koncentrace fosforu. Vody Kaspického moře jsou charakteristické svou průhledností, nejvíce průhledné jsou vody jižního Kaspického moře, naopak severní Kaspické moře je méně průhledné, kvůli přítokům řek a s nimi transportovanými živinami. Úroveň trofie neboli množství živin v Kaspickém moři je nízké. Většina živin přivádí do Kaspického moře řeka Volha, na ni ale bylo vybudováno několik přehrad a jiných vodních staveb, které přísun živin regulují a snižují (Aladin, 2004). Můžeme říct, že Kaspické moře nepatří mezi velmi produktivní jezera s výjimkou severní oblasti.

3.9.4 Znečištění Kaspického moře

Znečištění je vážná hrozba pro biodiverzitu Kaspického moře. Znečištění může mít mnohé podoby jako industriální a zemědělský odpad, nebo splašky. Hlavní podíl na znečištění má řeka Volha, zanáší zde nečistoty, které se nestačily usadit v nádržích a deltách řeky. Srovnatelně mnoho znečištění pochází z ropného průmyslu Ázerbájdžánu, Baku. Méně potom z ropného průmyslu Turkmenistánu. Podíl nečistot z Kazachstánu není příliš velký. Mezi hlavní nečistoty patří: těžké kovy jako olovo a kadmium. Dále potom fenol, pesticidy a ropné produkty. Reakce vodního prostředí na ropné produkty, jako nafta, benzín, petrolej způsobuje různé fyzické a chemické změny organismů a mohou působit i smrt (Aladin, 2004). Jako u předchozích faktorů i úroveň znečištění Kaspického moře liší v jeho různých částech.

4. Metodika

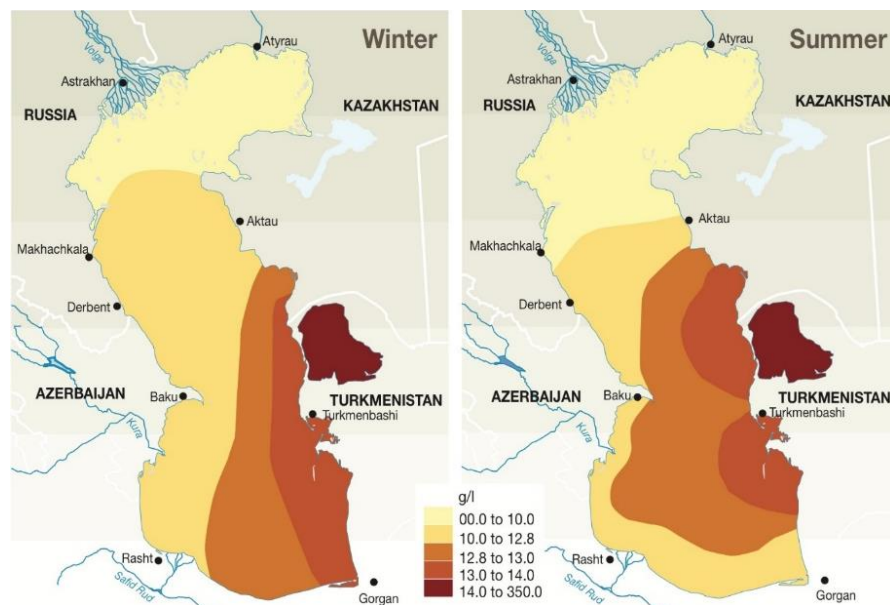
4.1 Popis zájmového území

Tabulka 1: Lokalita Kaspického moře

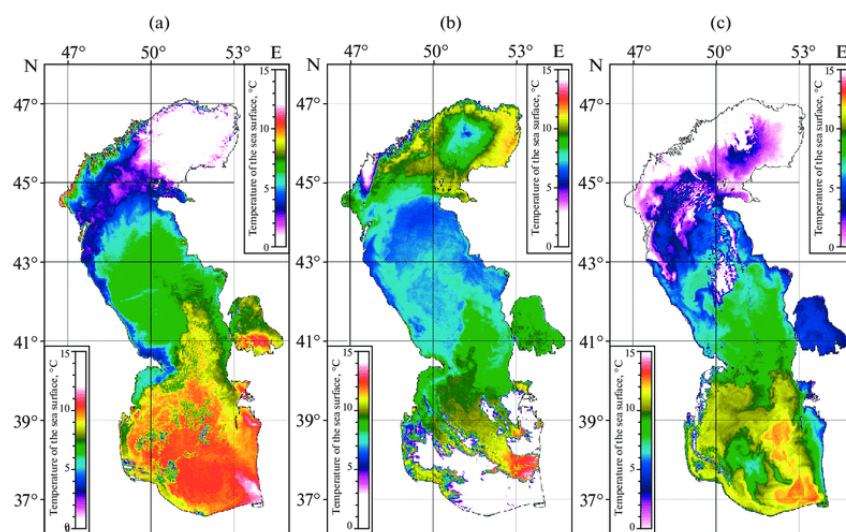
Název	Kaspické moře
Světadíly	Evropa, Asie
Státy	Ázerbájdžán, Írán, Kazachstán, Ruská federace, Turkmenistán
Zeměpisné souřadnice Kaspického moře	41°54' severní šířky, 51°6' východní délky

4.1.1 Klima Kaspického moře

Sever Kaspického moře se nachází v mírném klimatickém pásu, jihozápadní pobřeží Kaspického moře se nachází v subtropickém kontinentálním pásu a pozoruhodnou pestrost vytváří pouštní podnebí panující na východním pobřeží. Moře je slané, ačkoliv ne tak jako světové oceány. Přítoky Kaspického moře tvoří sladkovodní toky jako řeky Volha a Ural, Kaspické moře postrádá přírodní odtok a místo toho se voda z moře pouze odpařuje. Kaspické moře se od roku 1952 technicky propojilo s Černým mořem a tím i světovým oceánem právě Volžsko – donským průplavem.



Obrázek 8: Schéma salinity v Kaspickém moři. Levá část zobrazuje Kaspické moře v zimě, pravá část v létě. Škála dole uprostřed udává slanost v g/l. Autor: CEP, 2002



Obrázek 9: Teplota povrchu Kaspického moře podle NOAA-16 satelitu A) 31 března 2003, B) 30 dubna 2003, C) 24 října 2005. Verbitsky et al., 2011.

4.1.2 Mořský život v Kaspickém moři

V Kaspickém moři žije zhruba 850 druhů fauny a přes 500 druhů flory. Pro těleso takového rozměru je to relativně málo druhů, a mnohé z nich jsou endemity, tedy pro danou oblast jedinečné druhy. Největší biomasu tvoří sinice a rozsivky. Vyšší tvory zastupují druhy ryb jako jeseter, sled', štika, okoun a šprot, několik druhů měkkýšů, mlžů a řada

dalších organismů včetně mořských hub. Mezi důležité zástupce zvířat patří tuleň kaspický, který je současně vrcholný predátor mořského prostředí Kaspického moře (Ivanov et al., 2000). Některé druhy nepůvodních ryb byly vypuštěny lidmi záměrně. U Kaspického moře, stejně jako jinde na světě, zajistila izolace od okolního světa přežití a vývoj pro mnohé druhy zvířat, jmenovitě pro jeseterovité (*Acipenseridae*) ryby. V dnešní době Kaspické moře obsahuje více než 90% světové populace jeseterů (Zenkevich, 1963).

4.2 Významné řeky pro oblast Kaspického moře

Tabulka 2: Významné řeky pro oblast Kaspického moře

Název řeky	Povodí řeky v km ²
Ural	237 000
Volha	1 380 000
Don	422 000

4.2.1 Ural

Řeka Ural pramení na stejnojmenném pohoří Ural, které rozděluje Ruskou federaci na tradičně evropskou část na západ a asijskou část na východ. Tok má délku 2 428 km a jeho povodí se rozléhá na 237 000 km². Ústí do Kaspického moře skrze kazachstánské město Atyrau (Britannica, 2018).

4.2.2 Volha

Volha je nejdelší evropská řeka a hlavní vodní tepna západního Ruska. Na povodí řeky Volhy se nachází skoro polovina obyvatel Ruské federace. Povodí zaujímá úctyhodných 1 380 000 km². Pramení na pahorkatinách s názvem Valdajská vrchovina, dříve také Alaunské hory, severovýchodně od Moskvy. Řeka Volha ústí do Kaspického moře asi 3530 km na jih. Řeka má zhruba 200 přítoků, většina z nich jsou levé

přítoky. Volha protéká čtyřmi rozdílnými geografickými zónami: hustými bažinatými lesy na severu, dále pak protéká lesy a stepi a na jihovýchodě Kaspického moře polopouštními nížinami (Micklin, 2019).

4.2.3 Don

Řeka Don je pátou nejdelší řekou Evropy, pramení poblíž ruského města Novomoskovsk, na jih teče 1 870 km a její povodí zahrnuje 422 000 km². Vlévá se do Azovského moře. V místě, kde je řeka propojena s řekou Volhou je od sebe dělí asi 80 km. Jejimi významnými přítoky jsou řeky Voroněž, Sal, Chopjor a Severní Doněc (Gavrilov, 2019) .



Obrázek 10: Schéma řeky Don a Volha (na obrázku jako Volga)

4.3 Dimenze Volžsko – donského průplavu

Tabulka 3: Parametry Volžsko – donského průplavu

Délka průplavu	101	km
Plavební zdymadla	13	ks.
Výškový rozdíl z Volhy do nádrže Varvarskoje překonávaný pomocí 9 zdymadel	88	m
Výškový rozdíl z Donu do nádrže Varvarskoje překonávaný pomocí 4 zdymadel	44	m
Hloubka zdymadel	3,65	m
Délka zdymadel	145	m
Šířka zdymadel	18	m

Volžsko – donský průplav je v provozu od roku 1952. Kanál je rozdělen do tří sekcí podle přírodní elevace terénu. Sekce Don až nádrž Varvarovskoje na západě, která je překonána čtyřmi zdymadly a protéká nádrži Karpovka a Bereslavka. Sekce nádrž Varvarovskoje, jedná se o vodní plochu, a sekce nádrž Varvarovskoje až Volha na východě, která je překonána devíti zdymadly stejného designu (viz obrázek 7). Cesta jedné lodi systémem trvá asi 10 až 12 h a denně zde propluje asi 40 lodí. Kanál je dotován vodou z Cimljanské přehradní nádrže užitím třech čerpadel. Ta ročně přečerpají více než 1 miliardu m³ vody. Limit kanálu byl původně nastaven na 10,5 milionů tun nákladu ročně, roku 2013 byl překročen na 13,4 milionů tun nákladu a poptávka na transport skrze kanál stále roste. Hlavní problém Volžsko – donského průplavu je skutečnost, že zdymadla umožňují v současné době plavbu pouze jedním směrem v daný okamžik, nikoliv oběma. Bezpečnost a stabilita se v jednosměrném kanálu těžko

dodržuje a provoz může být kvůli technickým poruchám zastaven kompletně. Vzniká tedy potřeba vybudovat rozšíření tohoto průplavu, které by umožnilo současnou plavbu oběma směry. Ministerstvo dopravy Ruské federace vydalo dokument navrhuující rozšíření průplavu. Navržen byl obchvatný kanál o délce 41,8 km se vstupem na Volze 37 km po jejím proudu za Krasnoarmějským rajónem, městskou čtvrtí Volgogradu. Rozšíření by mělo navazovat na existující kanál, ve kterém by se měla vybudovat nová zdymadla pro umožnění obousměrného provozu. V současné době tomuto rozšíření ale brání územní plán města Volgograd a nedostatečná zásoba vody v Cemljanské přehradní nádrži (ОРБИС, 2015).

4.4 Použité postupy

4.4.1 Zjišťování informací v České republice

První zamýšlený postup v této práci bylo shromáždění informací ohledně problematiky *Mnemiopsis leidy* a dopadu tohoto invazivního druhu na životní prostředí Kaspického moře. Po zjištění, že v České republice na toto téma není dostatek literatury, bylo ale úsilí směřováno na kontaktování vědeckých pracovníků a odborníků v Ruské federaci. Emailové adresy, nebo telefonní čísla těchto znalců byla získávána primárně z vědeckých článků dostupných online a sekundárně potom vyhledáním příslušného orgánu nebo instituce na internetu, sekce kontakty, kde jich často bylo uvedeno několik. Velmi často se ale nepodařilo dostat odpověď.

Pokračovalo se shromažďováním informací ohledně situace invazivních druhů v České republice. Uveden byl příklad invaze škeblice asijské do České republiky z důvodu možnosti srovnání s invazivním druhem žebernetky *Mnemiopsis leidy* v Kaspickém moři.

4.4.2 Zjišťování informací v Ruské federaci

V rámci studia na České zemědělské univerzitě v Praze byla realizovaná praktická stáž do Ruské federace ve spolupráci s Uralskou státní lesnickou univerzitou. Situaci s odletem ale komplikovalo uzavření hranic s Ruskou federací a protiepidemická opatření. I přes nepříznivou situaci pokračovala snaha o kontaktování a domluvení schůzky s odborníky. Postup této práce je na replikování složitý, šlo v ní totiž především o kontaktování osob, hledání volně dostupné literatury a získání přístupu k volně nedostupné ruské literatuře i přes tyto překážky. Při pořizování zdrojů bylo počítáno s nutností mít zdroje k dispozici i mimo

stáž, z toho důvody bylo preferováno získávání zdrojů současně dostupných online.

Bylo umožněno setkat se se znalci Janem a Annou Kiževatovými z institutu ekologie rostlin a živočichů v Jekatěrinburgu. Bylo probíráno, jakým způsobem se invazivní druhy mohou šířit i proti proudu vodních toků a překonávat zdymadla vodních staveb. Bylo probíráno a doporučena byla literatura o způsobech monitoringu cílových druhů živočichů a uchování jejich odebraných vzorků pro pozdější podrobnější studium. Byla probírána problematika balastních vod dopravních lodí. Umožněn byl přístup k elektronickým článkům v ruském jazyce z databáze Uralské státní lesnické univerzity ohledně *Mnemiopsis leidyi* a dopadům na Kaspické moře. Prostřednictvím odkazů na jména vědců v článcích bylo i rozšířeno množství zdrojů pro rešerši. Ruské vědecké články byly zdrojem grafů, obrázků výskytu *Mnemiopsis leidyi* a fotografií jejího životního cyklu, dále byly zdrojem cenných informací o Kaspickém moři a jeho rozmanitých podmínkách. Následoval překlad ruských článků a určení důležitých součástí a parametrů života *Mnemiopsis leidyi* a podmínek Kaspického moře.



Obrázek 11: Konzultace problematiky *Mnemiopsis leidyi* s odborníky Janem a Annou Kiževatovými z institutu ekologie rostlin a živočichů v Jekatěrinburgu. 2021

4.4.3 Fotografické zdroje

Po návratu z Ruské federace byla práce doplněna o obrázky zachycující podmínky v Kaspickém moři, obrázky byly převzaty z internetových zdrojů. Byly také upraveny obrázky s licenčně volným použitím v programu paint.net. V Ruské federaci bylo doporučeno jako zdroj informací o Volžsko – donském průplavu video na internetu, informace z něj byly přeloženy a převzaty. Ze zahraničních internetových zdrojů byly také přeloženy a převzaty informace o značné rozloze povodí důležitých řek pro Kaspické moře a popsáno bylo jeho znečištění. Bylo pořízeno několik vlastních fotografií zachycujících autentičnost stáže.

5. Výsledné zhodnocení

5.1 Zhodnocení nepůvodních, invazivních druhů

Z hlediska škůdců se práce věnovala nepůvodním druhům a invazivním druhům a rozdílu mezi nimi. Dále byla prozkoumána populační dynamika a strategie živočichů, následně potom rozdělením na přímé a nepřímé školení. Byl uveden případ v našich podmínkách s navrženým způsobem monitoringu a eradikace tohoto druhu, kterým je škeblice asijská, její kompletní eradikace byla vyloučena z důvodů již přílišné invaze tímto druhem v našich vodách. Glochidia, což jsou parazitující stádia škeblice parazitují po dobu 4 až 20 dní, doba závisí na teplotě vody. Při teplotě vody nad 20 °C je obvyklá doba vývoje 4 dny, s klesající teplotou se doba parazitování a vývoje úměrně prodlužuje.

Popsána byla žebernatka *Mnemiopsis leidy*, její biologie, reprodukce, životní strategie, potrava a způsob života. Druh žebernatky *Mnemiopsis leidy* se dá jednoznačně považovat za r – stratéga právě kvůli faktorům, jako je především rapidní reprodukce s velkým počtem potomků malého rozměru, vysoké výkyvy populační hustoty, která u tohoto druhu silně souvisí s výskytem zooplanktonu. Neobvyklý vklad tohoto druhu do životní strategie je požívání vlastních jedinců v době nedostatku potravy. V případě Kaspického moře pak růst populace *Mnemiopsis leidy* není rušen konkurenčními vlivy, například přirozeným predátorem. Byly popsány přímé a nepřímé dopady prezenze tohoto druhu v Kaspickém moři, kdy nepřímý dopad ohrožuje rybí populace a také vrcholového predátora mořského prostředí Kaspického moře, kterým je kaspický tuleň. Tyto dopady se projevily během dvou let po zaznamenání invaze. Přednesena byla i navržená metoda monitoringu druhu *Mnemiopsis leidy* v Kaspickém moři. Zmíněna byla i myšlenka využití druhu žebernatky *Beroe ovata*, jako regulátoru populace druhu *Mnemiopsis leidy*, protože se jedná o jeho přirozeného predátora v oblasti původního rozšíření. Podobnou funkci totiž plní druh *Beroe ovata* po incidentním zavlečení do moře Černého.

Bylo zmíněno, že i chladné vody Skandinávie a Pobaltí v dnešní době již obsahují jedince druhu *Mnemiopsis leidy* a tudíž teplejší vody nejsou definitivní podmínkou pro šíření tohoto druhu, naopak při přílišné teplotě se reprodukci tohoto druhu nepodařilo zaznamenat. Nedávné objevy objasnily, že pomocí kanibalismu svých vlastních larev dokáže *Mnemiopsis leidy* přečkat dlouhá období bez okolní potravy. Velkým vkladem do vlastní reprodukce v teplých obdobích vytváří tato žebernatka energetické zásoby v podobě vlastních larev. Ve spojitosti se sníženou potřebou energetického výdeje v období zimy to, že vlastní larvální stádium žebernatky *Mnemiopsis leidy* slouží i jako uložená zásoba energie, je jistě klíčový faktor k přežití dlouhého období s dramaticky

sníženou potravou. Při 20 °C mají vzrostlí jedinci zásoby energie na 9 dní. Vzhledem k tomu, že bazální metabolismus a tím i potřeba energie se s teplotou exponenciálně snižuje, při 3 °C mají vzrostlí jedinci zásoby energie na 80 dní (Javidpour, 2020).



Obrázek 12: Schéma zachycující trasy rozšiřování invazivního druhu *Mnemiopsis leidyi* nejdříve skrze Středozemní moře do Černého moře a umožněním Volžsko – donského průplavu do moře Kaspického. Další šíření druhu probíhá v Severním a Baltském moři, 2022

Ačkoliv se ve srovnání mlže škeblice asijské s žebernatkou *Mnemiopsis leidyi* jedná o odlišné živočišné druhy, oba vykazují negativní vlivy přímé i nepřímé na své prostředí. Bylo provedeno srovnání škeblice asijské s žebernatkou *Mnemiopsis leidyi* v jejich prostředí výskytu. Zjistilo se, že v případě škeblice asijské jde o přímou parazitaci jejího parazitického stádia s názvem glochidium na mnohých zástupcích ryb. O nepřímý negativní vliv u škeblice asijské jde v případě změny čistoty vody, ve které se nalézá, škeblice asijská je organismus, který svou filtrační aktivitou zvyšuje průhlednost vody a snižuje množství organického materiálu ve vodě, snižuje tak nepřímo biologickou spotřebu kyslíku a tím mění charakter svého vodního prostředí, na což jsou nuceni reagovat i ostatní druhy nalézající se v něm. U druhu žebernatky *Mnemiopsis leidyi* se o přímý negativní vliv jednalo v případě požívání zooplanktonu a devastaci jeho populace. V Kaspickém moři došlo u tohoto

druhu k přemnožení, zřejmě proto, že zde postrádá svého přirozeného predátora. Vývoj Kaspického moře byl v historii izolovaný od okolních vod. Na zooplankton, jako potravu byly ale také uzpůsobené mnohé druhy kaspických ryb, což vedlo k poklesu rybí populace. Ryby dále sloužily jako zdroj potravy pro větší predátory a postupně chyběly v potravním řetězci pro vrcholového predátora, pro kaspického tuleně. U druhu *Mnemiopsis leidyi* se takto jedná o nepřímý negativní vliv na své prostředí, na což jsou nuceni reagovat i ostatní druhy, jež se v něm nalézají. Další společný rys těchto invazivních druhů se vyznačuje tím, že po jejich přemnožení následuje hromadný úhyn, což může vést k zanášení vodního tělesa, ve kterém se nalézají. Jiný společný rys těchto druhů je snížení jejich metabolismu se snížením teploty okolní vody. Zjištěny byly i informace o způsobu, kterým druh *Mnemiopsis leidyi* přežívá období chladu a sníženého přísunu potravy a to kanibalismem, kdy přes období tepla vyprodukuje množství svých larev jako zdroj energie v období chladu, kdy současně dochází ke snížení energetické potřeby tohoto druhu. Dále bylo zjištěno to, že *Mnemiopsis leidyi* vlastní schopnost regenerace částí svého těla.

5.2 Zhodnocení vodních kanálů

Bylo provedeno shromažďováním informací o plánovaném vodním koridoru Dunaj – Odra – Labe, vycházel jsem především z informací na oficiálních webových stránkách projektu a vyhledával informace o zkušenostech s lodní dopravou z jiných obdobných staveb ve světě, jmenovitě průplav Rýn – Mohan – Dunaj. Současně byly zjišťovány informace od skeptiků a kritiků plánované stavby koridoru Dunaj – Odra – Labe, čerpáno bylo primárně z rozhovoru s hydrobiologem Janem Helešicem. Jako další byly zjišťovány názory na koridor Dunaj – Odra – Labe odborníků z české informační agentury životního prostředí, doplnil jsem je nakonec o telefonický rozhovor s ředitelem Odboru monitoringu biodiverzity z Agentury ochrany přírody a krajiny ČR, Karlem Chobotem. Potvrzeno bylo to, že při stavbách velkých vodních kanálů Agentura ochrany přírody a krajiny ČR s invazivními druhy počítá a zpochybněna byla možnost dlouhodobého přežití žebernatek v našich vodách.

Popsán byl Volžsko – donský průplav, přes který se invazivní druh *Mnemiopsis leidyi* do Kaspického moře dostal balastními vodami dopravních lodí, které tuto vodu čerpají pro dosažení optimálního ponoru v době, kdy nepřeváží dostatečnou hmotnost nákladu, později tyto vody vypouští do svého okolí. Názory dobových odpůrců a kritiků projektů nebyly dohledány, je možné, že tyto názory podléhaly v době budování Volžsko – donského průplavu cenzuře. Podařilo se zachytit dopravní loď Volžsko – donského průplavu v oblasti Petrohradu. Bylo zmíněno několik důležitých řek, jež se podílely a stále podílí na invazi nepůvodních druhů

anebo znečišťování Kaspického moře. Práce takto pokračovala k samotnému Kaspickému moři, popsáno bylo jako druhově a produkčně sice chudé těleso vody, zato ale enormně velké a podmínkami velice rozmanité, umožňující život a poskytující životní podmínky pro mnohé druhy.



Obrázek 13: Dopravní loď VOLGO-DON 139 zachycena při plavbě pod zdviženým mostem v Petrohradu. Právě tyto lodě mohou svými balastními vodami umožnit introdukci nepůvodních druhů, 2021

6. Diskuse

V této části budou srovnány nejdříve vodní cesty. Volžsko – donský průplav, Průplav Rýn – Mohan – Dunaj nebo plánovaný vodní koridor Dunaj – Odra – Labe jsou svým designem, velikostí, logistikou, geografickou polohou, hydrologickými podmínkami a spoustou dalších faktorů velice odlišné stavby. Mají ale společnou skutečnost, že propojují předem oddělené vodní toky a usnadňují tím cestu nepůvodních druhů do oblastí vyústění těchto toků. Na příkladu *Mnemiopsis leidy* můžeme vidět, že tento tvor je navzdory nepříznivým situacím pro jeho přežití schopný překonat obrovské vzdálenosti, přečkat dlouhé doby bez potravy a následně se rapidně šířit novým prostředím, pokud je mu k tomu, byť i nevědomky poskytnuta cesta. Druh se dnes vyskytuje i ve skandinávských chladných vodách, otázka je, jestli v nich pouze přežívá, nebo se v budoucnu chystá k přemnožení. Je třeba myslet na to, jak se změní životní podmínky v chladnějších vodách, dojde-li v důsledku změny klimatu k oteplení. Je vhodné monitorovat i výskyt a množství zástupců organismů, které mohou mít tento invazivní druh jako kořist.

Další nejasnost je, čím bylo způsobeno, že od postavení Volžsko – donského průplavu v roce 1952 uběhlo skoro padesát let, než se v Kaspickém moři roku 1999 přítomnost *Mnemiopsis leidy* projevila. Jde o neobjasněný jev, kdy k přemnožení dochází pouze za určitých podmínek, které do té doby splněny nebyly. Podaří se tuto nejasnost vůbec objasnit? Možností je i to, že se tento druh měl problém mezi těmito lety do Kaspického moře dostat ve stavu schopném reprodukce. Je nutno zmínit, že se v rámci praktické stáže v Ruské federaci nepodařilo navštívit oblast Kaspické moře.

Z příkladu Černého moře a introdukce *Beroe ovata* je patrné, že určité chtěné výsledky regulace populace *Mnemiopsis leidy* jsou. Není známo, do jaké míry dnes do Kaspického moře probíhá introdukce *Beroe ovata*, jestli tedy probíhá. Za pokus to ale na základě předešlé zkušenosti určitě stojí. Faktem zůstává, že interakce organismů, obzvláště potom nepůvodních v jednom prostředí je velmi složitá a nepředvídatelná. Je zde stále riziko, že tento druh pouze nahradí funkci druhu, jehož populaci měl regulovat a situace se nezmění dostatečně. Možností je, že se současný stav i zhorší, jak bylo však řečeno, zkušenosti nasvědčují opačné variantě. Jaká je ale další budoucnost Kaspického moře? Populace kaspického tuleně a s ním i populace kaspických ryb, avšak ta méně, jsou obě ohroženy nepřímým dopadem přítomnosti *Mnemiopsis leidy* a přispívá k tomu i znečišťování Kaspického moře vodou z velikých řek, toků, do nichž jsou vypouštěny odpady mnohých výrobních podniků. Chybí v okolních státech dostatečná regulace tohoto znečištění? Tuleně kaspického kromě znečištění a proměny jeho životního prostředí ohrožuje i pytláctví. Otázka

nyň je, jestli se dokáží na postupu pro řešení otázky znečištění sousední státy jednotně a koordinovaně dohodnout. Osobně bych dosažení jednotného postupu a vzájemné komunikaci při řešení této otázky znečištění přikládal prioritní význam.

Dále by bylo vhodné si položit otázku, jestli je stavba jako vodní koridor Dunaj – Odra – Labe v našich podmínkách opodstatněna. Odborníci pochybují o pozitivěch, která by takováto stavba přinesla a zdůrazňují negativa a rizika, připomínají i pokrytí jinými dopravními sítěmi. Osobně jsem v této situaci na straně skeptiků, nikoliv propagátorů této stavby. Do jaké míry se dá odhadnout účinek této stavby na životní prostředí a podpovrchovou vodu v oblasti stavby, odborníci odsuzují také. Zdůrazňuje se nutnost podrobnějších průzkumů. Určitě by šla dokončená a působivá stavba vodního koridoru obdivovat, zásah do krajiny by byl podle mě osobně příliš velký a preferoval bych, kdyby se k dopravě využívaly, inovovaly a rozšiřovaly sítě železniční v kombinaci se silniční dopravou a vodní toky by se ponechaly a udržovaly v současném stavu. Nepodařilo se zjistit přesně proč na průplavu Rýn – Mohan – Dunaj množství přepraveného nákladu klesalo. Je možné, že klesání množství přepraveného nákladu je z důvodu, že dopravci preferují pro dopravu železnici a silnici, jistě zde volí mezi cenou a rychlostí, která má často ale vyšší prioritu. Navíc na rozdíl od možného zamrznutí vodní plochy jsou silnice a železnice zpravidla k provozu schopné celoročně. Riziko zavlečení nepůvodních druhů ale zůstává hlavním rizikem těchto staveb.

7. Závěr

Žebernatka *Mnemiopsis leidyi* zůsobila v Kaspickém moři destabilizaci potravního řetězce a vedla ke snížení počtu pelagických ryb, nepřímě ohrožuje i vrcholný článek potravního řetězce mořského prostředí. Na tomto invazivním druhu lze velmi dobře demonstrovat destabilizace ekosystému. Zavlečení tohoto invazivního druhu umožnila stavba Volžsko – donského průplavu a uskutečnilo se skrze balastní vody dopravních lodí. Existuje ale vhodný druh přirozeného predátora k pokusu o regulaci populace žebernatky *Mnemiopsis leidyi*. Ekologická rizika vodních kanálů jsou liniovitost stavby a následné rozdělení krajiny, hlavně ale propojení v minulosti nepropojených vodních cest a zpřístupnění a urychlení cesty nepůvodním a invazivním druhům, nejen tedy žebernatkám. Státní orgány ČR monitorují již přítomné nepůvodní druhy. Při zjišťování nebyla získána jednoznačná odpověď ohledně toho, jak se v České republice monitorují neočekávané nepůvodní druhy schopné invaze. Doporučuje se zohledňovat všechny tyto faktory při návrhu obdobných staveb. Vztahy organismů jsou natolik složité, že jde jen těžko přesně předpovědět jak a kdy by se zavlečení nepůvodního druhu do našich vodních těles projevílo. Doufám v to, že přiblížení incidentu s žebernatkou druhu *Mnemiopsis leidyi* v Kaspickém moři umožněném Volžsko – donským průplavem zvýší povědomí o podobných hrozbách.

8. Zdroje

8.1 Knižní zdroje

Aladin, N., Plotnikov, I. (2004) The Caspian Sea. *Thematic paper: Lake Basin Management Initiative*.

Arkipin a Dobrolubov (1999) Stetic variation of the Mediterranean and Black Sea level. In: Balopoulos ET, Iona A (eds) *Oceanography of the eastern Mediterranean and Black Sea*. Sakellariou, Athens, pp 5-6.

Bading, K., Tissy, S. Kaehlert, X. Chi, C. Jaspers, M. Q. Martindale a J. Javidpour. (2017) Food availability drives plastic self-repair response in a basal metazoan-case study on the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865. *Scientific Reports*, 7(1), 71-72. ISSN 2045-2322.

Baker L. D., Reeve M. R. (1974) Laboratory culture of the lobate ctenophore *Mnemiopsis mccradyi* with notes on feeding and fecundity. *Mar Biol* 26:57–62.

Bayha K. M., Gaffney P. M. (2005) Molecular systematics and phylogeography of the invasive ctenophore *Mnemiopsis* based on nuclear and mitochondrial markers. Abstract presented at the ASLO International Meeting, Santiago de Compostela, Spain, 19–24 June 2005.

Benkő-Kiss, Á., Ferincz, Á., Kováts, N., & Paulovits, G. (2013). Spread and distribution pattern of *Sinanodonta woodiana* in Lake Balaton. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 408 (09), 7 stran.

Beran, L. (1998). *Vodní měkkýši ČR*. 1. vydání, Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 17, Vlašim: ZO ČSOP, Vlašim, 113 stran.

Bódis, E., Tóth, B., a Sousa, R. (2014). Massive mortality of invasive bivalves as a potential resource subsidy for the adjacent terrestrial food web. *Hydrobiologia*, 735(1), 253-262.

Colin S. P. (2010) Stealth predation and the predatory success of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Pnas.org*. PNAS, 2010, 107(40), 2-3. ISSN 17223-17227.

Costello J. H., Loftus R, Waggett R (1999) Influence of prey detection on capture success for the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* feeding upon adult *Acartia tonsa* and *Oithona colcarva* copepods. *Mar Ecol Prog Ser* 191:207–216.

Douda K., Velíšek J., Kolářová J., Rylková K., Slavík O., Horký P., a Langrová I. (2016). Direct impact of invasive bivalve (*Sinanodonta woodiana*) parasitism on freshwater fish physiology: evidence and implications. *Biological Invasions*. DOI: 10.1007/s10530-016-1319-7.

Douda, K., Vrtílek, M., Slavík, O., & Reichard, M. (2012). The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe. *Biological Invasions*, 14(1), 127-137.

Dumont H. J. (1995) Ecocide in the Caspian. *Nature* 377:673–674

Finenko G. A, Romanova Z. A, Abolmasova G. I, Anninsky B. E, Svetlichny L. S, Hubareva E. S, Bat L, Kideys A. E (2003) 183 *Mar Ecol Prog Ser* 314: 171–185, 2006 Population dynamics, ingestion, growth and reproduction rates of the invader *Beroe ovata* and its impact on plankton community in Sevastopol Bay, the Black Sea. *J Plankton Res* 25:539–549.

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (1997) Opportunistic settlers and the problem of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* invasion in the Black Sea. *Rep Stud GESAMP* 58:1-84.

Harbison G. R. a Volovik S. P. (1994) The ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*, in the Black Sea: a holoplanktonic organism transported in the ballast of ships. In: *Non-Indigenous Estuarine and Marine Organisms (NEMO) and Introduced Marine Species. Proceedings of the Conference and Workshop, NOAA Tech. Rep., US Department of Commerce. US Government Printing Office, Washington, DC.*

Javidpour, J., Molinero, J. C., Ramírez-Romero, E. et al., (2020) Cannibalism makes invasive comb jelly, *Mnemiopsis leidyi*, resilient to unfavourable conditions. *Commun Biol* 3, 212.

Jelínek, J. a Zicháček V. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 9. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2007. ISBN 978-80-7182-213-4. 98, 230.

Kamakin A. M. (2010) ВЛИЯНИЕ МНЕМІОПСІS LEIDYІ НА НЕКОТОРЫЕ ТРОФИЧЕСКИЕ ЗВЕНЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ. *Экология животных*, Юг России: экология, развитие (№2), 71-72.

Karatayev, A. Y., Boltovskoy, D., Padilla, D. K., & Burlakova, L. E. (2007). The invasive bivalves *Dreissena polymorpha* and *Limnoperna fortunei*: parallels, contrasts, potential spread and invasion impacts. *Journal of Shellfish Research*, 26(1), 205-213.

Kolářová J. a Velíšek, J. (2012). Stanovení a vyhodnocení biochemického profilu krve ryb. *FROV JU Vodňany, Metodika č. 135*, 54 stran.

Kovalev A. V, Besktepe S., Zagorodnyaya J., Kideys A. (1998) Mediterraneanization of the Black Sea zooplankton is continuing. In:

- Ivanov L., Oguz T. (eds) Ecosystem modeling as a management tool for the Black Sea, vol 47. Kluwer, Dordrecht, pp 199–207.
- Kremer P. (1979) Predation by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Narragansett Bay, Rhode Island. *Estuaries* 2:97–105.
- Lamand, F., a Beisel, J. N. (2014). Comparison of visual observation and excavation to quantify density of the endangered bivalve *Unio crassus* in rivers of north-eastern France. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (413), 11.
- Pereladov, M. V. (1983) Some observations on biota in Sudak Bay, Black Sea. Third all Russian conference on marine biology. Kiev, *Naukova Dumka* 1: 237–238 [in Russian].
- Pergl, J., Sádlo, J., Petrusek, A., Laštůvka, Z., Musil, J., Perglová, I., Šanda, R., Šefrová, H., Šíma, J., Vohralík, V., a Pyšek, P. (2016). Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota* 28, 1-37.
- Pianka H. D (1974) Ctenophora. In: Giese AC, Pearse JS (eds) *Reproduction of marine invertebrates*, Vol 1. Academic Press, New York, p 201–265.
- PLANCO Consulting s. r. o. a Spolkový úřad pro hydrologii (2007). *Srovnání vnitrozemské vodní dopravy se železniční a silniční dopravou z ekologického i ekonomického hlediska*. Praha, Ředitelství vodních cest ČR, 6-8.
- Suchomel, J., Kulhavý, J., Zejda, J., Plesník, J. a Menšík, L. *Skripta ekologie lesních ekosystémů*. Mendelova univerzita v Brně. Lesnická a dřevařská fakulta, 2014.
- Verbitsky, V., P, Oleinikov a Kondakov, A. A. From the Geophysical Contrasts of the Caspian Sea to Morphogenetic Differences of Caspian Seals. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics* (2019), 55(11), 1614-1622. ISSN 0001-4338.
- Vinogradov, M. E., Sapozhnikov, V. V. and Shushkina, E. A. (1992) The Black Sea ecosystem. Moscow. Russia. *Nauka*, p 112 [in Russian].
- Watters, G. T. (1997). A synthesis and review of the expanding range of the Asian freshwater mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae). *The Veliger* 40, 152-156.
- Zaika, V. E., Revkov N. (1998) Ctenophora *Mnemiopsis* food in relation to zooplankton composition. *Hydrobiol J* 34(3): 29–36.
- Zenkevich, L. A. (1963) *The Biology of the USSR Seas*. Moscow, *Nauka*. (in Russian).

8.2 Internetové zdroje

Anonymous, (2015), *Wayback Machine* [online]. Copyright © [cit. 27.03.2022]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20150421081753/http://www.afrc.uamont.edu/whited/Geometric%20and%20exponential%20population%20models.pdf>

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "Ural River". Encyclopedia Britannica, (online) (2018), [cit. 27.03.2022] Dostupné z: <https://www.britannica.com/place/Ural-River>. Accessed 24 March 2022.

Gavrilov, A. M a Micklin, P. P. "Don River". Encyclopedia Britannica, (online) (2019), [cit. 27.03.2022] Dostupné z: <https://www.britannica.com/place/Don-River>. Accessed 24 March 2022.

Micklin, P. P. a Kuzin, Pavel Sergejevich. "Volga River". Encyclopedia Britannica, (online) (2019), [cit. 27.03.2022] Dostupné z: <https://www.britannica.com/place/Volga-River>. Accessed 24 March 2022.

Caspian Sea-Sea surface salinity [online]. GRID Arendal, (2007) [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.grida.no/resources/6116>

Dlouhý, J. Stanovisko předsednictva STUŽ č. 125 k projektu vodního koridoru Dunaj – Odra – Labe. *Společnost pro trvale udržitelný život* [online]. Praha, 2014 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: https://stuz.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=1129:stanovisko-predsednictva-stuz-c-125-k-projektu-vodniho-koridoru-dunaj-odra-labe&catid=93&Itemid=155

Doporučená trasa vodního koridoru D-O-L na základě studie proveditelnosti. Současný stav projektu [online]. Ministerstvo dopravy ČR, (2020) [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.d-o-l.cz/index.php/cs/domu/dnesnistav>

Görner, T., Šíma J., Pergl J. Invazivní nepůvodní druhy s významným dopadem na Evropskou unii: jejich charakteristiky, výskyt a možnosti regulace, (2021) [online]. METODIKA AOPK ČR. Praha, [cit. 2022-03-26]. ISBN 978-80-7620-095-1. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/metodiky_nepuvodni_invazivni_druhy

Ivanov, V. P., Kamakin A. M a T. Shiganova T. Invasion of the Caspian sea by the come jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora) (2014). *Biological Invasions* [online]. 2(3), 255-258 [cit. 2022-03-25]. ISSN 13873547. Dostupné z: doi:10.1023/A:1010098624728.

Kanál Dunaj-Odra-Labe, (2019), Propojením Dunaje, Odry a Labe postavíme cestu invazním druhům, tvrdí hydrobiolog Helešic, YouTube video. [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Uy7S55L4zi0>

Kideys, A. E. a T. A. Shiganova. A Report Prepared for the Caspian Environment Program. Caspian Environment Programme [online]. (2001), [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <http://archive.iwlearn.net/caspianenvironment.org/mnemiopsis/mnemenu5.htm>.

Kideys, A. E., M. Z. a Studenikina E. F. and Rise of the Black Sea Ecosystem. Science [online]. (2002), 297(5586), 1482-1484 [cit. 2022-03-25]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.1073002.

Kučera, J. Kanál Rýn-Mohan-Dunaj má počátky daleko v historii. A slibnou budoucnost v nedohlednu. Ekolist [online]. Praha, (2015) [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/jakub-kucera-kanal-ryn-mohan-dunaj-ma-pocatky-daleko-v-historii-a-slibnou-budoucnost-v-nedohlednu>

Pest management (2022) [online]. Fitchburg: American Society of Agronomy, [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <https://www.agronomy.org/about-agronomy/pest-management/>

Podzimek, J. a Kubec, J. Studie projektu výstavby vodního koridoru Dunaj - Odra – Labe (2006) [online]. Praha, [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <https://www.d-o-l.cz/index.php/cs/kestazeni/category/6-studie-projektu-vstavby-vodneho-koridoru-dunaj-odra-labe-2006>

Shiganova, T. A., L Legendre, Kazmin A. S. a Nival P. Interactions between invasive ctenophores in the Black Sea: assessment of control mechanisms based on long-term observations. Marine Ecology Progress Series (2014) [online]. 507, 111-123 [cit. 2022-03-25]. ISSN 0171-8630. Dostupné z: doi:10.3354/meps10806.

Suk, J. Plavecký mariáš na kanálu Dunaj–Odra–Labe. *Lidovky* [online]. (2018) [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: https://ceskapozice.lidovky.cz/forum/plavecky-marias-na-kanalu-dunaj-odra-labe.A180209_002425_pozice-forum_lube

Shiganova, T., Mirzoyan, Z. a Studenikina, E. Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi*, in the Black Sea and in other seas of the Mediterranean basin. Marine Biology [online]. (2001), 139(3), 431-445 [cit. 2022-03-25]. ISSN 0025-3162. Dostupné z: doi:10.1007/s002270100554.

Zeman, J. Plavební kanál Dunaj-Odra-Labe: Ekologická hrozba?. *Resort životního prostředí* (2016) [online]. Praha: CENIA, česká informační agentura životního prostředí, [cit. 2022-03-26]. Dostupné z:

[https://web.archive.org/web/20160601032328/http://www.cenia.cz/C1257266004E7F6B.nsf/\\$pid/MZPMSFPJY33L](https://web.archive.org/web/20160601032328/http://www.cenia.cz/C1257266004E7F6B.nsf/$pid/MZPMSFPJY33L)

ОРБИС („ORBIS“) (2015) Продюсерский центр, Leading waterway, YouTube video. [cit. 2022-03-26]. Dostupné z:
<https://www.youtube.com/watch?v=VM6Jz9fDeV8>

Профиль канала (Profil kanálu) (2020) [online]. [cit. 2022-03-29].
Dostupné z:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Volga_don_canal_Profile.jpg

8.3 Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma výskytu <i>Mnemiopsis leidyi</i> ve světě (Shiganova, 2019).	6
Obrázek 2: Neobvykle velký pokles počtu kusů ryb při výlovech po roce 2000 (Kamakin, 2018)	9
Obrázek 3: Anatomie druhu <i>Mnemiopsis leidyi</i> . Autor: Pang, 2013	10
Obrázek 4: Rychlost toku vody kolem jedinců <i>Mnemiopsis leidyi</i> (Colin et al., 2010).....	12
Obrázek 5: Dokumentace kanibalismu. Autor: Jamileh Javidpour	14
Obrázek 6: Doporučená trasa vodního koridoru Dunaj – Odra – Labe modře. Autor: Ministerstvo dopravy ČR, 2018	20
Obrázek 7: Schéma podélného profilu Volžsko – donského průplavu. Autor: neznámý, 2020.	22
Obrázek 8: Schéma salinity v Kaspickém moři Autor: GRID, 2007.	26
Obrázek 9: Teplota povrchu Kaspického moře. Autor: Verbitsky, 2019	26
Obrázek 10: Schéma řeky Don a Volha, 2022.....	28
Obrázek 11: Konzultace problematiky <i>Mnemiopsis leidyi</i> , 2021.....	31
Obrázek 12: Schéma zachycující trasy rozšiřování invazivního druhu <i>Mnemiopsis leidyi</i> , 2022	34
Obrázek 13: Dopravní loď VOLGO-DON 139, 2021.....	36

8.4 Seznam tabulek

Tabulka 1: Lokalita Kaspického moře.....	25
Tabulka 2: Významné řeky pro oblast Kaspického moře.....	27
Tabulka 3: Parametry Volžsko – donského průplavu.....	29