

**Univerzita Karlova  
Přírodovědecká fakulta**

**Katedra ekologie**



**Michal Bakeš**

Sumec velký (*Silurus glanis*, Linneus 1758): Je globální oteplování hlavní příčinou rostoucích úlovků největšího predátora sladkých vod Evropy?

European catfish (*Silurus glanis*, Linneus 1758): Is the global warming the main reason of increasing of catches of the largest freshwater predator in Europe?

Bakalářská práce

Školitel: doc. RNDr. Martin Čech, Ph.D.

Praha, 2019

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Martina Čecha, Ph.D, pouze za použití citovaných zdrojů. Předložená tištěná verze této práce je totožná s verzí vloženou do SIS.

V Praze dne:

Podpis:

## **Poděkování**

Velice rád bych poděkoval doc. RNDr. Martinu Čechovi, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení, poskytnuté materiály a v neposlední řadě za neskonalou trpělivost a ochotu, kterou mi poskytl.

## Abstrakt

Sumec velký (*Silurus glanis*, Linneus 1758) je naší jedinou rybou, jejíž meziroční úlovky za posledních třicet let mají vzestupnou tendenci. V mé práci jsem si vytyčil za cíl zjistit, zda je globální oteplování hlavní příčinou tohoto nárůstu, nebo zda je vliv růstu teplot pro tuto problematiku podružný a větší úlovky jsou zapříčiněny stupňujícím se predačním tlakem rybářů na sumce velkého. Tato práce shrnuje poznatky o vlivu globálního oteplování na biotu a důraz je kladen především na sladkovodní ekosystémy, které jsou změnami teplot nejvíce ovlivněnými terestrickými ekosystémy. Dle zvětšující se velikosti populací sumce velkého v zemích na jihu Evropy (např. Španělsko, Itálie), kam byl sumec před nedávnou dobou uměle zavlečen, je patrné, že teplejší voda sumci svědčí. Avšak ze socioekonomických studií, které proběhly nejen v České republice, lze vyčíst, že oblíbenost sumce u rybářů s postupem času rapidně narůstá. Toto jsem si ověřil i ve svém dotazníkovém šetření, ve kterém 82 % respondentů potvrzuje, že oblíbenost lovu sumce velkého je největší v poslední dekádě. Ze všech těchto informací vychází, že rostoucí teploty pravděpodobně mají pozitivní vliv na metapopulaci sumce velkého v České republice, ale tento vliv bude nejspíše marginální. Hlavním důvodem vzestupného trendu úlovků sumce velkého je velmi pravděpodobně změna loveckých preferencí rybářů a jejich větší a intenzivnější specializace na lov sumce velkého.

**Klíčová slova:** globální změny klimatu, sumec velký, *Silurus glanis*, vrcholový predátor, invazivní druh, rybářské statistiky

## Abstract

European catfish (*Silurus glanis*, Linneus 1758) is our only fish which amount of catch is growing in our country in the last thirty years. The main goal of my work is to find out if global warming is essential for increasing catch of catfish, or whether rising temperatures are marginal, and the main reason is growing focus of fishermen on catfish. This thesis summarized knowledge about effect of global warming on ecosystems mainly on freshwater bodies that seem to be the most influenceable among terrestrial ones. The enlarging populations of catfish in countries of south Europe (e.g. Spain, Italy) where catfish was recently introduced can be explained by the fact that warm water is suitable for catfish. However, some socioeconomic studies carried out in the Czech Republic as well as abroad clearly demonstrate that popularity of catching of catfish increases in time. I verified this idea by the results of my questionnaire survey, where 82 % of respondents approved that the popularity of catfish among fishermen is highest in the last decade. Based on the evidence we can say that increasing temperatures has a

positive effect on the metapopulation of catfish in the Czech Republic, but this influence seems to be marginal. The main reason for still increasing catch is very likely the change of preferences of fisherman and their broader, intensified focus on catfish.

**Keywords:** global climate change, European catfish, *Silurus glanis*, top predator, angling statistics

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Globální oteplování a změny klimatu .....	4
2.1	Skleníkový efekt.....	4
2.1.1	Růst koncentrací skleníkových plynů .....	5
2.2	Solární aktivita.....	6
2.3	Růst teplot.....	6
2.3.1	Oteplování světového oceánu.....	6
3	Vliv globálních změn klimatu na biotu .....	7
3.1	Teplota vody .....	8
3.2	Kvalita vody .....	9
3.3	Globální změny klimatu a sladkovodní fauna .....	10
3.3.1	Vliv klimatických změn na ryby sladkovodních ekosystémů .....	11
3.4	Vliv globálních změn klimatu na sladkovodní ekosystémy v České republice .....	11
4	Sumec velký .....	12
4.1	Rozšíření a ekologické nároky .....	13
4.2	Potrava .....	18
4.3	Rozmnožování a ontogeneze .....	20
4.4	Invazivita a její ekologické dopady .....	21
4.5	Sociálně – ekonomická stránka sumce velkého .....	24
4.6	Rybaření a sumec velký.....	26
5	Závěr.....	32
6	Seznam použité literatury .....	33

# 1 Úvod

Globální oteplování je termín, který je používán pro současné klimatické změny odehrávající se na naší planetě. Jak je již z názvu patrné, tyto změny se týkají především nárůstu hodnot průměrných teplot (Stocker et al. 2013). Nejedná se však pouze o zvyšování atmosférických teplot. Obecně se v souvislosti se současnými změnami klimatu mluví o tzv. deseti indikátorech globálního oteplování. Řadíme mezi ně vzestup teploty vzduchu nad pevninou, oceánem a v celé troposféře, oteplování povrchových vod oceánu, růst celkového množství tepla v oceánu, růst vzdušné vlhkosti a zvyšování hladiny světového oceánu. Růst teplot působí velmi negativně na polární ledovce, které v důsledku tání mizí (Solomon 2007). V předkládané práci se zaměřím především na vliv globálního oteplování na vodní živočichy, a to zejména na ty sladkovodní.

Typickým sladkovodním druhem, který je v souvislosti s globálním oteplováním zmiňován je sumec velký (*Silurus glanis*, Linneus 1758). Jedná se o dravou rybu patřící do čeledi sumcovití (Siluridae) z řádu sumci (Siluriformes). Sumec velký je největší sladkovodní rybou Evropy a jednou z největších sladkovodních ryb na světě (Stone 2007; Hanel and Andreska 2013). Pro představu o velikosti sumce velkého přikládám fotografii (obr.1).

Sumec preferuje pomalu tekoucí vody s dostatečnou hloubkou (Copp et al. 2009) a jeho přirozený areál lze vytyčit na východní a střední Evropu, přesněji pak na horní toky řek Rýnu a Labe. Dále je původním druhem v úmoří Baltského, Černého, Kaspického a Aralského moře (Baruš and Oliva 1995). V západní a jižní Evropě je sumec velký nepůvodním druhem, který se zde vyskytuje zejména díky rybářské činnosti člověka. V současné době se se sumcem, kromě jeho původního areálu rozšíření, mohou rybáři setkat i v jezerech a řekách Velké Británie, Nizozemska, Francie, Chorvatska, Dánska, Itálie, Španělska a Portugalska (Elvíra 2001). V podmínkách ČR se sumec hojně nachází ve vodách stojatých, v dolních tocích řek Labe, Vltavy, Moravy, Dyje a ve velké části systému jejich přítoků. Tradičně se sumec vyskytuje ve velkých údolních přehradních nádržích. Notoricky známé úlovky velkých sumců jsou z Vranovské přehrady na řece Dyji. Další tradiční oblastí pro výskyt a lov sumců je dolní tok Lužnice a Vltava s Berouňkou u Prahy, v místě jejich soutoku (Baruš and Oliva 1995).



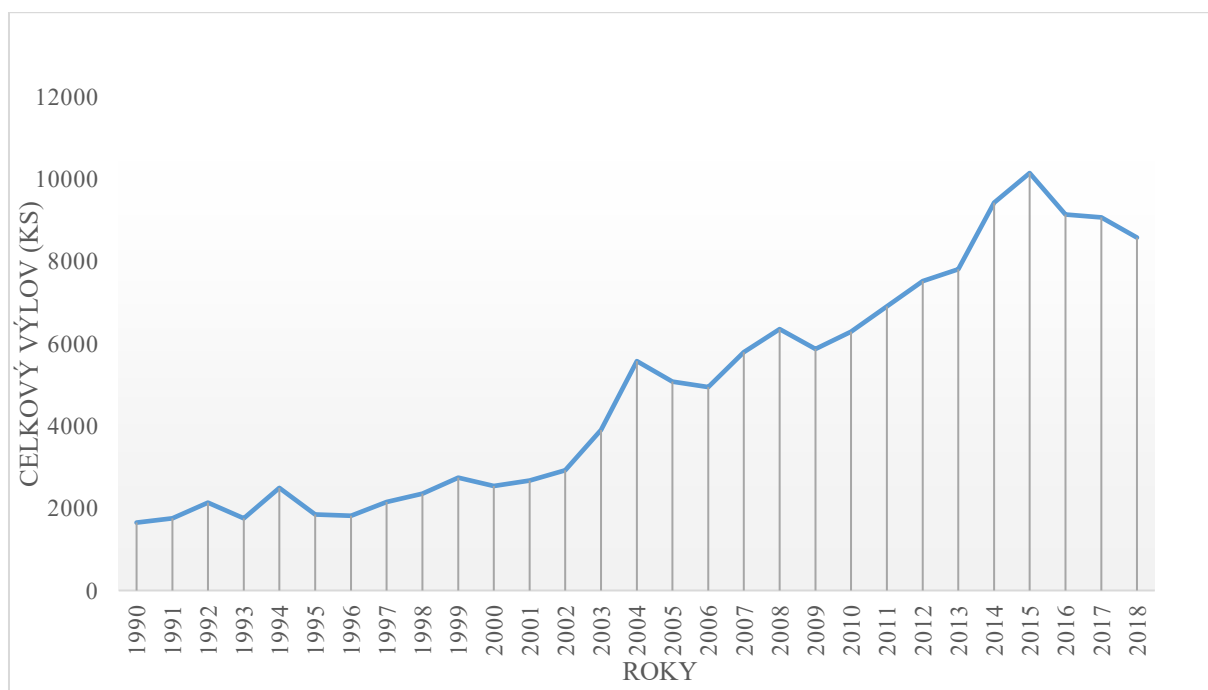
**Obr. 1.** Sumec velký je největším predátorem sladkých vod Evropy a třetí největší sladkovodní dravou rybou světa. Na snímku jedinec o celkové délce 222 cm a váze 90 kg ulovený v České republice. Orig. L. Kočvara

Sumec preferuje pomalu tekoucí vody s dostatečnou hloubkou (Copp et al. 2009) a jeho přirozený areál lze vytyčit na východní a střední Evropu, přesněji pak na horní toky řek Rýnu a Labe. Dále je původním druhem v úmoří Baltského, Černého, Kaspického a Aralského moře (Baruš and Oliva 1995). V západní a jižní Evropě je sumec velký nepůvodním druhem, který se zde vyskytuje zejména díky rybářské činnosti člověka. V současné době se se sumcem, kromě jeho původního areálu rozšíření, mohou rybáři setkat i v jezerech a řekách Velké Británie, Nizozemska, Francie, Chorvatska, Dánska, Itálie, Španělska a Portugalska (Elvíra 2001). V podmínkách ČR se sumec hojně nachází ve vodách stojatých, v dolních tocích řek Labe, Vltavy, Moravy, Dyje a ve velké části systému jejich přítoků. Tradičně se sumec vyskytuje ve velkých údolních přehradních nádržích. Notoricky známé úlovky velkých sumců jsou z Vranovské přehrady na řece Dyji. Další tradiční oblastí pro výskyt a lov sumců je dolní tok Lužnice a Vltava s Berouňkou u Prahy, v místě jejich soutoku (Baruš and Oliva 1995).

V současnosti na českých mimopstruhových rybářských revírech dochází k dramatickému nárůstu výlovu sumce velkého sportovními rybáři. Růst je patrný z grafu 1, který sumarizuje data Českého rybářského svazu (ČRS) o celkových výlovcích sumce velkého z mimopstruhových revírů. Mezi lety 1990 až 2015 vzrostl celkový kusový výlov



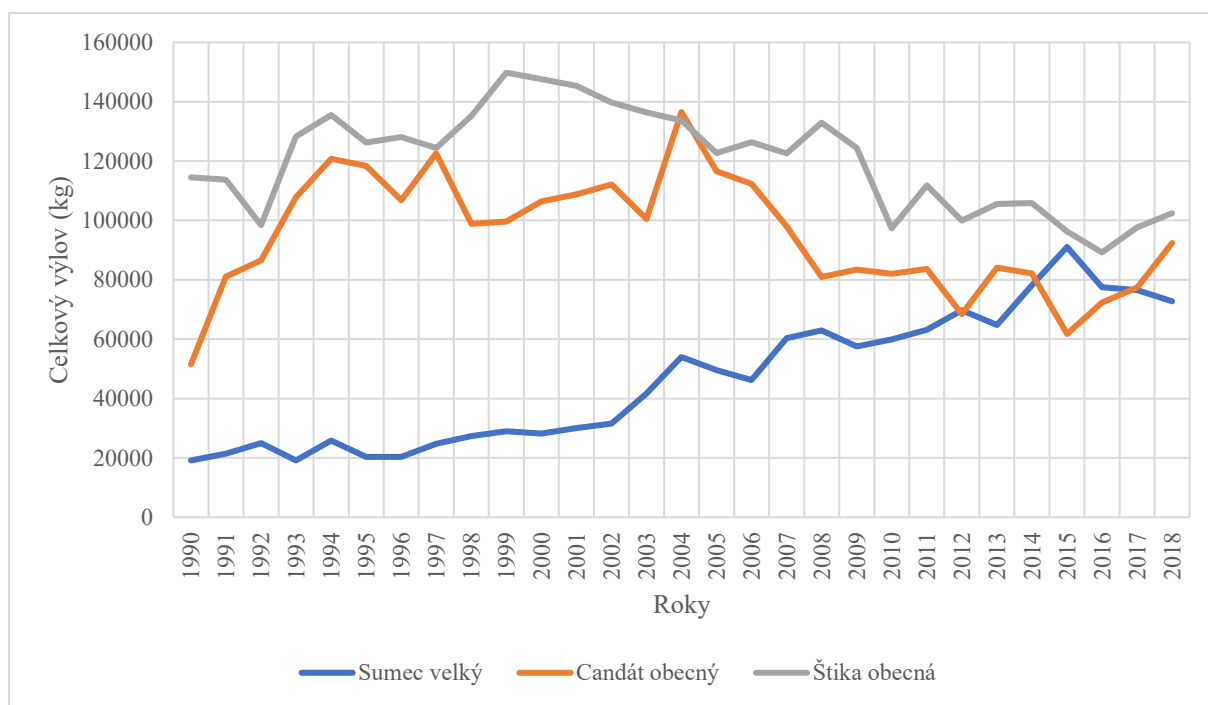
sumce velkého více než šestinásobně (Obr. 2), celkový hmotnostní výlov téměř pětinašobně (Obr. 3). To navzdory tomu, že množství vysazených sumců mezi lety 2009 až 2018 (počátek vedení statistik v roce 2009) postupně kleslo o více jak třetinu původního množství (oficiální data ČRS).



**Obr. 2.** Celkový zaprotokolovaný výlov (v ks) sumce velkého (*Silurus glanis*) sportovními rybáři v mimopstruhových revírech Českého rybářského svazu za roky 1990-2018 (oficiální data ČRS).

Tento fakt je o to zajímavější, že křivky úlovků ostatních rybích druhů, s výjimkou nepůvodního amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*), mají buď stálou nebo častěji sestupnou tendenci, a to včetně nejbližších potravních konkurentů, štiky obecné (*Esox lucius*) a candáta obecného (*Sander lucioperca*) (oficiální data ČRS; Obr. 3).

Vzhledem k teplomilnosti sumce velkého (Mihálik 1968; Copp et al. 2009) se nabízí otázka, zda není tento zřetelný růst celkových výlovků způsobený současnými globálními změnami klimatu, které jsou pozorovány od začátku 20. století (Stocker et al. 2013). V této práci se budu zabývat mimo jiné vzájemným vztahem výlovů sumce a změnami podnebí. Pokusím se určit, zda se jedná o pozitivní korelaci, či jestli je oteplování pouze druhořadým faktorem a hlavním důvodem rostoucích úlovků sumce velkého jsou rybáři, zejména pak změna jejich chování a preferencí ve vztahu k největší sladkovodní rybě Evropy.



**Obr. 3.** Srovnání celkového zaprotokolovaného výlovu (v kg) tří dravých druhů ryb – sumce velkého, candáta obecného (*Sander lucioperca*) a štiky obecné (*Esox lucius*) sportovními rybáři v mimopstruhových revírech Českého rybářského svazu za roky 1990-2018 (oficiální data ČRS).

## 2 Globální oteplování a změny klimatu

Globální oteplování je označení pro nárůst průměrných atmosférických teplot pozorovaný od počátku minulého století (Stocker et al. 2013). Dle metaanalýzy provedené Cookem et al. (2016) panuje mezi klimatologů 90–100 % shoda v tom, že za recentní globální změny klimatu mohou antropogenní vlivy. Intergovernmental panel on climate change (IPCC), což je mezivládní orgán pod záštitou OSN pro vyhodnocování změn klimatu, reprodukuje společný postoj klimatologů tak, že: „Antropogenní vlivy mají dominantní úlohu na oteplování pozorované od počátku 20. století“ (Stocker et al. 2013). Největší vliv člověka na globální oteplování je podle vypouštění skleníkových plynů, zejména pak oxidu uhličitého a metanu (Solomon et al. 2007).

### 2.1 Skleníkový efekt

Skleníkový efekt umožňuje současnou podobu života na Zemi. Bez skleníkového efektu by se zde průměrné teploty pohybovaly pod bodem mrazu a bylo by nemožné, aby existoval život v dnešní podobě (Solomon et al. 2007).

Sluneční záření je vyzářeno z povrchu Slunce, kde panují teploty okolo 5800 K (5527 °C), je proto nejintenzivnější v krátkých vlnových délkách (0,2 - 4 μm) a díky tomu

prochází atmosférou bez výrazných ztrát a ohřívá povrch Země. Ohřátý povrch Země s průměrnou teplotou okolo 290 K (17 °C) vyzařuje dlouhovlnné záření (4–100 μm). Skleníkové plyny jsou relativně neefektivní v absorpci slunečního záření. Na druhou stranu jsou velmi úspěšné v absorpci odraženého dlouhovlnného záření pocházejícího ze zemského povrchu a vyzařují ho dvěma směry. Buď do vesmíru, kde je z pohledu Země nenávratně ztraceno nebo zpět na povrch, který se ohřívá (Mitchell 1989).

Nejčastějšími plyny v atmosféře jsou dusík (78 %) a kyslík (21 %). Tyto plyny neabsorbují ani nevyzařují tepelné záření. Oproti tomu plyny jako vodní pára, oxid uhličitý, metan, oxid dusný, chlor-fluorované uhlovodíky a ozón pohlcují částečně tepelné záření opouštějící povrch země, a tak fungují jako skleník, který zabraňuje radiaci tepla z povrchu. (Kadrnožka 2008). Tyto plyny se v atmosféře vyskytují přirozeně, kromě chlor-fluorovaných uhlovodíků, které před industriální dobou téměř nebyly zastoupeny (Houghton 1998). Vrstva přirozených skleníkových plynů chránila zemský povrch před ztrátami tepla dávno před prvním člověkem (Solomon et al. 2007).

#### 2.1.1 Růst koncentrací skleníkových plynů

Spalování fosilních paliv je považováno za hlavní zdroj růstu koncentrace skleníkových plynů, především pak oxidu uhličitého (Stocker et al. 2013). Hladina oxidu uhličitého byla během 7000 let před průmyslovou revolucí relativně stabilní a přibližně od roku 6000 př. n. l. do roku 1750 vzrostla z 260 ppm (parts per milion) jen na 280 ppm (Solomon et al. 2007). Prudký nárůst koncentrace oxidu uhličitého je zaznamenáván atmosférickou observatoří na vrcholu sopky Mauna Loa, která se tyčí na ostrově Hawaii v Havajském souostroví. Podle National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) se jedná o nejdéle měřící stanici, kdy se první oficiální záznam o koncentraci oxidu uhličitého datuje do roku 1959. Tehdy byla koncentrace oxidu uhličitého 316 ppm. Hranice 400 ppm byla na observatoři překonána v roce 2015. Nejnovější data z roku 2018 hovoří o koncentraci 408 ppm<sup>1</sup>.

Vedle oxidu uhličitého vzrůstají i koncentrace dalších přírodních skleníkových plynů, některé i mnohem výrazněji. Etheridge et al. (1992) publikoval analýzu odebraného vzorku ledu v němž zjistil, že v roce 1841 byla koncentrace metanu v atmosféře okolo 825 ppb (parts per billion). Z toho samého vzorku získali data až do roku 1978, kdy byla koncentrace metanu na hodnotě 1504 ppb. NOAA začala měřit množství metanu v ovzduší až v roce 1984 a naměřili

---

<sup>1</sup> Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL ([www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/)) and Dr. Ralph Keeling, Scripps Institution of Oceanography ([scrippsco2.ucsd.edu/](http://scrippsco2.ucsd.edu/)).

hodnotu 1644 ppb. V letech 1999 až 2006, kdy se koncentrace metanu ustálila přibližně na 1774 ppb, se řada vědců domnívala, že se jedná o novou ustálenou koncentraci (Dlugokencky 2003). Avšak od roku 2007 zaznamenává NOAA neustálý růst hodnot (Rigby et al. 2008) až na dnešních 1867 ppb (data z konce roku 2018)<sup>2</sup>. Zdá se tedy, že hodnoty skleníkových plynů od počátku průmyslové revoluce po současnost stouply přibližně na dvojnásobek.

## 2.2 Solární aktivita

Solární aktivita je spolu s antropogenní činností brána jako možný faktor zapříčiňující současné globální oteplování. Od roku 1856 do poloviny 20. století je zaznamenána významná korelace mezi sluneční aktivitou a růstem teplot na Zemi. Avšak přibližně od roku 1970, kdy zaznamenáváme nejstrmější nárůst teplot, je sluneční aktivita stabilní nebo jen slabě osciluje (Solanki et al. 2003). Tyto údaje jsou interpretovány tak, že sluneční aktivita přispívá ke změnám teplot, ale její vliv nemůže být hlavní příčinou silného globálního oteplování, které recentně pozorujeme (Georgieva et al. 2005).

## 2.3 Růst teplot

Pátá hodnotící zpráva IPCC od Stockera et al. (2013) vyhodnotila několik na sobě nezávisle získaných dat. Tato data vykazují globální růst teplot v letech 1880 až 2012 na povrchu souše i oceánů o 0,85 °C [0,65 – 1,06] °C. Ze získaných dat a kalkulací vědců vyplývá, že drtivá většina povrchu Země čelila v letech 1901 až 2012 oteplování, kdy v druhé polovině tohoto období nabírala pomyslná křivka oteplování strmějšího rázu (Stocker et al. 2013). Oteplování je díky větší vodní ploše pomalejší na Jižní polokouli. Jelikož již před počátkem globálního oteplování byla Severní polokoule o 1 až 2 °C teplejší, napomáhá globální oteplování růstu rozdílu teplot obou hemisfér (Feulner et al. 2013). Oteplování oceánu je pomalejší než oteplování půdy, protože oceány mají daleko větší tepelnou kapacitu a snadněji se ochlazují evaporací (Solomon et al. 2007).

### 2.3.1 Oteplování světového oceánu

Je ve všeobecném podvědomí, že globální oteplování se týká především nárůstu atmosférických teplot, avšak velkou část tepelné energie pohlcují oceány. Dle Páté hodnotící zprávy IPCC mezi roky 1971 až 2010 bylo uloženo přibližně 90 % nárůstu energie klimatického systému právě do oceánu. Více jak 60 % nárůstu energie klimatického systému je uloženo v horních 700 m oceánu. Další přibližně 30 % je uloženo v oblasti 700 m pod hladinou (Stocker et al. 2013).

---

<sup>2</sup> Ed Dlugokencky, NOAA/ESRL ([www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends\\_ch4/](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends_ch4/))

Oteplování světového oceánu probíhá nejmarkantněji při jeho povrchu, kdy se mezi lety 1970–2010 vrchních 75 m vodního sloupce ohřálo o 0,11 °C za dekádu. Je vysoce pravděpodobné, že k ohřevu došlo i v hlubších vrstvách, ale k úplnému potvrzení tohoto předpokladu není zatím dostatečný objem dat (Stocker et al. 2013).

Je nanejvýš pravděpodobné, že oblasti oceánu s historicky vysokou salinitou, jako například Rudé moře, se od roku 1950 staly slanějšími a v částech oceánů s nízkou salinitou se koncentrace soli naopak ještě snížila. Tyto tendence nám ukazují, že se nad oceánem mění poměr srážek a evaporace (Stocker et al. 2013). Právě poměr srážek a evaporace do značné míry určují salinitu, která je mnohdy klíčová pro životaschopnost organismu v daném areálu (Sumner et al. 2005).

Dopady globálního oteplování jsou často velmi pozvolné a většiny důsledků si člověk nezasvěcený do této problematiky jen velmi těžko všimne. Vědci varují především před problémy, které globální oteplování přinese v budoucnosti. Bohužel, některé dopady můžeme pozorovat již dnes. Nejčastěji se v souvislosti s globálním oteplováním skloňuje celosvětové tání ledovců. Tání horských ledovců často mění kvalitu, a hlavně dostupnost vody v regionu. Tání mořských ledovců hraje prim v růstu hladiny oceánu, který se velmi pravděpodobně dotýká mnoha pobřežních organismů. S tímto táním jsou také spojené změny v chemických a fyzikálních vlastnostech vody. Některé mořské organismy, které se na tyto změny nedokáží aklimatizovat, mohou přesunout své stanoviště do vyšších zeměpisných šířek, do větších hloubek anebo mohou změnit svou fenologii (Field et al. 2014).

Velmi rozšířené je povědomí o dopadech změn klimatu na korálové útesy, které díky oteplování oceánských vod čelí masivnímu bělení a následnému vymírání (Heron et al. 2016). Teplotní stres, který na tyto nejproduktivnější ekosystémy světa působí, ničí symbiotický vztah mezi korálem a řasou. Korál následně ztrácí své typické zbarvení (Spalding et al. 2015). Takto vybělený korál je fyziologicky poškozený a trpí vysokou mortalitou (Berkelmans et al. 2004). Korály jsou v dnešní době stále více zatěžovány i jinými stresy, které napomáhají jejich bělení. Těmito stresory jsou především znečištění oceánů a nadměrný rybolov (Heron et al. 2016).

### 3 Vliv globálních změn klimatu na biotu

Ekologické změny v distribuci a fenologii rostlin i živočichů jsou pozorovány ve všech dobře prostudovaných vodních i terestrických ekosystémech, kdy počátek studia dopadů klimatických změn na biologii se datuje do doby dávno před tím, než se o změnách klimatu začalo mluvit ve veřejném prostoru (Parmesan 2006). Protože tato práce je o sumci, budu se věnovat vlivu

klimatických změn na vodní ekosystémy, zejména pak na ty sladkovodní. Sladkovodní ekosystémy pokrývají pouze 1 % povrchu Země, přesto v nich žije přibližně 6 % z dosud známých živočišných druhů (Strayer and Dudgeon 2010).

Ačkoliv jsou nynější poznatky o vlivu globálních změn klimatu na sladkovodní biodiverzitu velmi omezené, je podle Dudgeona et al. (2006) nanejvýš jasné, že sladkovodní ekosystémy jsou těmi zdaleka nejvíce ovlivněnými ze všech terestrických ekosystémů.

### 3.1 Teplota vody

Při současných globálních změnách klimatu je pozorováno, že suchozemské oteplování je mnohem rychlejší než oteplování oceánské. S tímto faktem souvisí i celosvětové oteplování sladké vody (Solomon et al. 2007; Stocker et al. 2013; Field et al. 2014), které ukazuje na silnou provázanost mezi teplotami vzduchu a vody sladkovodních ekosystémů (Caissie, 2006). Teplota vody je klíčovým faktorem ve fyzikálně–chemických a biologických procesech sladkovodních ekosystémů (Harrod 2015). Drtivá většina rybích druhů je obligátně poikilotermních, a tak každý aspekt jejich ekologie je ovlivněn teplotou vody a Brett (1971) dokonce o teplotě vody mluví jako o hlavním abiotickém faktoru, který na ryby působí. Každá ryba má specifické nároky na teplotu vody a tyto nároky jsou často rozdílné jak mezi životními stádii, tak především pak mezi druhy (Pörtner and Peck 2010).

Rozmnožování velkého počtu ryb je řízeno teplotou vody a většina sladkovodních rybích druhů se dokáže třít až po dosažení určité minimální teploty (Warren et al. 2012). Sumec se v našich přirozených vodách uchyluje ke tření, když teplota vody dosáhne alespoň 18 °C (Mihálik 1968, Ulikowski 2004). V případě velmi chladného léta se sumec nemusí vytřit vůbec. Pokud dojde k úspěšnému vytření, dochází ve vodě dále ke kulení plůdku. To, jestli se embryu podaří vykultit, závisí zejména na teplotě vody, ve které se jikry nacházejí. Kucharczyk et al. (1997) zjistil, že ideální teplota vody pro vykultivování plůdku cejna velkého (*Abramis brama*) je 21,1 °C. Linhart et al. (2001) ve své příručce o umělém výtěru sumce velkého doporučuje chovatelům pro úspěšné kulení plůdků teplotu v rozmezí 22–23 °C. Z toho vyplývá, že teplota vody je jedním z určujících faktorů populační dynamiky sladkovodních ryb (Harrod 2015).

Důležitost teploty vody neklesá ani po úspěšném embryonálním vývoji. Tento faktor zásadně ovlivňuje rychlost metabolismu (Mihálik 1968; Graham and Harrod 2009) a s tím spojené nároky na koncentraci kyslíku ve vodě (Clarke and Johnston 1999; Daněk et al. 2014). Dále je z důvodu rychlejšího metabolismu nutné, aby ryba přijímala zvýšené množství potravy (Bergman 1987). Potřeba většího příjmu živin se samozřejmě týká i rybožravých rybích

predátorů, kteří s rostoucí teplotou vody stupňují svůj tlak na kořist, která musí vynaložit nemalé úsilí na svou obranu (Harrod 2015). Problém s predacním tlakem se v sladkovodních ekosystémech Evropy po většinu života netýká sumce velkého, jakožto vrcholového predátora (Copp et al. 2009; Vejřík et al. 2017). Teplota vody je tedy klíčovým faktorem pro rozmnožování a růst sladkovodních ryb, včetně sumce velkého, na což poukazuje i tab. 1. Jeppesen et al. (2010) vysvětluje, že teplota vody má přímý vliv na přírůstek rybí biomasy.

Tab. 1. Důležité teploty vody v různých obdobích života sumce velkého.

Druh aktivity	Při teplotě	Reference
Absolutně přestává přijímat potravu	4-7 °C	(Mihálik 1968)
Nedokáže trávit potravu	<10 °C	(David et al. 2006; Copp et al. 2009)
Uchyluje se ke tření	>18 °C	(Mihálik 1968; Ulikowski 2004)
Optimum pro kulení plůdků	22-23 °C	(Linhart et al. 2001)
Optimum pro aktivitu a růst	25-27 °C	(Hilge 1985; David et al. 2006; Copp et al. 2009)

Griffiths and Harrod (2007) na druhou stranu potvrzuje, že teplota vody ovlivňuje i míru rybí mortality. Vliv teploty vody na rybí mortalitu je reflektován zejména zvýšenou predací a přítomností patogenů, kteří mohou být v daných lokalitách přítomni a patogenní v různých teplotách (Bauer et al. 2002). Největší masivní úhyny celých rybích obsádek jsou zaznamenávány v důsledku nedostatečné koncentrace kyslíku ve vodním prostředí (Vaquer-Sunyer and Duarte 2008). K hypoxii dochází zejména na stojatých vodních plochách během nejteplejších dní v roce (Vejřík et al. 2016a), kdy díky teplotní stratifikaci vody, dostatku živin a slunečního záření dochází k masivní expanzi fotosyntetizujících organismů (Paerl et al. 2006; Diaz and Rosenberg 2008), které svou respirační aktivitou zejména během noci, kdy nemohou fotosyntetizovat, spotřebují značné množství kyslíku. Úhynem fytoplanktonu se problém s nedostatkem kyslíku ještě zvětší, protože je následně rozkládán různými dekompozitory a jejich respirační aktivita může ještě více snížit koncentraci kyslíku ve vodě (McBryan et al. 2013).

### 3.2 Kvalita vody

Kvalita sladké vody se i v důsledku klimatických změn v některých oblastech velmi razantně mění. Tyto změny jsou oproti mořskému ekosystému rychlejší, zejména pak díky větší separaci a menšímu objemu ekosystémů sladkovodních (Stocker et al. 2014). Pro jezera a přehradní nádrže je nejrazantnější změnou vyšší eutrofizace. S vyšší eutrofizací je často spojen masivní

rozvoj řas (Paerl et al. 2006; Diaz and Rosenberg 2008), kterému podle Paerla and Huismana (2008) napomáhá i přímo globální oteplování tím, že na jaře se teplejší vody dříve teplotně stratifikují a tím utvoří dobré podmínky pro vodní květ.

Vyšší eutrofizace je dávána za vinu zvýšenému počtu přívalových srážek, které zejména z hojně hnojené zemědělské půdy, splachují do vodních ekosystémů velké množství živin (Paerl and Huisman 2008). Mezi další nečistoty, které se takto dostávají do vodních ekosystémů se nejčastěji řadí různé soli, fekálie, patogeny a těžké kovy (Paerl et al. 2006; Tibby and Tiller 2007). Avšak silné přívalové srážky mohou mít někdy i opačný efekt, kdy ze stojatých vod vyplaví živiny, a tím sníží celkovou trofii vodního tělesa (Paerl and Huisman 2008). V řekách a v sladkovodních jezerech aridních a semiaridních oblastí mají rostoucí teploty větší podíl na růstu obsahu živin než přívalové srážky (Benítez-Gilabert et al. 2010).

### 3.3 Globální změny klimatu a sladkovodní fauna

Klimatické změny jsou hodnoceny jako jedno z největších rizik pro biodiverzitu různých světových ekosystémů (Field et al 2014). Ačkoliv je existence klimatických změn častým předmětem diskuzí a zpochybňování (např. Klaus 2009), panuje mezi drtivou většinou skutečných klimatologů shoda na tom, že klimatické změny jsou reálné (Solomon et al. 2007; Stocker et al. 2013) a teploty vody mořských a sladkovodních ekosystémů mají stejně rostoucí tendence jako teploty vzduchu (Johnson et al. 2009; Solomon et al. 2007; Stocker et al. 2013). Klimatické změny jsou zodpovědné za změny na všech životních úrovních (Graham and Harrod 2009). Mění geografické rozšíření druhů, mezidruhové interakce a celkové fungování ekosystému (Walther et al. 2002; Root et al. 2003). To, jak efektivně klimatické změny ovlivňují sladkovodní faunu závisí především na individuální toleranci různých druhů (Graham and Harrod 2009). Ryby mohou pozitivně, či negativně reagovat na přímé změny, které s jejich prostředím klimatické změny udělaly (např. změna teploty vody a změna pH), nebo na nepřímé důsledky způsobené klimatickou změnou (např. noví potravní konkurenti, predátoři a paraziti) (Harvell et al. 2002; Smith et al. 2012).

Efekt klimatických změn při vlivu na biologické a ekologické procesy je provázán s dalšími environmentálními stresory, se kterými společně ovlivňují rozšíření a počet invazivních druhů (Hellman et al. 2008). Klimatické změny pravděpodobně nejvíce napomáhají k ustanovení nového invazivního druhu z druhu, který nikdy předtím invazivní nebyl (Dukes and Mooney 1999; Hellman et al. 2008)



### 3.3.1 Vliv klimatických změn na ryby sladkovodních ekosystémů

Nové podmínky, především pak vyšší teplota vody, mohou některým zejména teplomilným rybám pomoci k lepší reprodukci a k odstranění tepelného stresu z chladu (Hellman et al. 2008). Výkonná reprodukce a absence silného stresoru mohou dále mít velmi pozitivní účinky na obstání v mezidruhové konkurenci (Graham and Harrod 2009; Wilson et al. 2009). Dalším pozitivem pro teplomilný invazivní druh může být špatná snášenlivost původního konkurenčního druhu nových (teplejších) podmínek, což může mít v extrémech za následek až jeho úplné vymizení (Buisson et al. 2008). Tyto poznatky však vycházejí z toho, že ryby dokážou překonávat fyzické bariéry. Takovou překážkou je myšlen např. průliv La Manche nebo pohoří Pyreneje. Drtivá většina ryb se v novém prostředí objeví díky zavlečení člověkem, kdy do Velké Británie se takto musely dostat všechny nepůvodní druhy ryb, protože La Manche je pro ně absolutně nepřekonatelná překážka (Britton et al. 2010).

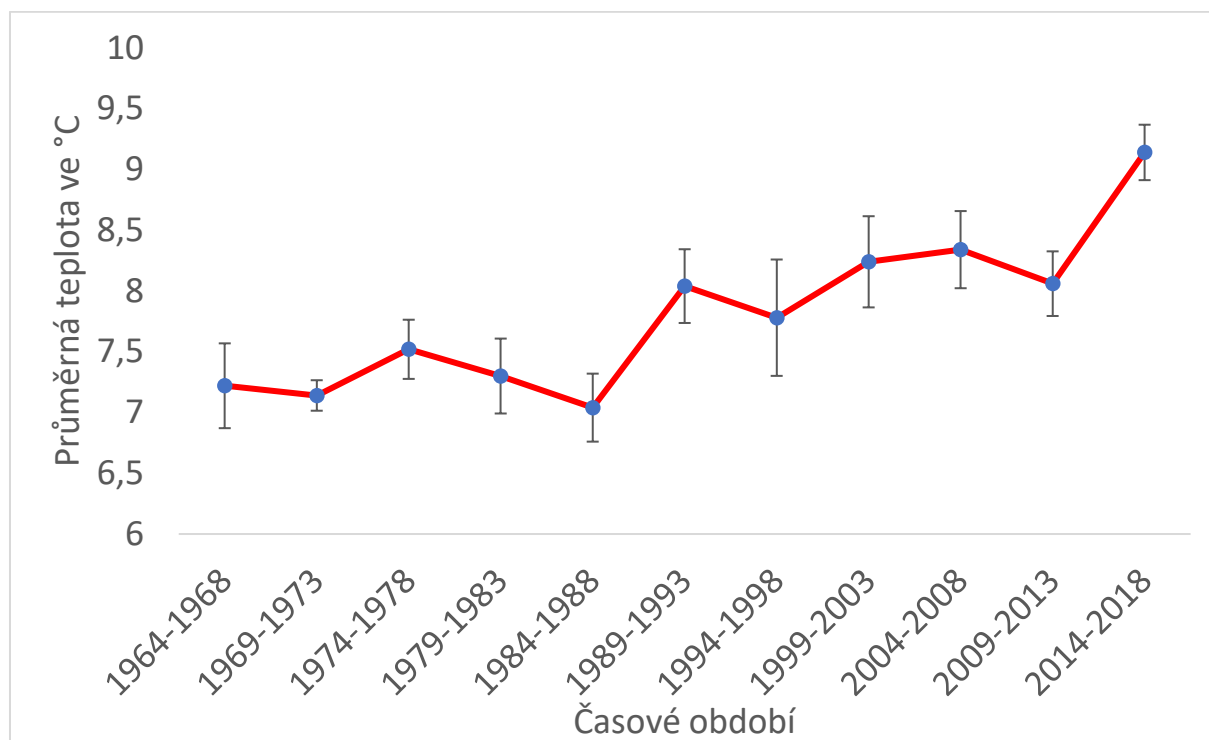
Britton et al. (2010) a Copp et al. (2005) v rozsáhlém výzkumu rybích invazivních druhů v Anglii a Walesu došli k závěru, že současný trend růstu teplot na Britských ostrovech přímo podporuje několik málo druhů v ustanovení stálé populace. Vzhledem ke svému současnému rozšíření a rychlosti se kterou to zvládají, je podle Brittona et al. (2010) nejpravděpodobnější, že růst teplot v Anglii a Walesu nejvíce vyhovuje kapru obecnému (*Cyprinus carpio*) a sumci velkému. Britton et al. (2010) se shoduje s Coppem et al. (2009) v tom, že kapr je v pro něj ideálních teplotních podmínkách schopen velmi rychlého růstu a masivního rozmnožování, takže svou schopností šířit se po Velké Británii sumce zcela jistě mediálně zastíní. Tento fakt však sumce nijak negativně neovlivní, protože kapr pro něj není v žádném ohledu konkurencí, ba naopak je pro sumce častou potravou (Arlinghaus et al. 2008).

### 3.4 Vliv globálních změn klimatu na sladkovodní ekosystémy v České republice

Česká republika je malou zemí v centrální Evropě. Variabilita srážek je relativně velká, a to jak sezonně, tak geograficky. Je to částečně zapříčiněno komplexem orografie a částečně tím, že se zde stýká podnebí atlantické, mediteránní a kontinentální (Kyselý and Beranová, 2009). Nejnižší naměřená míra celkových srážek v Česku je méně než 450 mm a nejvyšší více než 1700 mm. Hydrologický režim v České republice je založen především na srážkách. Nejsilnější odtok vody je typicky na konci zimy a začátkem jara kvůli tání sněhu. Minimální odtok je dle dlouhodobého sledování na konci léta a na začátku podzimu (Hanel et al. 2012).

Jedním z nejpatrnějších vlivů globálních změn klimatu na podnebí v ČR je růst teplot vzduchu patrný z obr. 4, kdy podle Novického (2009) je měsíční průměrná teplota vody přímo

úměrná měsíční průměrné teplotě vzduchu. Mezi kladnými hodnotami teplot vody a vzduchu je lineární vztah a mezi zápornými hodnotami teplot vody a vzduchu je vztah exponenciální.



**Obr. 4.** Vývoj průměrných teplot vzduchu za pětiletá období sumarizovaný ze všech měřících stanic dodávajících data pro Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) (oficiální data ČHMÚ).

Tato pravidla nelze aplikovat na antropogenně ovlivněné vodní profily, jako např. na Labe pod výpustěmi elektrárny Opatovice nad Labem (teplejší) nebo na oblasti pod přehradními nádržemi (Ohře pod VD Nechanice, Vltava pod VD Orlická aj.; vždy studenější). Novický (2009) dále popisuje, že průměrné teploty vody i vzduchu v ČR rostly v letech 1980–2006 průměrně o 0,04 °C za rok a odhaduje, že v případě optimistického klimatického scénáře teploty vody do roku 2050 stoupnou o 1,4-1,5 °C, v případě pesimistického klimatického scénáře stoupnou o 2,5-2,9 °C.

## 4 Sumec velký

Sumec velký (*Silurus glanis*, Linneus 1758) je největší sladkovodní rybou v Evropě a po arapaimě velké (*Arapaima gigas*) a pangasovi mekongském (*Pangasianodon gigas*), třetí největší sladkovodní rybou na světě (Baruš and Oliva 1995; Stone 2007; Copp et al. 2009). Sumec může dorůstat délky přes 2,7 m a jsou zdokumentováni jedinci vážící 130 kg (Guillerault et al. 2015; Boulêtreau and Santoul 2016). Tyto rozměry dělají ze sumce ve všech jeho přirozených areálech rozšíření vrcholového predátora (Copp et al. 2009). Již bylo zmíněno

výše, že v porovnání s přímými potravními konkurenty, jako je štika obecná, candát obecný, okoun říční (*Perca fluviatilis*) nebo i bolen dravý (*Aspius aspius*), se problém s přirozeným predaním tlakem po většinu života sumce velkého týká výrazně méně (velká velikost, specifický způsob života; Copp et al. 2009; Vejřík et al. 2017). Sumec velký není součástí jídelníčku typických rybožravých predátorů, jako je kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*) (Čech et al. 2008; Čech and Vejřík 2011, Lyach et al. 2018) nebo ledňáček říční (*Alcedo atthis*) (Čech and Čech 2013, 2015, 2017) a nefiguruje ani v obvyklém potravním spektru vydry říční (*Lutra lutra*) (Jędrzejewska et al. 2001; Bouroș and Murariu 2017, Lyach and Čech 2017) či norka amerického (*Neovison vison*) (Jędrzejewska et al. 2001). Ve většině systémů je tedy jediným významným predátorem sumce velkého člověk (obr. 5) – komerční nebo sportovní rybář (Arlinghaus and Mehner 2003; Arlinghaus et al. 2015; Vejřík et al. 2019).



**Obr. 5.** Rybář je v přirozených i umělých systémech jednoznačně nejvýznamnějším predátorem sumce velkého a albinotičtí jedinci, zejména ve větších velikostech, jsou vyhledávaným objektem nejen rybářů, ale i sportovních potápěčů. Orig. L. Kočvara

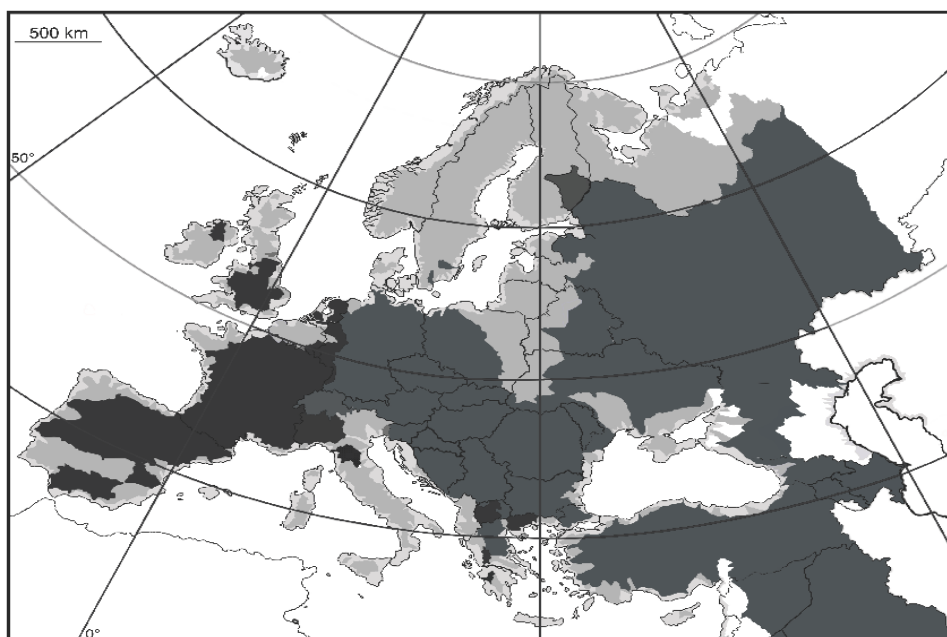
#### 4.1 Rozšíření a ekologické nároky

Sumci vyhovují zejména pomaleji tekoucí dolní úseky řek, přehradní nádrže, ale i jiná vodní díla, jako nejrůznější rybníky a pískíky (Copp et al. 2009; Vejřík et al. 2019), či nově zatopené

důlní jámy po povrchové těžbě hnědého uhlí (Vejřík et al. 2016b, 2017, 2019). V těchto habitatech sumec dále preferuje členitá dna a břehy s velkým počtem úkrytů (Hanel and Lusk 2005), což z něj dělá velmi těžko ulovitelnou rybu konvenčními rybářskými metodami (Cucherousset et al. 2018; Vejřík et al. 2019).

Sumec je původně euroasijský druh, který se zcela původně vyvinul v Asii, odkud se začal pomalu šířit směrem na západ. Migrace do evropských řek Volhy, Dněpru a Dunaje proběhla skrz pobřežní oblasti s nízkou salinitou v Kaspickém, Aralském a Černém moři. Jeho přirozené prostředí lze vymezit východně od Německa po západ Polska a jih Švédska. Jižní hranice přirozeného výskytu sumce poté tvoří Turecko a oblast východního Středomoří. Dále se sumec přirozeně vyskytuje v Pobaltí a Rusku (Copp et al. 2009). Zatímco jeho původní areál se zdá být recentně stálý, sumec se rozšiřuje zejména antropogenním vysazováním do nových habitatů (Elvira 2001; Hickley and Chare 2004; Copp et al. 2009; Cucherousset et al. 2018).

Sumec je pro rybáře díky své velikosti velmi atraktivním úlovkem. Zdolávání kapitálních sumců nezřídka zabere hodiny souboje. Právě zájem o sumce mezi rybáři je hlavním důvodem, proč byl a je sumec velký vysazován do nepůvodních habitatů (Hickley and Chare 2004). Nejvíce byl sumec rozšířen do západní a jižní Evropy (Elvira and Almodóvar 2001; Copp et al. 2009; Cucherousset et al. 2018), což naznačuje i mapa rozšíření na obr. 6, kdy obecně nejznámějšími místy výskytu jsou řeka Ebro na severovýchodě Španělska a řeka Pád, což je největší řeka Itálie tekoucí severem země. V říčních systémech zemí jako Belgie, Francie a Španělsko má sumec dnes již velmi stabilní populace, zcela nezávislé na vysazování dalších jedinců. Tento úspěch v novém prostředí je s největší pravděpodobností zapříčiněn také tím, že sumec nemá žádného přirozeného predátora (Arlinghaus and Mehner 2003; Wysujack and Mehner 2005; Arlinghaus et al. 2015). Sumec se vyskytuje v hojném počtu také na území Velké Británie, kde se mu ovšem pravděpodobně díky chladnějšímu podnebí zatím nedaří tak dobře jako na jihu Evropy. Velké počty sumce na Britských ostrovech jsou způsobeny zejména vysokou mírou jeho vysazování rybáři (Britton et al. 2010).



**Obr. 6.** Mapa Evropy o rozšíření sumce velkého rozdělena na oblasti, kam byl sumec zavlečen (černá), kde je sumec původním druhem (tmavě šedá) a na oblasti bez oficiálního potvrzení přítomnosti sumce velkého (světle šedá). Převzato z práce Vejříka (2018)

Jak je patrné z obr. 7, sumec velký byl kromě Evropy zavlečen také do nepůvodních oblastí prakticky po celém světě včetně Tuniska a několika oblastí jihovýchodní Asie (Cucherousset et al. 2018). Sumec velký se nepůvodně vyskytuje i v centrální Asii, kdy je kazašskými komerčními rybáři potvrzen ve velkém množství na jezeře Balchaš a na řece Ili (Graham et al. 2017), která sice pramení v Číně, ale ústí právě do jezera Balchaš. V srpnu roku 2006 dokonce místní noviny otiskly fotku sumce velkého uloveného na řece Itajaí-Açu ve státě Santa Catarina na jihovýchodě Brazílie. V březnu 2010 potvrdili ichtyologové z University of Paraná uhynulý exemplář sumce velkého na malém rybníce v těsné blízkosti řeky Piquiri, která je levým přítokem známější řeky Paraná. Nejnovější potvrzenou lokalitou výskytu sumce velkého je tedy jihoamerický kontinent. Na žádném z amerických kontinentů se sumec velký nikdy předtím nevyskytoval (Cunico and Vitule 2014).



**Obr. 7.** Mimosévropské nepůvodní areály rozšíření sumce velkého (černě). Světle šedé oblasti značí původní areál kladu obsahující rod *Silurus* s minimálně pěti druhy. Tmavě šedé oblasti jsou původním areálem zbývajících rodů. Převzato z práce Vejříka (2018)

Toto zavlečení nového druhu se v některých zemích děje navzdory striktní legislativě (Hickley and Chare 2004). Vysazování se dělo a stále děje ve velkém měřítku. Opatření, která budou muset být proti tomu zavedena, budou podle Brittona et al. (2011) velmi složitá a těžko proveditelná. Ta opatření, která v roce 2018-2019 byla v platnosti, jsou uvedena v tab. 2.

Sumec není takto vysazován pouze rybáři, lze ho využít vodohospodáři k biomanipulaci, zejména pak ke snižování a udržování nízké početnosti nežádoucích zooplanktivorních druhů ryb, jako jsou např. plotice obecná (*Rutilus rutilus*), cejn velký a cejn malý (*Abramis bjoerkna*) (Vejřík 2018). Nezpochybnitelný vliv sumce na ekosystém dokazuje Vejřík et al. (2017) při porovnání tří podobných jezer Most, Milada a Medard, která byla vytvořena po skončení důlní činnosti. Na jezeru Medard sumec chybí, naopak na jezerech Most a Milada je v hojném počtu, což má citelný vliv zejména na populace perlína ostrobřichého (*Scardinius erythrophthalmus*). Vejřík et al. (2017) dále odhadl, že sumci na jezeře Most ročně odloví 8-20 % celkové rybí biomasy. Pro jezero Milada se hodnoty pohybují v rozmezí od 13 % do 26 %.

Země	Legislativní opatření
Španělsko	Zakázáno držení, přeprava a obchodování se sumcem velkým (Cucherousset et al. 2018).
Francie	Povolen lov sumců velkých po dobu celého roku bez ohledu na váhu a počet ulovených kusů (Cucherousset et al. 2018).
Belgie	Povolen lov sumců velkých po celý rok bez ohledu na váhu a počet ulovených kusů. Zákaz vysazování nových jedinců (Cucherousset et al. 2018).
Německo	Aktivní eradikace sumce velkého, kdy v některých státech SRN byla snížena minimální lovná míra a navýšen počet možných ulovených kusů, v některých spolkových zemích jsou tato kritéria dokonce neomezena (Cucherousset et al. 2018).
Velká Británie	Vysazování a držení sumce velkého vyžaduje speciální povolení od zodpovědných vládních úřadů, které vydávají povolení pouze do míst, odkud není možnost expanze sumce velkého do volné přírody (Cucherousset et al. 2018).
Česká republika	Zákaz vracení sumce zpět do vody, při lovu na pstruhových revírech. (§ 17 vyhlášky č. 197/2004 Sb.) Mimopstuhové revíry: Nejmenší lovná míra: 70 cm (§ 11 vyhlášky č. 197/2004 Sb.) Doba hájení: od 1.1. do 15.6. (§ 13 vyhlášky č. 197/2004 Sb.) Výjimka pro rok 2019 - revír 411 081 SÁZAVA 10: zrušení doby hájení, bez nejmenší lovné míry a zákaz vracení sumce zpět do vody (Rozhodnutí KÚ Středočeského kraje č.j. 077508/2018/KUSK)
Slovensko	Nejmenší lovná míra: 80 cm (SRP 2019)

Tab. 2. Legislativní opatření proti rozšiřování sumce velkého v nepůvodních oblastech Evropy (Španělsko, Francie, Belgie, Německo, Velká Británie) a aktuální legislativa spojená se sumcem velkým v ČR a na Slovensku.

Sumec je nejaktivnější v nejteplejších obdobích roku. V letních měsících je jeho aktivita znatelně největší. Teplotní optimum vody pro největší aktivitu a růst sumce velkého je mezi 25–27 °C (Hilge 1985; David 2006; Copp et al. 2009). Tato preference byla prokázána také při sledování pohybu sumců ve velkých francouzských řekách, kde se sumci adaptovali na vypouštěnou odpadní teplou vodu z jaderných elektráren. V tomto antropogenním prostředí je sumec velmi úspěšný a jeho početnost je zde o mnoho vyšší než v chladnějších úsecích toku

(Capra et al. 2014). Na řekách s velkým množstvím takovýchto antropogenních teplých míst je sumec jako nepůvodní druh schopen rychleji vytvořit stálou populaci (Cucherousset et al. 2018). V teplotách pod 10 °C sumec nedokáže zpracovat potravu a v těchto podmínkách nejen, že ztrácí na váze, ale na jaře, kdy teploty vody začnou růst, je sumec velmi slabý a náchylný k celé řadě nemocí (David 2006; Copp et al. 2009).

Pozoruhodnou vlastností sumce je jeho relativně nízká náročnost na kyslík, protože jeho krev obsahuje 30 až 35 % hemoglobinu, což mu umožňuje fungovat i s nízkými koncentracemi rozpuštěného kyslíku ve vodě. Copp et al. (2009) píše o 3.0 až 3.5 mg/l. Daněk et al. (2014) ve své práci, která probíhala na mrtvém rameni Labe u Lysé nad Labem dokázal, že juvenilní jedinci sumce zvládnou v zimních měsících i koncentrace pod 2,4 mg/l. Tyto údaje ukazují, že sumec může hluboká místa s nízkým obsahem kyslíku využívat jako zimní refugia, ve kterém může přežít i velmi chladné zimy.

#### 4.2 Potrava

Nejvíce času a úsilí vkládají ryby všeobecně do získávání potravy. Boujard (1995) experimentálně zjistil, že sumec velký je v laboratorních podmínkách převážně noční predátor, ale v některých situacích vyhledává potravu i za denního světla. Slavík et al. (2007) pozoroval aktivitu sumce na řece Berounce a v průběhu tohoto pozorování byl sumec striktně aktivní v noci pouze během podzimu. Naopak, během jara a zimy se sumci projevovali jako živočichové s denní aktivitou. Výsledky této práce tedy naznačují, že sumec je schopen duálního chování, což je podpořeno výsledky z letních měsíců, které říkají, že v tomto období je sumec aktivní bez rozdílů po dobu celého dne (Slavík et al. 2007).

U sumce je intenzita příjmu potravy nejvíce ovlivněna teplotou vody. Z tohoto důvodu je sumec nejvíce aktivní na jaře a poté během zbývajících částí roku jeho aktivita postupně klesá až na zimní minimum. Teplota vody ovlivňuje příjem potravy, její trávení i samotné využití živin v organismu sumce. Sumec nemá žádný zájem o potravu v teplotách od 4 °C do 7 °C (Mihálik 1968).

Velké introdukované druhy spotřebují velké množství potravy, a navíc mohou využívat i nové zdroje, které v daném prostředí nemůže nikdo jiný využít. Spektrum potravy sumce je mnohem širší, než u jeho nejbližších potravních konkurentů jako jsou např. štika obecná nebo candát obecný, což sumci s největší pravděpodobností značně ulehčuje mezidruhový konkurenční boj (Mihálik 1968; Cucherousset et al. 2012).



Jedním z dalších důvodů úspěšnosti sumce je tedy jeho všežravost a potravní adaptabilita, kterou na základě přímých potravních analýz a prostřednictvím stabilních izotopů zjistil Vejřík et al. (2017). Tento několikaletý intenzivní výzkum probíhající na nově vzniklých jezerech Most a Milada v severních Čechách odhalil v žaludcích sumců různorodou kořist zachycenou i na fotografii (obr. 8). Jmenovitě z ryb pak perlín ostrobřichý, plotice obecná, lín obecný (*Tinca tinca*), ježdík obecný (*Gymnocephalus cernua*), okoun říční, bolen dravý, štika obecná a sumec jako takový, což ukazuje na jistou míru kanibalismu. Kanibalismus jako způsob obživy je velmi obvyklý zejména u nejbližších potravních konkurentů jako jsou štika obecná, candát obecný nebo okoun říční. Co je však u těchto konkurentů neobvyklé, je kořist z řad ptáků. V sumčích žaludcích bylo nalezeno celkem 5 druhů ptáků, kormorán velký, potápka roháč (*Podiceps cristatus*), lyska černá (*Fulica atra*), racek mořský (*Larus marinus*) a rákosník obecný (*Acrocephalus scirpaceus*), dále pak dva druhy obojživelníků, skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*) a skokan zelený (*Pelophylax esculentus*). Neobvyklou, avšak potvrzenou kořistí sumce velkého byl i hryzec vodní (*Arvicola amphibius*). Cucherousset et al. (2012) zdokumentoval úspěšný útok sumce z mělké vody na hejno holubů skalních (*Columba livia*) pijících na břehu řeky Tarn ve městě Albi na jihu Francie. O těchto útocích ze zálohy existuje i několik na sobě nezávislých videí běžně dohledatelných na internetu (Youtube; při zadání vyhledávacího hesla „catfish and pigeon“).

Carol et al. (2009) zjistil, že početně nejčastější kořistí pozorovaných sumců velkých na řece Ebro byli bezobratlí živočichové, jako např. krevetka desmarestova (*Atyaephyra desmaresti*). Co se týče celkové biomasy, 73 % potravy bylo rybího původu, a více než polovina rybí kořisti sumce pak byla parma graellsova (*Luciobarbus graellsii*). Další ryby, které sumec na Ebru loví jsou zejména ouklej obecná (*Alburnus alburnus*) a plotice obecná.



**Obr. 8.** Odběr obsahu žaludku albinotického jedince sumce velkého. Při tomto standardním zákroku není nutné rybu zabít. Míra bezproblémového přežití větších a velkých jedinců je 100 %. V popředí natrávený obsah žaludku – tři plotice obecné (*Rutilus rutilus*) a tři okouni říční (*Perca fluviatilis*). Orig. L. Kočvara

Adámek et al. (1999) pracoval v pokusech s ročkem sumce velkého, který se nikdy před tím nesetkal s žádnou z podávaných živých kořistí. V těchto laboratorních podmínkách se objevila velmi silná negativní selekce vůči plotici obecné a střevliče východní (*Pseudorasbora parva*). Menší až střední zájem jevil sumec o karase stříbrného (*Carassius gibelio*), jelce tloušť (*Squalius cephalus*) a bolena dravého. Naopak zcela jednoznačně pozitivní kořistní preference vykazoval sumec vůči slunce obecné (*Leucaspis delineatus*), perlínu ostrobříchému a hořavce duhové (*Rhodeus sericeus*). Navzdory tomuto výzkumu je velmi pravděpodobné, že sumec je potravní oportunist (Hickley and Chare 2004; Vejřík et al. 2017), kdy se struktura potravy sumce mění souběžně s jeho růstem. V rané fázi vývoje se sumec zaměřuje zejména na malou bezobratlou kořist a s růstem svého těla postupně začíná více požírat zejména ryby a velké korýše (Wysujack and Mehner 2005).

#### 4.3 Rozmnožování a ontogeneze

Jedna z mála prací o přirozeném rozmnožování sumce je od Alpa et al. (2004), který se zabýval rozmnožovací aktivitou sumce v turecké přehradní nádrži Menzelet na řece Ceyhan, která se vlévá do Středozemního moře a je považována za místo přirozeného výskytu sumce velkého.

Alp et al. (2004) během intenzivního ročního výzkumu zjistil, že sumci se na přehradní nádrži Menzelet rozmnožují od začátku června do začátku srpna. Hlavní náplní této práce však bylo to, při jakém věku a velikosti sumci pohlavně dozrávají a jsou tedy schopni reprodukce. Ze 245 pozorovaných sumců v délkách od 33 do 195 cm byl nejmenší a nejmladší pohlavně dospělý samec starý 3 roky a měřil 79 cm. Nejmladší samice dosáhla pohlavní dospělosti ve věku 4 let s délkou těla 88 cm. Z výsledků práce Alpa et al. (2004) vychází, že samci dosahují pohlavní dospělosti dříve než samice.

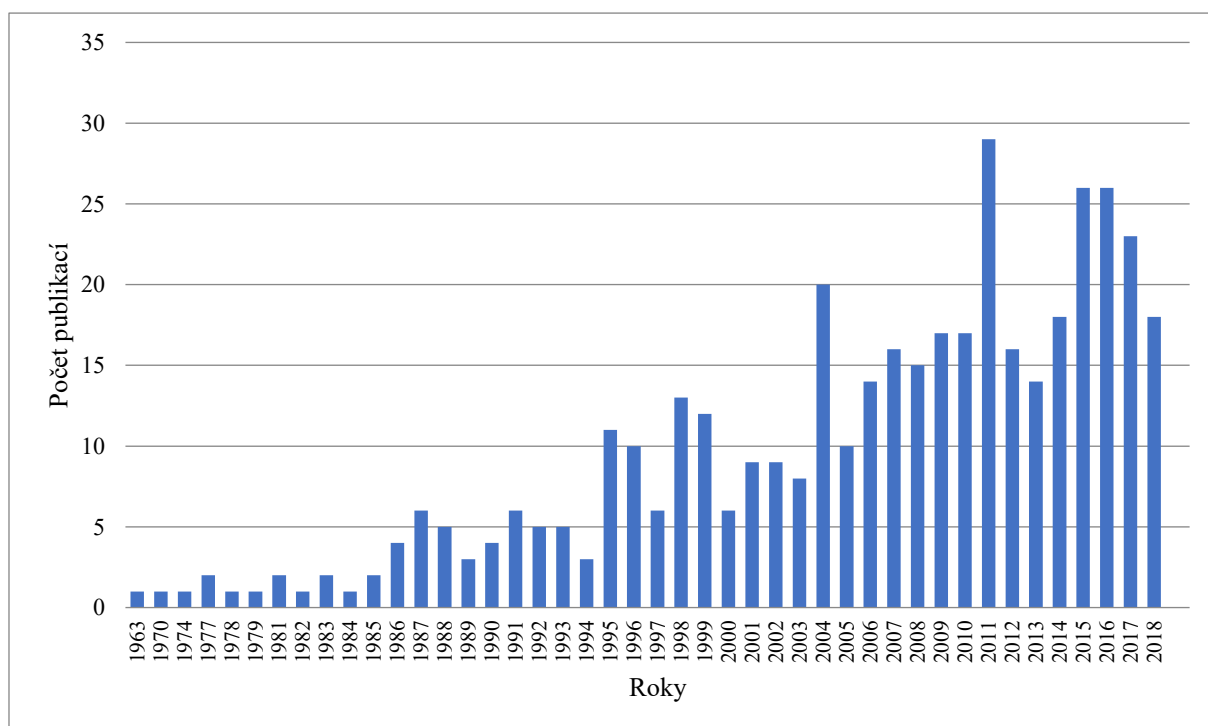
Sumec velký je druh charakteristický velmi rychlým růstem, kdy nejrapidněji nabírá hmotu v juvenilním stádiu. Růst je tedy nejrychlejší během prvního roku života a roční sumec může dosahovat délky 38–48 cm. Intenzivní délkový růst u sumce pokračuje dalších 5 až 6 let a do jednoho metru sumec dorůstá mezi 6-7 rokem života. Poté se rychlost růstu postupně snižuje a okolo 14 roku života přirůstá už jen o 5 až 7 cm za rok. Intenzita růstu je samozřejmě velmi závislá na teplotě vody (Mihálik 1968). Dalším faktorem, který ovlivňuje růst sumce je pohlaví, kdy podle Mihálika (1968) je u sumců starších 16 let rozdíl 20 cm ve prospěch samce.

#### 4.4 Invazivita a její ekologické dopady

Po úplné ztrátě prostředí je biologická invaze druhým největším ohrožením biodiverzity (Clavero and Garcia-Berthou 2005). Biologické invaze obecně mají celosvětově nemalý vliv na původní prostředí a jeho biodiverzitu (Rainbow 1998). Hlavní problémy, které tyto invaze způsobují jsou: zavlečení nových nemocí a parazitů, hybridizace s původními druhy, predace, různorodá kompetice a v extrémních případech dokonce přetváření rázu krajiny, tj. ekologické inženýrství (Carol 2007). Každý ekosystém se potýká s nějakým druhem biologické invaze a sladkovodní prostředí je vůči této hrozbě jedním z nejcitlivějších (Rahel 2002). Rahel (2002) ve své práci o ztrátě biodiverzity v sladkovodních ekosystémech popisuje, že tato citlivost může být částečně způsobena relativně snadnou možností úplné přestavby biotopu nepůvodním druhem. S dalším názorem, proč se zdají být sladkovodní ekosystémy tolik postižené invazivními druhy přišli Moyle and Light (1996), kteří se domnívají, že za tyto problémy může nedostatečné pochopení složitosti sladkovodních ekosystémů člověkem, který je díky svému přístupu nejčastějším viníkem biologické invaze.

Mediterrán je oblast se suverénně nejvyšším počtem rybích endemitů v Evropě (Elvíra 1995), ale tato diverzita je silně ohrožena druhy nepůvodními, které momentálně reprezentují až 50 % tamější rybí diversity (Smith and Darwall 2006; Leprieur et al. 2008). Nejen Španělé se ve snaze o záchranu svých původních rybích druhů a vodních ekosystémů začali sumcem

velkým velmi intenzivně zabývat (Benejan 2007). Tento trend nabývá celosvětového rázu, což demonstruje i graf na Obr. 9 o počtu publikací zabývajících se sumcem velkým v databázi Web of Science. I přes rostoucí snahu je ekologický dopad většiny invazivních druhů prakticky neznámý (García-Berthou et al. 2007). Elvíra (2001), který zmapoval invazivní druhy napříč Evropou jich ve Španělsku potvrzuje 23. García-Berthou et al. (2007) o šest let později píše dokonce o 28 nepůvodních druzích, kdy první sumec velký byl zde potvrzen v roce 1974 (Gkenas et al. 2015).



Obr. 9. Počet odborných publikací dohledatelných v databázi Web of Science zabývajících se zejména sumcem velkým.

Druhy, které se v ČR vyskytují naprosto běžně v hojném počtu, a které označujeme jako původní (neinvazivní) a naopak ve Španělsku jako invazivní, jsou např. cejnek malý, kapr obecný, plotice obecná a také oba naši největší sladkovodní predátoři, tedy štika obecná a sumec velký (Elvíra 2001; García-Berthou et al. 2007). Právě tyto invazivní dravci společně s dalšími jako jsou okoun říční, candát obecný a okounek pstruhový (*Micropterus salmoides*) mají negativní vliv na zdejší původní druhy, které se stávají jejich kořistí (Leunda 2010). V Portugalsku Elvíra (2001) zmapoval oproti Španělsku pouze 11 invazivních druhů. Sumec velký byl v Portugalsku poprvé zaznamenán až v roce 2014, kdy místní rybáři na řece Tajo, což je nejdelší řeka Pyrenejského poloostrova, ulovili dva jedince (Gkenas et al. 2015).

Sumec velký je zcela jednoznačně rybou, která se velmi snadno adaptuje na podmínky mimo areál svého přirozeného rozšíření a velmi úspěšně ustanovuje nové populace (Copp et al. 2009). Snadněji se mu to daří v podmínkách teplejších, než které panují v jeho přirozeném prostředí. Jmenovitě se jedná zejména o oblasti Apeninského poloostrova, Pyrenejského poloostrova a Francie. Menší úspěch s ustanovením invazivní populace má sumec na severu Evropy ve státech jako Velká Británie a Dánsko (Elvíra 2001), kde byli objeveni jedinci, ale ne stálé populace. Britton et al. (2010) předpokládá, že s globálními změnami klimatu a s tím spojeným oteplováním se severoevropské státy, jako právě Velká Británie a Dánsko, stanou dalšími oblastmi, kde bude sumec velký schopen vytvořit stálé, na vysazování zcela nezávislé populace.

Přeprava sumce do nového prostředí je z hlediska logistiky obvykle obtížná (Copp et al. 2009), protože se jedná o rybu, která v době pohlavní dospělosti měří okolo 80 cm (Alp et al. 2004). Protože se jedná o trofejní rybu, je sumec nejčastěji vysazován do nových lokací kvůli rybaření (Hickley and Chare 2004). Dalším důvodem pro jeho zavlečení do nepůvodních stanovišť je jeho maso, jež je velmi vyhledávanou kulinářskou delikatesou (Arlinghaus and Mehner 2003). Např. v Praze je cena sumce 320 Kč/kg (2019)<sup>3</sup> (pro srovnání, kilogram kapra obecného stojí tamtéž 89 Kč).

Potenciální dopady způsobené sumci mimo areál jejich přirozeného výskytu zahrnují přenos infekčních agens, predaci původních i nepůvodních živočichů a s tím spojenou velmi pravděpodobnou kompletní přestavbu potravního řetězce v dané lokalitě (Copp et al. 2009). Navětšinou území Evropy obývané sumcem se většinou nacházejí další rybožraví predátoři, z ryb zejména pak candát obecný, štika obecná a okoun říční. Hickley and Chare (2004) píše, že na těchto místech bude efekt sumce jako predátora nízký. Naopak největší predační dopad sumce bude na Pyrenejském poloostrově a v ostatních jihoevropských státech, a to díky kombinaci vysoké míry zastoupení malých endemických druhů a absenci ostatních rybožravých konkurentů.

Stejně jako jakákoliv jiná biologická invaze, tak i invaze sumce velkého je doprovázena potencionálním rizikem přenosu různých exotických patogenů (Copp et al. 2009; Bauer 1991). Bauer (1991) dále poznamenává, že exotické patogeny jsou pro původní druhy často fatální a mohou mít za následek jejich úplné vyhynutí. Většina patogenů sumce velkého se chová jako

---

<sup>3</sup> Ceník | Rybárny Praha. Rybárny Praha [online]. Copyright © 2014 [cit. 06.04.2019]. Dostupné z: [http://www.rybarnypraha.cz/cenik\\_ryb](http://www.rybarnypraha.cz/cenik_ryb)

generalisté, a jsou rozšířeni skrz celou Evropu (Copp et al. 2009). Ovšem existují i tací, kteří se mohou šířit se sumcem, např. klanonožec druhu *Pseudotracheilastes stellatus*, který je patogenní pro jesetery (*Acipenser* sp.) (Bauer et al. 2002; Copp et al. 2009).

Dalším z potenciálních problémů invaze sumce velkého je možná hybridizace s původními druhy. Pokud je populace takového druhu malá a celkově slabší než výsledný hybrid, může se stát, že původní druh úplně zmizí. O možnosti takové hybridizace informuje Paschos et al. (2004), kdy sumce velkého křížil in vitro s jediným dalším sumcem evropského kontinentu, kterým je sumec Aristotelův (*Silurus aristotelis*), jenž je endemický právě v Řecku a dorůstá v maximech okolo 40 cm (Ioannis et al. 2007). Při in vitro křížení samce sumce Aristotelova se samicí sumce velkého je výsledná kulivost na stejné úrovni jako při křížení dvou sumců velkých. Naopak výsledná kulivost při spojení dvou sumců Aristotelových je menší. Další výhodou hybrida je to, že se morfologicky až nerozeznatelně podobá sumci velkému a dosahuje i stejných rozměrů (Paschos et al. 2004). Tato fakta by mohli využít chovatelé sumců velkých na sumčích farmách, kde by mohli své náklady snížit tím, že chovnými samci budou sumci Aristotelovi, kteří mají menší nároky na životní prostor, potravu a rychleji dosahují pohlavní dospělosti (Ioannis et al. 2007).

Méně častým, vedlejším problémem je rybáři zavlečená živá návnada původně určená pro sumce. Takto zavlečené druhy mohou způsobit podobné problémy jako nepůvodní sumec. Nejčastějším problémem je zavlečení exotických parazitů a nemocí, které živé návnady přenášejí. Tato zavlečení se dějí zejména na významných lokalitách rybářského turismu jako jsou řeky Ebro a Pád (Johnson and Chapman 2007; Cucherousset et al. 2018)

#### 4.5 Sociálně – ekonomická stránka sumce velkého

Sumec velký byl a je velmi ceněným úlovkem pro komerční i rekreační rybáře (Cucherousset et al. 2018). Laickou i odbornou veřejností často podceňované rekreační rybaření má v industrializovaných zemích severní polokoule překvapivě zásadní podíl na výlovu mnohých druhů sladkovodních ryb, včetně sumce velkého. (Arlinghaus et al. 2002). Práce od Arlinghouse et al. (2015) a Cucherousseta et al. (2018) ukazují, že velikost úlovku je pro rybáře nejdůležitějším kritériem napříč druhy a minimálně v Evropě je sumec velký právě pro svůj rychlý růst a bezkonkurenční velikost napříč sladkovodními druhy častým terčem zavlečení mimo svůj přirozený areál.

Hutt et al. (2013) v rozsáhlém výzkumu chování mezi texaskými rybáři lovící sumce zjistil, že velikost sumce je pro ně druhým nejdůležitějším atributem, kdy tím zcela

nejdůležitějším je ujetá vzdálenost k vodě, protože američtí lovci sumců nejsou ochotni cestovat za lovem větší vzdálenosti. Nutno ovšem podotknout, že v této práci se nejednalo o sumce velkého (v USA se nevyskytuje) (Baruš and Oliva 1995; Elvíra 2001), ale o jeho vzdálené příbuzné ze subendemické čeledi sumčekovití (*Ictaluridae*) (Buchar 1983). Jimiž jsou sumček tečkovaný (*Ictalurus punctatus*), sumček velký (*Ictalurus furcatus*) a největší z nich sumček plochohlavý (*Pylodictis olivaris*) (Hutt et al. 2013).

Neexistují relevantní data o tom, kolik sumců bylo zavlečeno do nového prostředí, protože drtivá většina těchto akcí byla v rozporu se zákonem a Johnson and Chapman (2007) varují, že nelegální vypouštění velkého množství nepůvodních živočichů do volné přírody je hlavním atributem úspěšnosti jejich uchycení se. Ačkoliv nemáme a patrně nikdy nebudeme mít celková data o vypouštění sumců do nepůvodních areálů, existují důkazy o ilegálním zavlečení i stovek kusů sumce velkého do povodí pro sumce nepůvodních řek (Benejam 2007).

Na populacích mnohých z těchto zavlečených sumců je postaven rybářský turismus. Nejvíce cestovních kanceláří, které zprostředkovávají takový turismus operuje na španělské řece Ebro, italském Pádu, a i na dalších řekách Itálie, Španělska a Francie (Rodríguez-Labajos 2014). V jeho původním areálu není sumec podle Arlinghouse et al. (2008) ani zdaleka tak častým cílem rybářů. Sumec je velmi atraktivní zejména pro svou trofejní velikost (Hickley and Chare 2004) a rybáři, kteří vyhledávají trofejní úlovky v drtivé většině aplikují metodu chyt' a pusť (Arlinghaus 2007). Časté navracení sumců zpět vodě je další možnou příčinou jeho úspěchu, protože ačkoliv je často loven, málokdy není navrácen zpět do vody (Hutt et al. 2013). Vejřík (2018) si myslí, že nevrácení sumců zpět do vody by rapidně pomohlo snížit jejich koncentraci v oblastech, kde není žádaný. V České republice by si navracení všech ryb zpět do vody přálo 50,3 % dotázaných rybářů a pouze 19,7 % rybářů rybaří hlavně z důvodu možnosti uchování a konzumace ulovené ryby (Spurný et al. 2017). Socioekonomické studie sportovního rybolovu v ČR jsou vypracovány i pro roky 2009 a 2003 (Spurný et al. 2009; Spurný et al. 2003) z nichž jsou některá data v tab. 3.

Tab. 3. Vybraná data ze socioekonomických studií sportovního rybolovu v ČR od Spurného et al. (2003; 2009; 2017) tykající se sumce velkého.

Rok	2017	2009	2003
Uplatňování metody Chyt' a pust'	21,52 %	19,67 %	22,56 %
Cílem lovu sumec	3,95 %	2,70 %	Bez dat
Zastoupení sumce v úlovcích	1,08 %	0,65 %	0,59 %

Z dat v tab. 3 vyplývá, že ta část rybářů, která všechny své úlovky pouští zpět do vody, je v ČR víceméně stálá. Co ale není stálé, je zastoupení sumce velkého v úlovcích českých rybářů, které se mezi lety 2009 a 2017 téměř zdvojnásobilo a rybářský tlak vyvíjený na sumce, který byl v roce 2017 téměř o polovinu silnější než v roce 2009.

V porovnání s rekreačním rybařením je sumcova důležitost v komerčním rybářství nepatrná, avšak nenulová. Komerční rybářství se spíše specializuje na celkovou biomasu v podobě kaprovitých a lososovitých ryb. Ve střední Evropě se nachází několik sumčích farem, z nichž většina funguje pro umělý výtěr sumce. Produkty ze sumce jsou nejžádanější především na východě Evropy (Cucherousset et al. 2018). Pravděpodobně v důsledku klimatických změn se sumec velmi úspěšně rozšiřuje i ve svém přirozeném prostředí. V oblastech, kde je původní, se vyskytuje v tocích, kde předtím nikdy nebyl, a navíc v tocích se stálou populací zvyšuje své počty (Cucherousset et al. 2018). To vadí rybářům, kteří věří, že sumec je velmi žravý predátor, který zdecimuje obsádku jejich oblíbené ryby, zejména pak kapra obecného (Arlinghaus et al. 2008).

#### 4.6 Rybaření a sumec velký

Rekreační rybaření je velmi oblíbená volnočasová aktivita, které se věnuje nejvíce lidí ve vyspělých zemích zejména na severní polokouli (Cooke and Cowx 2004). Podle Arlinghause et al. (2015) v industrializovaných zemích Evropy, Severní Ameriky a Oceánie rekreačně rybaří přibližně 10,5 % populace, což v přepočtu na obyvatele znamená přibližně 118 milionů rybářů. V České republice se rekreačnímu rybolovu věnuje 315 577 osob (data k 31.12. 2016), což je 2,99 % z celkového obyvatelstva (Spurný et al. 2017), a toto číslo vykazuje v porovnání s jinými lety mírný pokles. Např. v roce 2008 totiž bylo registrovaných rybářů téměř 330 000 (Spurný et al. 2009). Kupní síla rybářů je značná a rybáři často



napomáhají lokální ekonomice a regionálnímu rozvoji (Arlinghaus et al. 2015). V České republice utratí rybáři za rybaření v průměru 22 129 Kč na osobu za rok, což celorepublikově znamená 6,35 miliard Kč (Spurný et al. 2017).

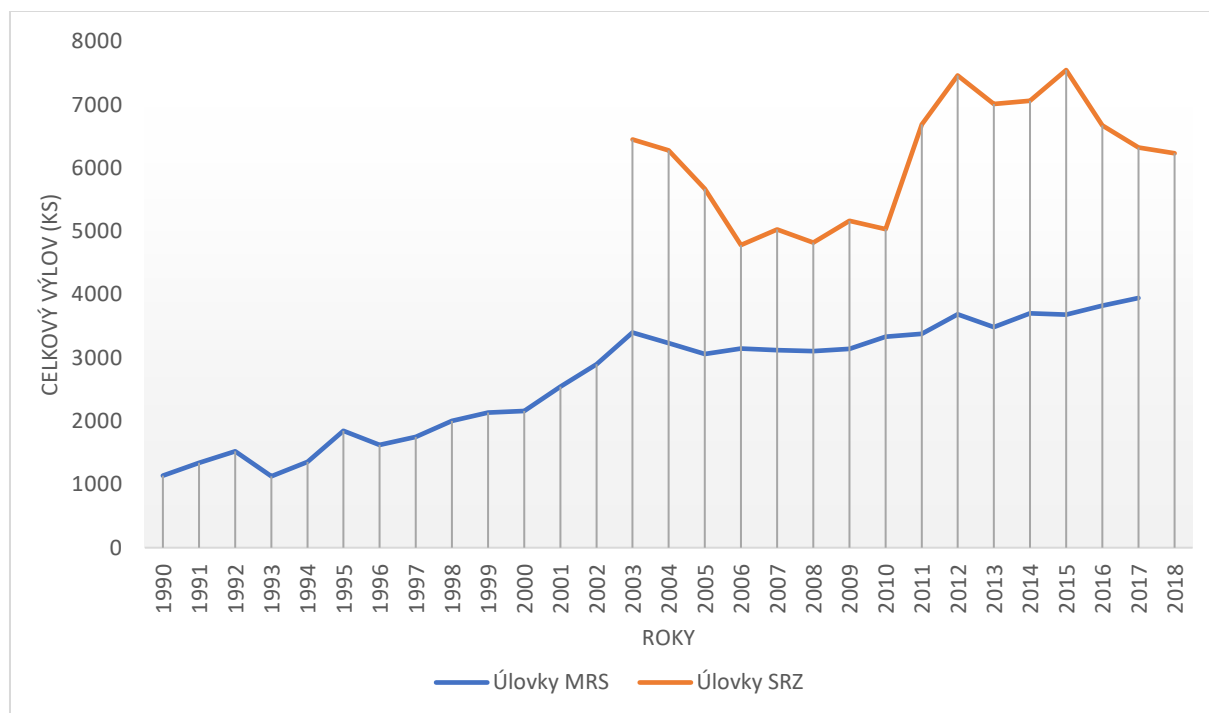
Rybaření zcela zásadně ovlivňuje sladkovodní ekosystémy na všech trofických úrovních (Laugen et al. 2014). Rybářsky nejatraktivnější rybí druhy, což jsou v ČR dle dat ČRS a Moravského rybářského svazu (MRS) kapr obecný, cejn velký, štika obecná a candát obecný, jsou samozřejmě rybařením těmi nejvíce ovlivněnými (Jorgensen et al. 2007) a ačkoliv je mnou probíraný sumec velký v žebříčků kusových úlovků v revírech ČRS až na 12 místě, respektive na 11 místě v revírech MRS, je jako vrcholový predátor (Copp et al. 2009; Vejřík et al. 2017) taktéž rybařením velmi ovlivněným rybím druhem (Vejřík et al. 2019). Právě rybáři jsou v drtivé většině případů sumcovým jediným skutečným predátorem (Arlinghaus and Mehner 2003; Arlinghaus et al. 2015; Vejřík et al. 2019). Neohroženosti sumce velkého napomáhá i výše zmíněný minimální, avšak z obr. 10 patrný kanibalismus, který je velmi častý u jeho potravních konkurentů (Vejřík et al. 2017).



**Obr. 10.** Ojedinělý nález juvenilního jedince sumce v žaludku sumce velkého. Většinou kořist představují do České republiky zavlečení raci pruhovaní (*Orconectes limosus*). Orig. I. Vejříková

Kromě již v úvodu zmíněných statistik o úlovcích sumce velkého v mimopstruhových revírech ČRS, jsou k dispozici i oficiální data o úlovcích sumce v revírech MRS, který funguje zejména na území Jihomoravského kraje. Stejně jako v revírech ČRS je i v revírech MRS zaznamenáván meziroční nárůst úlovků sumce velkého v letech 1990-2017, kdy z obr. 11 je patrné, že největší nárůst zde probíhal mezi lety 1993 až 2003. Celkově se za dobu vedení

oficiálních statistik úlovky sumce velkého v revírech MRS téměř zčtyřnásobily. Další statistiky o kusových úlovcích sumce velkého zpracované taktéž na obr. 5 byly poskytnuty od rybářů ze Slovenského rybářského zväzu (SRZ).



**Obr. 11.** Celkový zaprotokolovaný výlov (v ks) sumce velkého (*Silurus glanis*) sportovními rybáři v mimopstruhových revírech Moravského rybářského svazu za roky 1990-2017 (oficiální data MRS) a v revírech Slovenského rybářského zväzu za roky 2003–2018 (oficiální data SRZ).

V revírech MRS se recentně (2017) ulovilo v rámci celé ČR pouze 30 % (3946 ks) všech sumců velkých. Tento fakt je ale hrubě ovlivněn podstatně menší rozlohou revírů spravovaných MRS, který má pod svou správou pouze 17,7 % rozlohy všech mimopstruhových revírů v ČR. Hektarový výnos sumce velkého v revírech MRS byl v roce 2017 0,58 ks/ha, v revírech ČRS pak 0,29 ks/ha, tedy poloviční. Vzhledem k výše několikrát zmíněné teplotnosti sumce velkého je pravděpodobné, že za takto markantní rozdíl ve výnosu může z části i podnebí Jihomoravského kraje, což je dle oficiálních dat ČHMÚ nejteplejší kraj ČR. Jelikož jsou níže v textu uvedena data o hmotnosti průměrného sumce uloveného v revírech ČRS a MRS srovnatelná, není pravděpodobné, že sumci v rámci MRS jsou pod větším rybářským tlakem (Lewin et al. 2007).

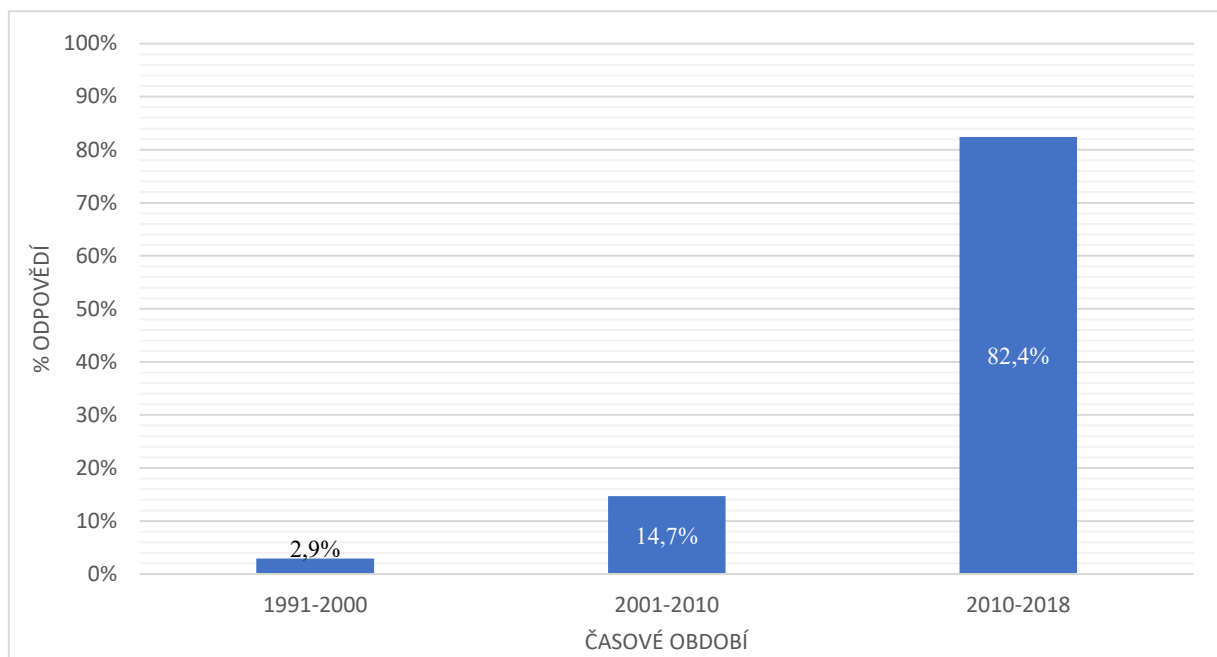
Při porovnání oficiálních dat o množství úlovků sumce velkého v českých a slovenských revírech je patrné, že slovenské úlovky sumce velkého nevykazují meziroční nárůst jako ty české. Prvním důvodem jsou pravděpodobně příliš krátce vedené statistiky o úlovcích v rámci

SRZ, kdy právě v letech s chybějícími statistickými daty je v revírech MRS zaznamenán nejstrmější nárůst úlovků sumce velkého (1993-2003). Druhým důvodem, který se nabízí při pohledu do celkových oficiálních statistik ČRS, MRS a SRZ, je možnost přelovení sumce velkého slovenskými rybáři. Přelovení rybního druhu se vyznačuje zejména jeho nízkou nebo klesající průměrnou hmotností (Froese 2004; Allan et al. 2005; Myers and Worm 2005) a je velmi časté u vrcholových predátorů (Jackson 2001). Hmotnost průměrného uloveného sumce velkého v revírech SRZ byla při minimální lovné míře 80 cm v letech 2003-2018 relativně stabilně 7,1 kg. V revírech ČRS byla průměrná hmotnost uloveného sumce při minimální lovné míře 70 cm a ve stejném období přibližně 9,5 kg. V revírech MRS se při minimální lovné míře 70 cm v letech 2003-2017 jednalo o průměrnou hmotnost 9,7 kg. V revírech MRS se průměrná hmotnost uloveného sumce drží velmi stabilně, což neplatí o revírech ČRS, kde se od roku 1990 plynule snižuje z 12 kg na 8,5 v roce 2018. Je tedy možné, že sumec velký v rámci revírů ČRS trpí přelovením (Jackson 2001; Froese 2004; Allan et al. 2005; Myers and Worm 2005) na kterém se podílejí i rybáři, kteří chtějí sumce ze svých oblíbených revírů vylovit (Arlinghaus et al. 2008).

Pro rozřešení původní otázky, jestli za trvalý růst úlovků sumce velkého v Česku může změna rybářských preferencí, je nutné zjistit a sumarizovat, jaké jsou vlastní motivace rybářů pro lov této ryby. Těmito motivacemi se zabývá Rees et al. (2017) ve svém socioekonomickém průzkumu o chování rybářů, kteří se specializují na lov sumce v Anglii a Walesu, kde je nepůvodním druhem. Ze závěrů této práce vyplývá, že drtivá většina rybářů loví sumce pro jeho trofejní charakter a pro silný zážitek z lovu. Tyto závěry nejsou nijak překvapivé a objevují se i v pracích, ve kterých figuruje místo sumce např. kapr obecný (Arlinghaus et al. 2002). Pro specializované lovce sumce velkého není tolik důležité, zda se u vody zrekreují (Rees et al. 2017). Odpočinek u vody je pro lovce kaprů naopak nejčastější a nejdůležitější motivací. (Arlinghaus et al. 2002). Podle Reese et al. (2017) je zřejmé, že lov nepůvodního sumce, který byl zavlečen do anglických a waleských jezer, si zde oblíbilo mnoho stávajících rybářů, kteří oproti jinak specializovaným rybářům mají pro rybaření částečně odlišnou motivaci.

O vztahu a chování rybářů k sumci velkému jsem pro potřeby této bakalářské práce vytvořil dotazníkové šetření, ze kterého jsem chtěl zjistit vztah, chování a názor českých rybářů na sumce velkého. Toto šetření probíhalo na sociálních sítích, zejména pak na různých českých facebookových skupinách s rybářskou tematikou a jeho cílem bylo od rybářů získat informace o tom, zda si myslí, že rybářský zájem o sumce roste (stejně jako křivka vylovených sumců dle dat ČRS). Další důležitou otázkou pro respondenty bylo, jestli je podle nich sumec v českých

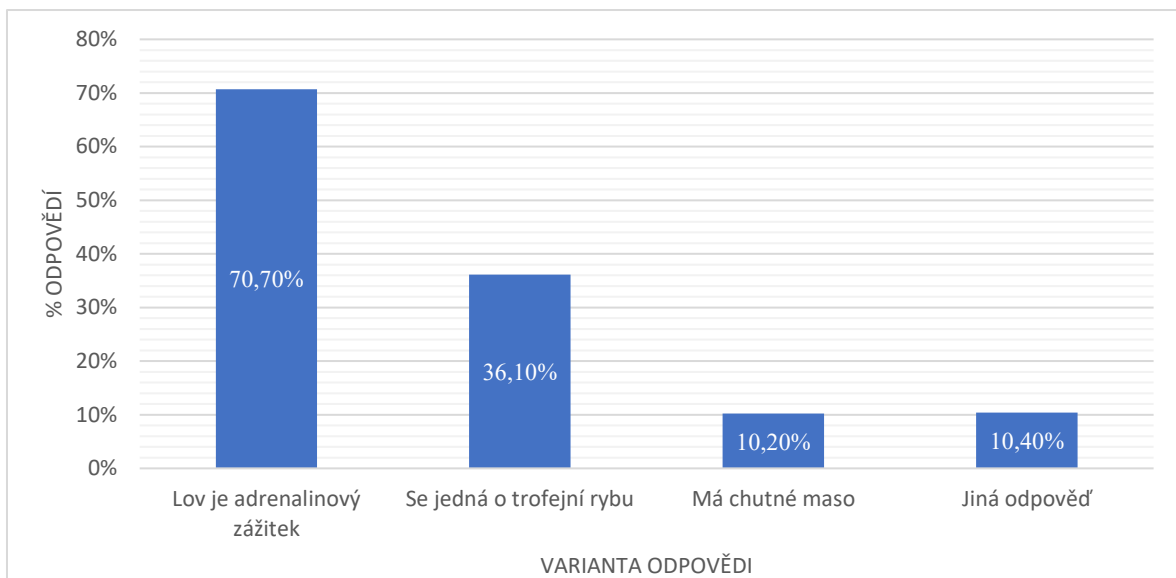
mimopstruhových revírech přemnožený, popřípadě, jestli by nějak měnili legislativu týkající se jeho lovu. Stejně jako Rees et al. (2017), jsem i já chtěl zjistit motivace českých rybářů k lovu sumce a porovnat je s těmi anglickými.



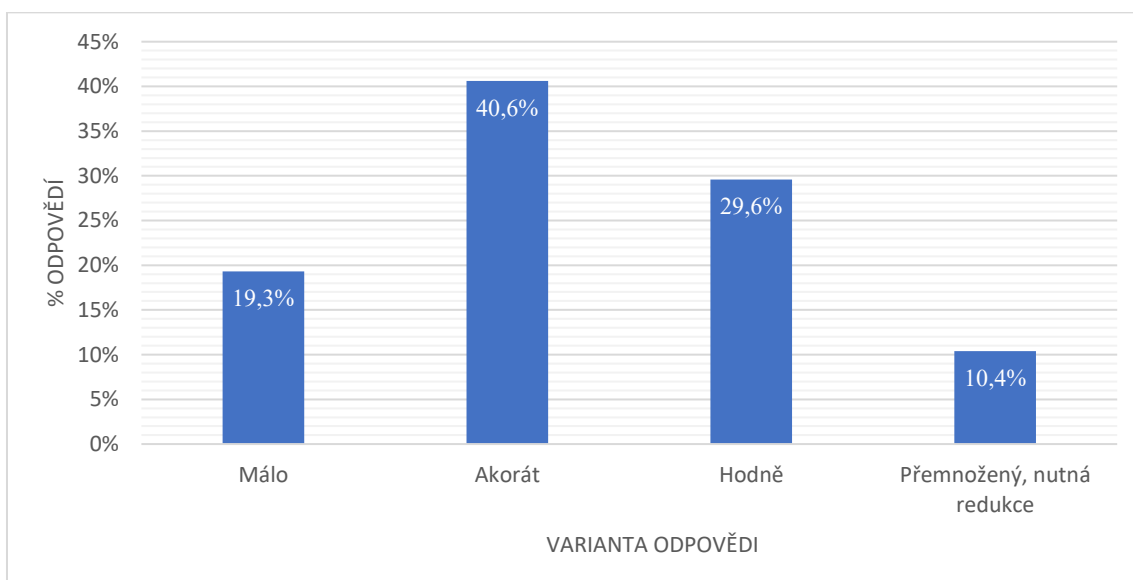
**Obr. 12.** Procentuální výsledky odpovědí 517 respondentů dotazníkového šetření na otázku: „Ve které porevoluční dekádě byl podle Vás největší zájem o lov sumce velkého?“

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 517 respondentů a probíhalo zejména prostřednictvím Facebooku. Sociální sítě dle mých osobních zkušeností využívají častěji mladší lidé, avšak více jak polovina respondentů byla překvapivě starší 30 let a z toho téměř čtvrtina byla starší 50 let. Drtivá většina dotazovaných rybářů (92 %) ve svém životě sumce ulovila a jak ukazuje graf na obr. 12, myslí si, že největší rybářský tlak je na sumce vyvíjen v posledních letech.

Nejčastější motivace dotazovaných rybářů pro lov sumce jsou znázorněny v grafu na obr. 13, kde se stejně jako v práci od Reese et al. (2007) potvrzuje, že lovci sumců nechodí k vodě odpočívat, ale vyhledávají adrenalinový zážitek z intenzivního souboje. Nejčastější motivací ze souboru jiných odpovědí bylo cílené vychytávání sumce velkého z revíru rybářů, kteří se v souvislosti s predací sumce bojí o obsádku zejména kapra obecného, jak uvádí např. i Arlinghaus et al. (2008). To koresponduje s výsledky v grafu na obr. 14, ve kterých si přibližně stejných 10 % dotázaných myslí, že sumec je přemnožený a měl by být redukován.



**Obr. 13.** Procentuální výsledky odpovědí 517 respondentů dotazníkového šetření na otázku: „Sumce velkého lovím, protože...“ (více možných odpovědí).



**Obr. 14.** Procentuální výsledky odpovědí 517 respondentů dotazníkového šetření na otázku: „Kolik je podle Vás sumce velkého v českých mimopstruhových revírech?“

## 5 Závěr

Ve své práci jsem se zabýval vlivem změn podnebí na přírůstek úlovku sumce velkého v České republice. Jak jsem ve své práci několikrát zmínil ani odborná společnost není konzistentní v názorech na samotnou existenci globálního oteplování, jeho příčinách a důsledcích. Neoddiskutovatelné ale je, že od druhé poloviny 20. století dochází k výraznému růstu zaznamenaných teplot vzduchu i vody, a právě tento nárůst je pro mou práci zásadní.

Má práce se zabývá trvalým růstem úlovku sumce v ČR, a proto jsem se věnoval především vlivu globálních změn klimatu na vodní biotu, a zejména na tu sladkovodní. Bohužel nynější poznatky o vlivu růstu teplot na sladkovodní diverzitu nejsou rozsáhlé, ale již v roce 2006 Dudgeon et al. ve své práci předpokládal, že právě tyto ekosystémy jsou z terestrických ekosystémů těmi nejovlivnitelnějšími.

Sumec velký je teplomilnou rybou a velmi dobře se mu daří v nepůvodních oblastech s teplejšími podmínkami, kam byl uměle zavlečen člověkem. Ukazuje se, že jeho populace jsou velmi početné například ve Španělsku, Francii a Itálii, ačkoli se v těchto lokalitách sumec vyskytuje poměrně krátce. Právě na jihu Evropy jednotlivé lovené kusy dosahují častěji trofejních rozměrů než v oblastech původního výskytu. Je tedy pravděpodobné, že zvýšený úlovek sumce velkého je pozitivně ovlivněn zvětšením populace sumce v Česku v důsledku oteplování vody.

Na druhou stranu jsem se ve své práci musel zamyslet nad dalšími vlivy, které mohou ovlivnit množství ulovených sumců u nás. Jak jsem zmínil již v úvodu, sumec velký je trofejní rybou velmi oblíbenou mezi rybáři. Ze socioekonomických studií (Spurný et al. 2009, 2017) o českých rybářích vyplývá, že sumec byl v roce 2017 téměř o 50 % častěji cílem lovu rybářů než v roce 2009. Z mého šetření v rámci bakalářské práce vychází, že samotní rybáři si myslí, že sumec je v posledních letech zcela určitě pod větším tlakem z jejich strany. Je možné, že tento tlak vyústí v přelovení sumce a v důsledku toho se přestanou vyskytovat trofejní jedinci.

Vysoké, avšak stálé, úlovky sumců jsou patrné i na Slovensku, kde je ve srovnání s ČR podstatně méně registrovaných rybářů (100 000 oproti 315 000 - o 64 % méně; oficiální data SRZ, ČRS a MRS), přitom počet ulovených kusů sumce je přibližně poloviční. Tedy na jednoho slovenského rybáře vychází více ulovených sumců než na českého. Protože sumci jsou na Slovensku pravděpodobně přelovení (Jackson 2001; Froese 2004; Allan et al. 2005; Myers and Worm 2005), odnášeli si slovenští rybáři za posledních 15 let v průměru o 2,5 kg lehčího

sumce než jejich kolegové z ČR (SR 7,1 kg a ČR 9,6 kg; oficiální data SRZ, ČRS a MRS). Problematiku pravděpodobného přelovení sumce velkého na Slovensku by bylo nutné hlouběji prozkoumat, protože podobný problém pravděpodobně hrozí i v revírech ČRS.

Z poznatků mé bakalářské práce vyplývá, že růst teplot má pravděpodobně spíše nezanedbatelný vliv na zvýšené zastoupení sumce velkého v našich vodách, ač pro toto tvrzení existují prozatím pouze nepřímé důkazy. Růst teplot zřejmě ale není hlavním faktorem, který stojí za vyššími úlovky sumce v ČR.

Během zpracovávání této práce jsem dospěl k závěru, že za tímto trendem stojí mnohem pravděpodobněji zejména změna přístupu rybářů k sumci velkému. Tento můj názor potvrzují studie o chování českých rybářů (Spurný et al. 2009; 2017) a stejně tak výsledky mého dotazníkového šetření.

Rád bych se tomuto tématu věnoval i v budoucnosti. Jsem přesvědčen, že data z následujících let potvrdí mé závěry. Pro zpřesnění mých výsledků by bylo zapotřebí získat veřejně nepřístupná data ČHMÚ o teplotách toků. Společně s daty o výskytu sumce v jednotlivých revírech by se dala v budoucnu vysledovat přesnější korelace mezi teplotami vody a úlovky sumce velkého. Stejně tak by bylo pro rozšíření mé práce přínosné získat více relevantních dat do mého dotazníkového šetření, a zpřesnit tak jeho výsledky.

## 6 Seznam použité literatury

- ADÁMEK, Z., M. FAŠAIČ & M. A. SIDI. Prey selectivity in wels (*Silurus glanis*) and african catfish (*Clarias gariepinus*). *Ribarstvo*. 1999, 57(2), 47-60.
- ALLAN, J. D., R. ABELL, Z. HOGAN, C. REVENGA, et al. Overfishing of Inland Waters. *BioScience*. 2005, 55(12), 1041-1051.
- ALP, A., H. M. BÜYÜKÇAPAR & C. KARA. Reproductive biology in a native European catfish, *Silurus glanis* L., 1758, population in Menzelet Reservoir. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2004, 28(3), 613-622.
- ARLINGHAUS, R. Voluntary catch-and-release can generate conflict within the recreational angling community: a qualitative case study of specialised carp, *Cyprinus carpio*, angling in Germany. *Fisheries Management and Ecology*. 2007, 14(2), 161-171.
- ARLINGHAUS, R., M. BORK & E. FLADUNG. Understanding the heterogeneity of recreational anglers across an urban-rural gradient in a metropolitan area (Berlin, Germany), with implications for fisheries management. *Fisheries Research*. 2008, 92(1), 53-62.
- ARLINGHAUS, R. & T. MEHNER. Management preferences of urban anglers. *Fisheries*. 2003, 28(6), 10-17.
- ARLINGHAUS, R., T. MEHNER & I. G. COWX. Reconciling traditional inland fisheries management and sustainability in industrialized countries, with emphasis on Europe. *Fish and Fisheries*. 2002, 3(4), 261-316.

- ARLINGHAUS, R., R. TILLNER & M. BORK. Explaining participation rates in recreational fishing across industrialised countries. *Fisheries Management and Ecology*. 2015, 22(1), 45-55.
- BARUŠ, V., O. OLIVA & M. BARADLAIOVÁ. Mihulovci – Petromyzontes, a ryby – Osteichthyes. Praha: *Academia*, 1995. ISBN 978-80-200-0218-1.
- BAUER, O. N. Spread of parasites and diseases of aquatic organisms by acclimatization: a short review. *Journal of Fish Biology*. 1991, 39(5), 679-686.
- BAUER, O. N., O. N. PUGACHEV a V. N. VORONIN. Study of parasites and diseases of sturgeons in Russia: a review. *Journal of Applied Ichthyology*. 2002, 18(4-6), 420-429.
- BENEJAN, L., J. CAROL, J. BENITO & E. GARCIA-BERTHOU. On the spread of the European catfish (*Silurus glanis*) in the Iberian Peninsula: First record in the Llobregat river basin. *Limnetica*. 2007, 26(1), 169-171.
- BENÍTEZ-GILABERT, M., M. ALVAREZ-COBELAS & D. G. ANGELER. Effects of climatic change on stream water quality in Spain. *Climatic Change*. 2010, 103(3-4), 339-352.
- BERGMAN, E. Temperature-dependent differences in foraging ability of two percids, *Perca fluviatilis* and *Gymnocephalus cernuus*. *Environmental Biology of Fishes*. 1987, 19(1), 45-53.
- BERKELMANS, R., G. DE'ATH, S. KININMONTH & W. J. SKIRVING. A comparison of the 1998 and 2002 coral bleaching events on the Great Barrier Reef: spatial correlation, patterns, and predictions. *Coral Reefs*. 2004, 23(1), 74-83.
- BUCHAR, J. Zoogeografie. 1. vyd. Praha: *Státní pedagogické nakladatelství*, 1983. 199 s.
- BOUJARD, T. Diel rhythms of feeding activity in the European catfish, *Silurus glanis*. *Physiology & Behavior*. 1995, 58(4), 641-645.
- BOULÊTREAU, S., & F. SANTOUL. The end of the mythical giant catfish. *Ecosphere*. 2016, 7(11).
- BOUROUS, G. & D. MURARIU. Comparative diet analysis of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in different habitats: Putna-Vrancea Natural Park and Lower Siret Valley, south eastern Romania. *North-Western Journal of Zoology*. 2017, 13(2): 311-319.
- BRETT, J. R. Energetic Responses of Salmon to Temperature. A Study of Some Thermal Relations in the Physiology and Freshwater Ecology of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). *American Zoologist*. 1971, 11(1), 99-113.
- BRITTON, J. R., J. CUCHEROUSSET, G. D. DAVIES, M. J. GODARD & G. H. COPP. Non-native fishes and climate change: predicting species responses to warming temperatures in a temperate region. *Freshwater Biology*. 2010, 55(5), 1130-1141.
- BRITTON, J. R., R. E. GOZLAN & G. H. COPP. Managing non-native fish in the environment. *Fish and Fisheries*. 2011, 12(3), 256-274.
- BUISSON, L., W. THUILLER, S. LEK, P. LIM & G. GRENOUILLET. Climate change hastens the turnover of stream fish assemblages. *Global Change Biology*. 2008, 14(10), 2232-2248.
- CAISSIE, D. The thermal regime of rivers: a review. *Freshwater Biology*. 2006, 51(8), 1389-1406.
- CAPRA H., H. PELLA, M. OVIDIO. Movements of endemic and exotic fish in a large river ecosystem (Rhône, France). *Proceedings of the 10th International Conference on Ecohydraulics*. June 2014, Trondheim, Norway.
- CAROL J. (2007) Ecology of an invasive fish (*Silurus glanis*) in Catalan Reservoirs. PhD Thesis, 459 University of Girona, Girona.



- CAROL, J., L. BENEJAM, J. BENITO & E. GARCÍA-BERTHOU. Growth and diet of European catfish (*Silurus glanis*) in early and late invasion stages. *Fundamental and Applied Limnology / Archiv für Hydrobiologie*. 2009, 174(4), 317-328.
- CLARKE, A. & N. M. JOHNSTON. Scaling of metabolic rate with body mass and temperature in teleost fish. *Journal of Animal Ecology*. 1999, 68(5), 893-905.
- CLAVERO, M. & E. GARCIA-BERTHOU. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology & Evolution*. 2005, 20(3), 110-110.
- COOKE, S. J. & I. G. COWX. The Role of Recreational Fishing in Global Fish Crises. *BioScience*. 2004, 54(9), 857-859.
- COOK, J., N. ORESKES, P. T. DORAN, et al. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*. 2016, 11(4).
- COPP, G. H., P. G. BIANCO, N. G. BOGUTSKAYA, et al. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology*. 2005, 21(4), 242-262.
- COPP, G. H., J. R. BRITTON, J. CUCHEROUSSET, E. GARCÍA-BERTHOU, et al. Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. *Fish and Fisheries*. 2009, 10(3), 252-282.
- CUCHEROUSSET J., S. BOULÊTREAU, F. AZÉMAR, A. COMPIN, et al. “Freshwater Killer Whales”: Beaching Behavior of an Alien Fish to Hunt Land Birds. *PLoS ONE*. 2012, 7(12).
- CUCHEROUSSET, J., P. HORKÝ, O. SLAVÍK, et al. Ecology, behaviour and management of the European catfish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2018, 28(1), 177-190.
- CUNICO, A., & J. VITULE. First records of the European catfish, *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 in the Americas (Brazil). *BioInvasions Records*. 2014, 3(2), 117-122.
- ČECH, M. & P. ČECH. The role of floods in the lives of fish-eating birds: predator loss or benefit? *Hydrobiologia*. 2013, 717(1), 203-211.
- ČECH, M. & P. ČECH. Non-fish prey in the diet of an exclusive fish-eater: the Common Kingfisher *Alcedo atthis*. *Bird Study*. 2015, 62(4), 457-465.
- ČECH, M. & P. ČECH. Effect of Brood Size on Food Provisioning Rate in Common Kingfishers *Alcedo atthis*. *Ardea*. 2017, 105(1) 6-18.
- ČECH, M., P. ČECH, J. KUBEČKA, M. PRCHALOVÁ & V. DRAŠTÍK. Size Selectivity in Summer and Winter Diets of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*): Does it Reflect Season-Dependent Difference in Foraging Efficiency? *Waterbirds*. 2008, 31(3), 438-447.
- ČECH, M. & L. VEJŘÍK. 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*. 2011, 60(2), 129-142.
- DANĚK, T., L. KALOUS, M. PETRTÝL & P. HORKÝ. Move or die: change in European catfish (*Silurus glanis* L.) behaviour caused by oxygen deficiency. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 2014, (414).
- DAVID, J. A. Water quality and accelerated winter growth of European catfish using an enclosed recirculating system. *Water and Environment Journal*. 2006, 20(4), 233-239.
- DIAZ, R. J. & R. ROSENBERG. Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. *Science*. 2008, 321(5891), 926-929.
- DLUGOKENCKY, E. J. Atmospheric methane levels off: Temporary pause or a new steady-state? *Geophysical Research Letters*. 2003, 30(19).

- DUDGEON, D., A. H. ARTHINGTON, M. O. GESSNER, et al. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*. 2006, 81(02).
- DUKES, J. S., & H. A. MOONEY. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology & Evolution*. 1999, 14(4), 135-139.
- ELVIRA, B. Conservation status of endemic freshwater fish in Spain. *Biological Conservation*. 1995, 72(2), 129-136.
- ELVIRA, B. Identification of non-native freshwater fishes established in Europe and assessment of their potential threats to the biological diversity. *Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Strasbourg, France*. 2001.
- ELVIRA, B. & A. ALMODOVAR. Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century. *Journal of Fish Biology*. 2001, 59(sa), 323-331.
- ETHERIDGE, D. M., G. I. PEARMAN & P. J. FRASER. Changes in tropospheric methane between 1841 and 1978 from a high accumulation-rate Antarctic ice core. *Tellus B*. 1992, 44(4), 282-294.
- FEULNER, G., S. RAHMSTORF, A. LEVERMANN & S. VOLKWARDT. On the Origin of the Surface Air Temperature Difference between the Hemispheres in Earth's Present-Day Climate. *Journal of Climate*. 2013, 26(18), 7136-7150.
- FIELD, C.B., V.R. BARROS, D.J. DOKKEN, K.J. MACH, et al. (eds.) (2014). IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
- FROESE, R. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*. 2004, 5(1), 86-91.
- GARCÍA-BERTHO, E., D. BOIX & M. CLAVERO. Non-indigenous animal species naturalized in Iberian inland waters. GHERARDI, F., ed. Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. *Dordrecht: Springer Netherlands*, 2007, 123-140.
- GEORGIEVA, K., C. BIANCHI & B. KIROV. Once again about global warming and solar activity. *Memorie della Societa Astronomica Italiana*. 2005.
- GKENAS, C., J. GAGO, N. MESQUITA, M. J. ALVES & F. RIBEIRO. First record of *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 in Portugal (Iberian Peninsula). *Journal of Applied Ichthyology*. 2015, 31(4), 756-758.
- GRAHAM, C. T. & C. HARROD. Implications of climate change for the fishes of the British Isles. *Journal of Fish Biology*. 2009, 74(6), 1143-1205.
- GRAHAM, N., S. PUEPPKE & T. UDERBAYEV. The Current Status and Future of Central Asia's Fish and Fisheries: Confronting a Wicked Problem. *Water*. 2017, 9(9).
- GRIFFITHS, D. & C. HARROD. Natural mortality, growth parameters, and environmental temperature in fishes revisited. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2007, 64(2), 249-255.
- GUILLERAULT, N., S. DELMOTTE, S. BOULËTREAUX, C. LAUZERAL, et al. Does the non-native European catfish *Silurus glanis* threaten French river fish populations? *Freshwater Biology*. 2015, 60(5), 922-928.
- HANEL, L., & J. ANDRESKA. Ryby evropských vod v ilustracích Květoslava Híška. Praha: *Aventinum*, 2013. ISBN 9788074420382.
- HANEL, L., & S. LUSK. Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana. Vlašim: *Český svaz ochránců přírody Vlašim*, 2005. ISBN 8086327493.

- HANEL, M., A. VIZINA, P. MÁČA & J. PAVLÁSEK. A Multi-Model Assessment of Climate Change Impact on Hydrological Regime in the Czech Republic. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. 2012, 60(3), 152-161.
- HARROD, C. Climate change and freshwater fisheries. CRAIG, J. F., ed. *Freshwater Fisheries Ecology*. Chichester, UK: John Wiley, 2015, 2015-09-12, s. 641-694.
- HARVELL, C. D. Climate Warming and Disease Risks for Terrestrial and Marine Biota. *Science*. 2002, 296(5576), 2158-2162.
- HELLMANN, J. J., J.E. BYERS, B. G. BIERWAGEN & J. S. DUKES. Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species. *Conservation Biology*. 2008, 22(3), 534-543.
- HERON, S. F., J. A. MAYNARD, R. VAN HOOIDONK & C. M. EAKIN. Warming Trends and Bleaching Stress of the World's Coral Reefs 1985–2012. *Scientific Reports*. 2016, 6(1).
- HICKLEY, P. & S. CHARE. Fisheries for non-native species in England and Wales: angling or the environment? *Fisheries Management and Ecology*. 2004, 11(3-4), 203-212.
- HILGE, V. The influence of temperature on the growth of the European catfish (*Silurus glanis* L.). *Journal of Applied Ichthyology*. 1985, 1(1), 27-31.
- HOUGHTON, J. T. Globální oteplování: úvod do studia změn klimatu a prostředí. *Praha: Academia*, 1998. ISBN 80-200-0636-2.
- HUTT, C. P., K. M. HUNT, J. W. SCHLECHTE & D. L. BUCKMEIER. Effects of Catfish Angler Catch-Related Attitudes on Fishing Trip Preferences. *North American Journal of Fisheries Management*. 2013, 33(5), 965-976.
- JACKSON, J. B. C. Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. *Science*. 2001, 293(5530), 629-637.
- JĘDRZEJEWSKA, B., V. E. SIDOROVICH, M. M. PIKULIK & W. JĘDRZEJEWSKI. Feeding habits of the otter and the American mink in Białowieża Primeval Forest (Poland) compared to other Eurasian populations. *Ecography*. 2001, 24(2), 165-180.
- JEPPESEN, E., M. MEERHOFF, K. HOLMGREN, et al. Impacts of climate warming on lake fish community structure and potential effects on ecosystem function. *Hydrobiologia*. 2010, 646(1), 73-90.
- JOHNSON, A. C., M. C. ACREMAN, M. J. DUNBAR, et al. The British river of the future: How climate change and human activity might affect two contrasting river ecosystems in England. *Science of The Total Environment*. 2009, 407(17), 4787-4798.
- JOHNSON, C. R. & A. R.O. CHAPMAN. Seaweed invasions: introduction and scope. *Botanica Marina*. 2007, 50(5/6).
- JORGENSEN, C., K. ENBERG, E. S. DUNLOP, et al. Ecology: Managing Evolving Fish Stocks. *Science*. 2007, 318(5854), 1247-1248.
- KADRNOŽKA, J. Globální oteplování Země: příčiny, průběh, důsledky, řešení. Brno: *VUTIUM*, 2008. ISBN 978-80-214-3498-1.
- KLAUS, V. Modrá planeta v ohrožení: (sborník nových textů o globálním oteplování). Praha: *Dokořán*, 2009. ISBN 978-80-7363-277-9.
- KUCHARCZYK, D., M. LUCZYNSKI, R. KUJAWA & P. CZERKIES. Effect of temperature on embryonic and larval development of bream. *Aquatic Sciences*. 1997, 59(3).
- KYSELÝ, J. & R. BERANOVÁ. Climate-change effects on extreme precipitation in central Europe: uncertainties of scenarios based on regional climate models. *Theoretical and Applied Climatology*. 2009, 95(3-4), 361-374.

- LAUGEN, A. T., G. H. ENGELHARD, R. WHITLOCK, et al. Evolutionary impact assessment: accounting for evolutionary consequences of fishing in an ecosystem approach to fisheries management. *Fish and Fisheries*. 2014, 15(1), 65-96.
- LEPRIEUR, F., O. BEAUCHARD, S. BLANCHET, T. OBERDORFF, et al. Fish Invasions in the World's River Systems: When Natural Processes Are Blurred by Human Activities. *PLoS Biology*. 2008, 6(2).
- LEUNDA, P. Impacts of non-native fishes on Iberian freshwater ichthyofauna: current knowledge and gaps. *Aquatic Invasions*. 2010, 5(3), 239-262.
- LEWIN, W. C., R. ARLINGHAUS & T. MEHNER. Documented and Potential Biological Impacts of Recreational Fishing: Insights for Management and Conservation. *Reviews in Fisheries Science*. 2007, 14(4), 305-367.
- LINHART, O., M. RODINA & D. GELA. Umělý výtěr sumce velkého s využitím enzymu při odlepkování jiker. Vodňany: *Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity*, 2001. Metodik. ISBN 80-85887-40-1.
- LOANNIS, L., K. LFIGENIA & A. TRIANTAFYLLIDIS. Threatened fishes of the world: *Silurus aristotelis* (Agassiz 1856) (Siluridae). *Environmental Biology of Fishes*. 2007, 78(3), 285-286.
- LYACH, R., P. BLABOLIL & M. ČECH. Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* feed on larger fish in late winter. *Bird Study*. 2018, 65(2), 249-256.
- LYACH, R. & M. ČECH. Do otters target the same fish species and sizes as anglers? A case study from a lowland trout stream (Czech Republic). *Aquatic Living Resources*. 2017, 30.
- MCBRYAN, T. L., K. ANTTILA, T. M. HEALY & P. M. SCHULTE. Responses to Temperature and Hypoxia as Interacting Stressors in Fish: Implications for Adaptation to Environmental Change. *Integrative and Comparative Biology*. 2013, 53(4), 648-659.
- MIHÁLIK, Jozef. Sumec. Praha: *Státní zemědělské nakladatelství*, 1968. Naše ryby.
- MITCHELL, J. F. B. The "Greenhouse" effect and climate change. *Reviews of Geophysics*. 1989, 27(1).
- MOYLE, P. B. & T. LIGHT. Fish Invasions in California: Do Abiotic Factors Determine Success? *Ecology*. 1996, 77(6), 1666-1670.
- MYERS, R. A. & B. WORM. Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2005, 360(1453), 13-20.
- NOVICKÝ, O. Teploty vody v tocích České republiky. Praha: *Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka*, 2009. ISBN 978-80-85900-91-0.
- PAERL, H.W., L. M. VALDES, M. F. PIEHLER & C. A. STOW. Assessing the Effects of Nutrient Management in an Estuary Experiencing Climatic Change: The Neuse River Estuary, North Carolina. *Environmental Management*. 2006, 37(3), 422-436.
- PAERL, H. W. & J. HUISMAN. CLIMATE: Blooms Like It Hot. *Science*. 2008, 320(5872), 57-58.
- PARMESAN, C. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2006, 37(1), 637-669.
- PASCHOS, I., C. NATHANAILIDES, C. PERDIKARIS & M. TSOUMANI. Comparison of morphology, growth and survival between *Silurus glanis*, *S. aristotelis* and their hybrid during larval and juvenile stages. *Aquaculture Research*. 2004, 35(1), 97-99.
- PÖRTNER, H. O. & M. A. PECK. Climate change effects on fishes and fisheries: towards a cause-and-effect understanding. *Journal of Fish Biology*. 2010, 77(8), 1745-1779.

- RAHEL, F. J. Homogenization of Freshwater Faunas. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 2002, 33(1), 291-315.
- RAINBOW, P. Impacts of invasions by alien species. *Journal of Zoology*. 1998, 246(2), 247-248.
- REES, E. M. A., V. R. EDMONDS-BROWN, M. F. ALAM, R. M. WRIGHT, et al. Socio-economic drivers of specialist anglers targeting the non-native European catfish (*Silurus glanis*). UK. *PLOS ONE*. 2017, 12(6).
- RIGBY, M., R. G. PRINN, P. J. FRASER, et al. Renewed growth of atmospheric methane. *Geophysical Research Letters*. 2008, 35(22).
- RODRÍGUEZ-LABAJOS, B. (2014) Socio-economics of aquatic bioinvasions in Catalonia reflexive science for management support. Universitat Autònoma de Barcelona. TDX (Tesis Doctorals en Xarxa).
- ROOT, T. L., J. T. PRICE, K. R. HALL, S. H. SCHNEIDER, et al. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*. 2003, 421(6918), 57-60.
- SLAVÍK, O., P. HORKÝ, L. BARTOŠ, J. KOLÁŘOVÁ & T. RANDÁK. Diurnal and seasonal behaviour of adult and juvenile European catfish as determined by radio-telemetry in the River Berounka, Czech Republic. *Journal of Fish Biology*. 2007, 71(1), 101-114.
- SMITH, A. L., N. HEWITT, N. KLENK, et al. Effects of climate change on the distribution of invasive alien species in Canada: a knowledge synthesis of range change projections in a warming world. *Environmental Reviews*. 2012, 20(1), 1-16.
- SMITH, K. G. & W. R. T. DARWALL. *The status and distribution of freshwater fish endemic to the Mediterranean basin*. Gland, Switzerland: The World Conservation Union (IUCN), 2006. ISBN 978-2-8317-0908-6.
- SOLANKI, S. K. & N. A. KRIVOVA. Can solar variability explain global warming since 1970? *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. 2003, 108(A5).
- SOLOMON, S., D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, et al. (eds.) (2007). IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- SPALDING, M. D. & B. E. BROWN. Warm-water coral reefs and climate change. *Science*. 2015, 350(6262), 769-771.
- STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, et al. (eds.) (2013). IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- STONE, R. The Last of the Leviathans. *Science*. 2007, 316(5832), 1684-1688.
- SPURNÝ, P., J. MAREŠ, R. KOPP & J. FIALA. (2003). Socioekonomická studie sportovního rybolovu v České republice. Mendel University in Brno, 26 pp.
- SPURNÝ, P., J. MAREŠ, R. KOPP, J. FIALA & T. VÍTEK. (2009). Socioekonomická studie sportovního rybolovu v České republice. Mendel University in Brno, 44 pp.
- SPURNÝ, P., J. MAREŠ, R. KOPP, J. GRMELA, et al. (2017). Socioekonomická studie sportovního rybolovu v České republice. Mendel University in Brno, 40 pp.
- STRAYER, D. L. & D. DUDGEON. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*. 2010, 29(1), 344-358.
- SUMNER, D. M. & G. BELAINEH. Evaporation, precipitation, and associated salinity changes at a humid, subtropical estuary. *Estuaries*. 2005, 28(6), 844-855.

- TIBBY, J. & D. TILLER. Climate–water quality relationships in three Western Victorian (Australia) lakes 1984–2000. *Hydrobiologia*. 2007, 591(1), 219-234.
- ULIKOWSKI, D. European catfish (*Silurus glanis* L.) reproduction outside of the spawning season. *Archives of Polish Fisheries*. 2004, 12. 121-131.
- VAQUER-SUNYER, R. & C. M. DUARTE. Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2008, 105(40), 15452-15457.
- VEJŘÍK, L., I. MATĚJČKOVÁ, T. JŮZA, et al. Small fish use the hypoxic pelagic zone as a refuge from predators. *Freshwater Biology*. 2016a, 61(6), 899-913.
- VEJŘÍK, L., I. MATĚJČKOVÁ, J. SEĎA, et al. Who Is Who: An Anomalous Predator-Prey Role Exchange between Cyprinids and Perch. *PLOS ONE*. 2016b, 11(6).
- VEJŘÍK, L., I. VEJŘÍKOVÁ, P. BLABOLIL, et al. European catfish (*Silurus glanis*) as a freshwater apex predator drives ecosystem via its diet adaptability. *Scientific Reports*. 2017, 7(1).
- VEJŘÍK, L., I. VEJŘÍKOVÁ, L. KOČVARA, et al. The pros and cons of the invasive freshwater apex predator, European catfish *Silurus glanis*, and powerful angling technique for its population control. *Journal of Environmental Management*. 2019, 241, 374-382.
- VEJŘÍK, L. (2018) Biology of predatory fishes in dam reservoirs and lakes. Ph.D. Thesis. University of South Bohemia, Faculty of Science, School of Doctoral Studies in Biological Sciences, České Budějovice, Czech Republic, 178 pp.
- WALTHER, G., E. POST, P. CONVEY, et al. Ecological responses to recent climate change. *Nature*. 2002, 416(6879), 389-395.
- WARREN, D. R., J. M. ROBINSON, D. C. JOSEPHSON, D. R. SHELDON & C. E. KRAFT. Elevated summer temperatures delay spawning and reduce redd construction for resident brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Global Change Biology*. 2012, 18(6), 1804-1811.
- WILSON, J. C., N. P. NIBBELINK & D. L. PETERSON. Thermal tolerance experiments help establish survival probabilities for tilapia, a group of potentially invasive aquatic species. *Freshwater Biology*. 2009, 54(8), 1642-1650.
- WYSUJACK, K. & T. MEHNER. Can feeding of European catfish prevent cyprinids from reaching a size refuge? *Ecology of Freshwater Fish*. 2005, 14(1), 87-95.