

Stanovení obsahu rtuti v rybách z řeky Moravy v úseku toku Napajedla

Filip Horák

Bakalářská práce
2014

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip Horák**
Osobní číslo: **T11827**
Studijní program: **B2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Inženýrství ochrany životního prostředí**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Stanovení obsahu rtuti v rybách z řeky Moravy
v úseku toku Napajedla**

Zásady pro vypracování:

1. Popište význam ryb z hlediska jejich funkce v ekosystémech i jejich užitku pro člověka.
2. Vypracujte literární rešerši o vlivu rtuti na živé organismy a její akumulaci v potravních řetězcích.
3. Provedte odběr vzorků vybraných druhů ryb ve zvolené lokalitě a provedte u nich stanovení obsahu rtuti pomocí analyzátoru rtuti AMA 254.
4. Získané výsledky kriticky zhodnoťte a přehledně zpracujte v souladu s požadavky FT UTB na kvalifikační práce.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- Houserova et al.: Total mercury and mercury species in birds and fish in an aquatic ecosystem in the Czech Republic, *Environmental Pollution* 145, pp. 185–194, 2007.
- Knightes et al.: Application of Ecosystem–Scale Fate and Bioaccumulation Models to Predict Fish Mercury Response Times to Changes in Atmospheric Deposition, *Environmental Toxicology and Chemistry* 28, pp. 881–893, 2009.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Vratislav Bednařík, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

10. února 2014

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2014

Ve Zlíně dne 10. února 2014



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Mgr. Marek Koutný, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby 1);
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 2);
- beru na vědomí, že podle § 60 3) odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 3) odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 30. 5. 2014

.....

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihledne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Teoretická část bakalářské práce se zabývá vlivem ryb na vodní ekosystém a výskytem rtuti pocházející z různých zdrojů v životním prostředí. V praktické části byla stanovena koncentrace rtuti u devíti druhů ryb, které se vyskytují v daném úseku. Analýza byla provedena za pomoci atomového absorpčního spektrometru AMA 254. Naměřené výsledky byly zpracovány a zkontrolovány s legislativní normou EU.

Klíčová slova: rtuť, ryby, životní prostředí,

ABSTRACT

The theoretical part of the bachelor's thesis deals with the influence of fish on the aquatic ecosystem and the occurrence of mercury coming from various sources in the environment. In the practical part the concentration of mercury was determined for nine species of fish that occurred in the given section. Analysis was performed by using atomic absorption spectrometer AMA254. Measured results were processed and checked with the legal standard of the EU.

Keywords: mercury, fish, the environment

Poděkování,

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vratislavovi Bednaříkovi, Ph.D. za účinnou pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

„Daruješ-li člověku rybu, nakrmíš ho na den, naučíš-li ho lovit, dáš mu potravu pro celý život.“

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VÝZNAM RYB Z HLEDISKA JEJICH FUNKCE V EKOSYSTÉMECH I JEJICH UŽITKU PRO ČLOVĚKA.....	11
1.1 RYBY JAKO POTRAVINA.....	12
1.2 RYBY A JEJICH PROSTŘEDÍ.....	13
1.3 VÝZNAM RYB PRO ČLOVĚKA	13
2 RTUŤ A JEJÍ VLASTNOSTI.....	14
2.1 HISTORIE RTUTI.....	14
2.1.1 Charakteristika rtuti.....	14
2.2 VÝSKYT RTUTI V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ.....	15
2.2.1 Koloběh rtuti v ekosystému	16
2.2.2 Metoda stanovení	17
3 CHARAKTERISTIKA ODLOVENÝCH RYB	18
3.1.1 Okoun říční (Perca fluviatilis).....	18
3.1.1 Jelec tloušť (Leuciscus cephalus).....	19
3.1.2 Podoustev říční (Vimba vimba)	20
3.1.3 Plotice obecná (Rutilus rutilus).....	21
3.1.4 Hrouzek obecný (Gobio gobio).....	22
3.1.5 Oklejš obecná (Alburnus alburnus)	23
3.1.6 Pstruh duhový (Salmo gairdnerii)	24
3.1.7 Úhoř říční (Anguilla Anguilla).....	25
3.1.8 Sumec velký (Silurus glanis)	26
4 STANOVENÍ RTUTI Z VYBRANÝCH VZORKŮ RYB.....	29
4.1 ODBĚR VZORKŮ.....	29
4.2 TECHNIKA RYBOLOVU	31
4.3 PŘÍPRAVA VZORKŮ PRO STANOVENÍ RTUTI.....	32
4.4 PŘEHLED ULOVENÝCH RYB	32
4.5 STANOVENÍ RTUTI NA ANALYZÁTORU AMA 254	33
4.6 VÝSLEDKY STANOVENÍ RTUTI VE VZORCÍCH RYB	34
5 ZÁVĚR.....	36
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	37
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	39
SEZNAM OBRÁZKŮ	40
SEZNAM TABULEK.....	41

ÚVOD

Ryby patří mezi nejstarší žijící obratlovce a veškeré jejich životní pochody probíhají ve vodě. Vodnímu prostředí se tyto živočichové přizpůsobili tak dokonale, že osídlili prakticky všechny vody zemského povrchu, a to vysokohorských říček, obrovských hlubin oceánů, stojatých vod až po ledovcové bystřiny. Rozdílnost těchto životních podmínek se projevuje i v pestrosti tvarů rybího těla.

Ryby jsou i nejpočetnější a nejvíce hospodářsky využívanou skupinou obratlovců. Obsahují potřebné látky, které si lidský organismus nedokáže sám vytvořit, jako jsou např. biologicky vysoce hodnotné nenasycené mastné kyseliny, bílkoviny, vitamíny či stopové prvky[1].

Znečištění vodního prostředí cizorodými látkami je proto významným faktorem ovlivňujícím zdravotní stav ryb, jejich reprodukci i hygienickou kvalitu. V rámci rozvoje průmyslu ve 20. století, došlo ke značnému zvýšení množství chemických látek v životním prostředí. Jejich negativní vliv je velmi složitý a často je nemožné tyto látky prokázat. Na živé organismy nepůsobí jednotlivé kontaminanty samostatně, ale v různých směsích, v nichž se v přírodě nevyskytují. Hlavními zdroji cizorodých látek ve vodním prostředí jsou průmysl, zemědělství a komunální odpadní vody (i vyčištěné v ČOV). Mezi nejzávažnější a cizorodé látky patří toxické kovy Cd, Hg či Pb a organochlorované sloučeniny (např. polychlorované bifenyly - PCB, hexachlorbenzen - HCB, PCDD a PCDF). Větší část těchto sloučenin v životním prostředí stále přetrvává a to především v kontaminovaných usazeninách toků, nádržích a také ve starých ekologických zátěžích nacházející se poblíž vodních toků. Z nich se tyto látky do vodního prostředí neustále uvolňují a ovlivňují potravní řetězce, jejichž součástí jsou i ryby.

Z cizorodých látek, pro které jsou stanoveny hygienické limity koncentrací v rybím mase, je u českých ryb nejvíce znepokojující rtuť. Rtuť se ukládá v tkáních, proto se u ryb s rostoucím věkem zvyšuje i koncentrace tohoto těžkého kovu. Z hlediska jednotlivých tkání bývají nejvyšší hodnoty obsahu rtuti zjišťovány ve svalovině, u silně zasažených míst pak i v játrech. Hygienický limit pro obsah rtuti ve svalovině ryb je evropskou směrnicí stanoven na $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ svaloviny, v případě ryb dravých na 1 mg.kg^{-1} [3].

Cílem bakalářské práce je stanovit množství rtuti ve svalovině vybraných druhů dravých a nedravých ryb z řeky Moravy v oblasti města Napajedla a vyhodnotit, zda výsledky splňují platné hygienické limity dle evropské směrnice.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝZNAM RYB Z HLEDISKA JEJICH FUNKCE V EKOSYSTÉMECH I JEJICH UŽITKU PRO ČLOVĚKA

Ryby je skupina vodních obratlovců vyznačujících se osifikovanou kostrou (v určitých případech může být kostra druhotně chrupavčitá) a skřelemi kryjícími žábry. Mezi ryby patří dvě třídy obratlovců, svaloploutví (*Sarcopterygii*) a paprskoploutví (*Actinopterygii*).

Ryby jsou přizpůsobeny životu ve vodě, obývají sladké, brakické (smíšené) i slané vody, včetně extrémních biotopů, jako jsou sodné termální prameny, periodicky vysychající vody nebo vody podzemní. Některé druhy ryb jsou obojživelné a určitý čas tráví na souši. Počet recentních druhů kostnatých ryb se odhaduje na 24 000–30 000. Variabilita ryb je obrovská. Patří mezi ně druhy dravé, všežravé, býložravé i parazitické, druhy žijící samotářsky, v párech i ve stotisícových hejnech. Nejmenší ryby patří mezi nejmenší obratlovce vůbec (8 mm v dospělosti), zatímco jiné dosahují více než 4 metry délky.

Ryby mají nezastupitelnou roli ve vodních ekosystémech a mají také velký význam ekonomický – jsou významnou lidskou potravou, ale i předmětem obchodu pro okrasné účely.

Podle vodního prostředí, ve kterém žijí, dělíme ryby na:

- Sladkovodní
- Brakické - směs sladké a mořské vody, například v ústí řek
- Mořské
- Tažné - které se dále člení na:

Anadromní - žijí ve slané vodě, ale rozmnožují se ve sladké vodě (např. losos)

Katadromní - žijí naopak ve sladké vodě, ale rozmnožují se ve slané vodě (např. úhoř)

- Polotažné – během života mění místa svého pobytu [2].

1.1 Ryby jako potravina

Rybí maso je vysoce hodnotná potravina, která poskytuje lidskému organismu stavební materiál, energii a ochranné látky. Tepelně upravené rybí maso je lehce stravitelné a je vhodnou dietní potravinou, zejména pro ty, kteří trpí kornatěním cév a dnou.

Složení rybího masa (liší se podle druhu):

- Bílkoviny 17 – 20 %

Bílkoviny v rybím mase jsou dobře stravitelné, protože obsahují nepatrný podíl pojivové tkáně (méně než 2 %). Mají vysokou biologickou hodnotu. Snadno se transformují na bílkoviny lidského těla a mají vysoký podíl esenciálních aminokyselin, jako je valin, leucin, threonin, lysin a tryptofan.

- Tuky 1 – 20 % (1 až 25 % - úhoř)

Ryby s obsahem tuku do 2 % se považují za netučné (např. aljašská treska), 2 – 10 % za středně tučné (např. okouník, pstruh), nad 10 % za tučné (např. makrela, losos, úhoř, sled). U tučných ryb je vysoký podíl omega-3 MK (DHA a EPA). Ryby, které pochází z akvakultur (např. losos obecný nebo pstruh duhový) jsou dobrým zdrojem omega-3 MK, pokud příkrmy obsahují rybí tuk. Zatím co pangasius a tilapie mají nízký obsah omega-3 MK, protože krmivo obsahuje převážně rostlinné oleje.

- Sacharidy 1 %
- Voda cca 75 %
- Minerálních a stopové prvky 1,2 % - sodík, draslík, vápník, fosfor, jód, hořčík, zinek, selen
- Vitamíny – A, B1, B2

Kvalita rybího masa závisí na mnoha faktorech. Chutnost rybího masa závisí na prostředí, ve kterém ryby žijí, potravě kterou přijímají, hmotnosti, stáří, druhu, době výlovu. Rybí maso je nejchutnější před třením a nejvíce z hlediska obsahu vitamínu v mase jsou středně velké ryby žijící v proudících vodách.

Jelikož rybí maso má vyšší obsah vody, vlivem které se rychle kazí a mohou v něm vznikat biogenní aminy – histamin a tryptamin, parazitární nákazy, je nutné ho co nejrychleji zpracovat [3].

1.2 Ryby a jejich prostředí

Pro ryby, jejichž rozšíření na Zemi i početnost jejich populací je omezována jednak souborem fyzikálních a chemických vlastností vody, jakými jsou slanost, teplota, množství rozpuštěného kyslíku, kyselost, koncentrace základních živin a světlo, jednak vztahy mezi jednotlivými druhy. Člověk svou činností ovlivňuje populace ryb tím, že je loví, a také, že likviduje trdliště, vysušuje rozsáhlá území, regulují toky atd. Zemědělství a průmysl, výrazně zhoršují kvalitu vody. Veškerá lidská činnost může působit na druhovou pestrost a početnost ryb. Ryby, podobně jako ostatní organismy, jsou do určité míry se schopny přizpůsobit měnícím se podmínkám, jejich přizpůsobivost však není neomezená [2].

Pro ryby a další organismy jsou škodlivé toxické odpady průmyslových podniků, obsahující např. soli těžkých kovů (měď, olovo, nikl, kadmium, rtuť a další). Všechny tyto látky jsou pro ryby nebezpečné v koncentracích tisícín miligramu až jednoho miligramu na litr vody. V potravních řetězcích se v tělech řas, korýšů a ryb škodlivé látky kumulují, a mohou se tak dostat až do těla člověka (např. v zálivu Minamata v Japonsku zemřelo v roce 1956 přes 40 lidí, kteří se živili rybami lovenými poblíž výpusti odpadních vod závodu na výrobu acetaldehydu, kde byla používána rtuť jako katalyzátor)[2].

1.3 Význam ryb pro člověka

Pro člověka jsou ryby důležitým zdrojem potravy. Už paleolitický lovec využíval migrací ryb k tomu, aby si vytvořil zásoby potravy na období nedostatku. Problémem bylo však jejich uskladňování a uchovávání. Sušení a nasolování byly pravděpodobně první způsoby uchování rybího masa. Studium šupin a obratlů z odpadních jam v táborech paleolitických lovců je dnes možno zjistit druhy i velikost ryb, které tito lidé lovili.

Svalovina ryb obsahuje v sušině 15-30 % bílkovin, to je víc, než obsahuje svalovina ostatních hospodářských zvířat, která člověk chová pro maso. Rybí maso obsahuje všech deset aminokyselin nezbytných pro člověka a je významným zdrojem jódu, fosforu, draslíku, železa, mědi a vitamínů A a D. Vzhledem k nízkému obsahu cukrů je důležitou složkou diet.

Mořské ryby jsou až na nepatrné výjimky pouze loveny, aniž by se kdokoli zabýval jejich chovem. To je však hospodaření na úrovni pravěkého sběrače a lovce [5].

2 RTUŤ A JEJÍ VLASTNOSTI

2.1 Historie rtuti

Z historického hlediska otrava rtutí je velmi pestrá a zajímavá. Rumělká se používala jako barvivo v zemích jako byl tehdejší Egypt, Indie nebo taky v Číně. V dávných dobách byl objeven i účinek rtuti a jejích sloučenin, neboť se nacházejí mezi léky. O nemocnění otroků vlivem rtuti, kteří pracovali v hispánských dolech, se objevují prameny již v počátcích římského císařství. V ohrožení byly i osoby nepřímo pracující se rtutí: námořníci, kteří přímo dopravovali rtuť na svých plavidlech. Se rtutí přichází i v současnosti do kontaktu i řada lidí, jelikož její možnosti použití je velice široké například: usměrňovače, elektrolysa, teploměry, polarografy a další přístroje. Dále mořidla, léky a barviva.

Obrovským výskytem velmi vážných onemocnění kvůli přítomnosti rtuti ve vodách a také rybách směřuje k nejnovější době k velmi intenzivnímu výzkumu a přísným hygienickým opatřením [6].

2.1.1 Charakteristika rtuti

Rtuť je jediný kov za normální teploty tekutý. Jeho vlastností je značná tenze par. Při 20 °C je rovnovážná koncentrace ve vzduchu 15 mg Hg.m⁻³ a při teplotě 40 °C již 68 mg Hg.m⁻³. Nejvyšší povolená koncentrace činí 0,1 mg Hg.m⁻³ [7].

Rtuť se v lidském těle objevuje v množství 1 až 10 µg.kg⁻¹. Daný biologický význam skrz dosavadních výzkumů nemá [6].

Tři toxikologicky odlišné formy rtuti:

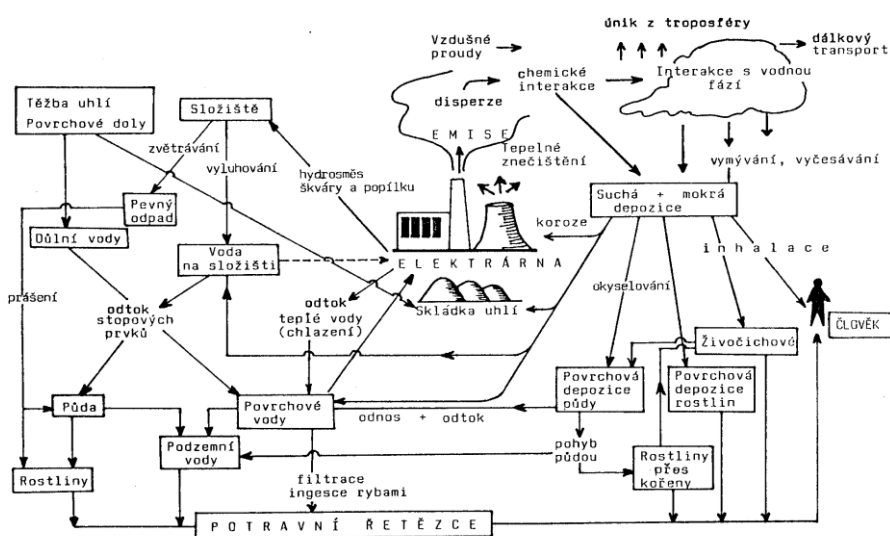
- a) Elementární rtuť (kovová Hg⁰): vypařuje se do prostředí i za běžných teplot, při inhalaci značně toxická.
- b) Anorganická rtuť: vstřebává se hlavně po pozření
 - Ionty rtuťné (Hg²⁺): př. sloučeniny Hg₂Cl₂ – chlorid rtuťný (tzv. kalomel) z důvodu, že je méně rozpustný ve vodě tak není do jisté míry toxický.
 - Ionty rtuťnaté (Hg²⁺): př. sloučeniny HgCl₂ – chlorid rtuťnatý (tzv. sublimát) z důvodu dobré rozpustnosti ve vodě se jedná o prudký jed.
- c) Organické sloučeniny: vstřebávají se z hlavně z GIT.

- Dimethylrtuť (DMR): poměrně těžká a vysoce toxická. Z GIT se vstřebává u člověka z 90% [8].

2.2 Výskyt rtuti v životním prostředí

Emise rtuti z životního prostředí. Složka, jako je rtuť, je mezi kovy přirozeně se nacházející. Vyskytuje se ve všech složkách životního prostředí. Do životního prostředí se rtuť uvolňuje jak z přírodních zdrojů (např. zvětráváním minerálů, sopečná činnost), tak i v neposlední řadě lidskou činností [9].

Antropogenní emise těžkých kovů nabývají na smyslu od doby rozvoje průmyslu. Pozorování antropogenních emisí rtuti se zpravidla neodděluje od pozorování emisí ostatních kovů, protože zdroje jsou ve většině případů stejné. Emise rtuti jsou proto monitorovány a vyhodnocovány spolu s ostatními kovy (olovo, kadmium). Z hlediska metodik, používaných pro kvantifikaci a bilanci emisí, to však není, vzhledem k odlišným vlastnostem rtuti zcela korektní. Antropogenní zdroje činí 60-80 % znečištění životního prostředí rtutí. Mezi hlavní antropogenní zdroje rtuti patří vyluhování rtuti z hlusiny v lokalitách s aktivní i ukončenou těžbou rtuti, spalování uhlí a jiných fosilních paliv, výroba chlóru, vyluhování z odpadů obsahujících sloučeniny rtuti na skládkách, vypouštění kontaminovaných komunálních vod, výroba cementu, tavení kovů, odpady z chemického průmyslu, používání fungicidně upravených semen a těžba vzácných kovů amalgamací. I přes omezování těžby a používání rtuti uniká v současné době do životního prostředí dvojnásobné až trojnásobné množství rtuti než tomu bylo v 18. století [9].

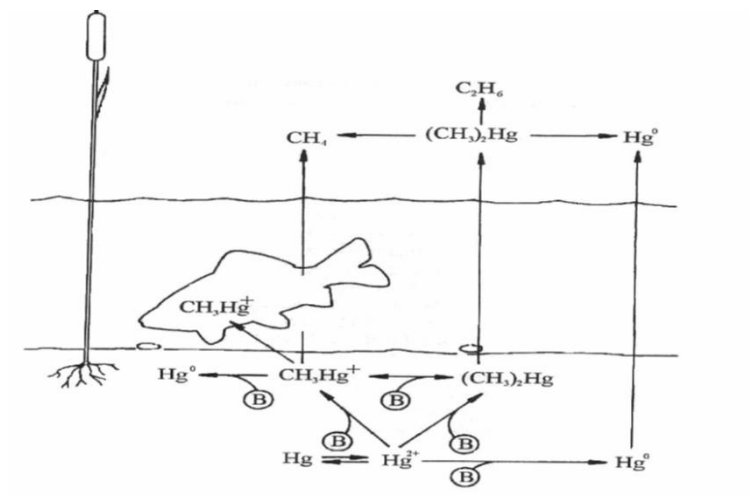


Obrázek č. 1: Antropogenní zdroje rtuti [9]

2.2.1 Koloběh rtuti v ekosystému

Rtuť se může nacházet v životním prostředí v nejrůznějších formách. Různé formy výskytu určují možnost a míru její bioakumulace v jednotlivých trofických úrovních a samozřejmě i toxicitu. V současné době, jsou z hlediska koloběhu rtuti v životní prostředí, nejvýznamnější tyto formy:

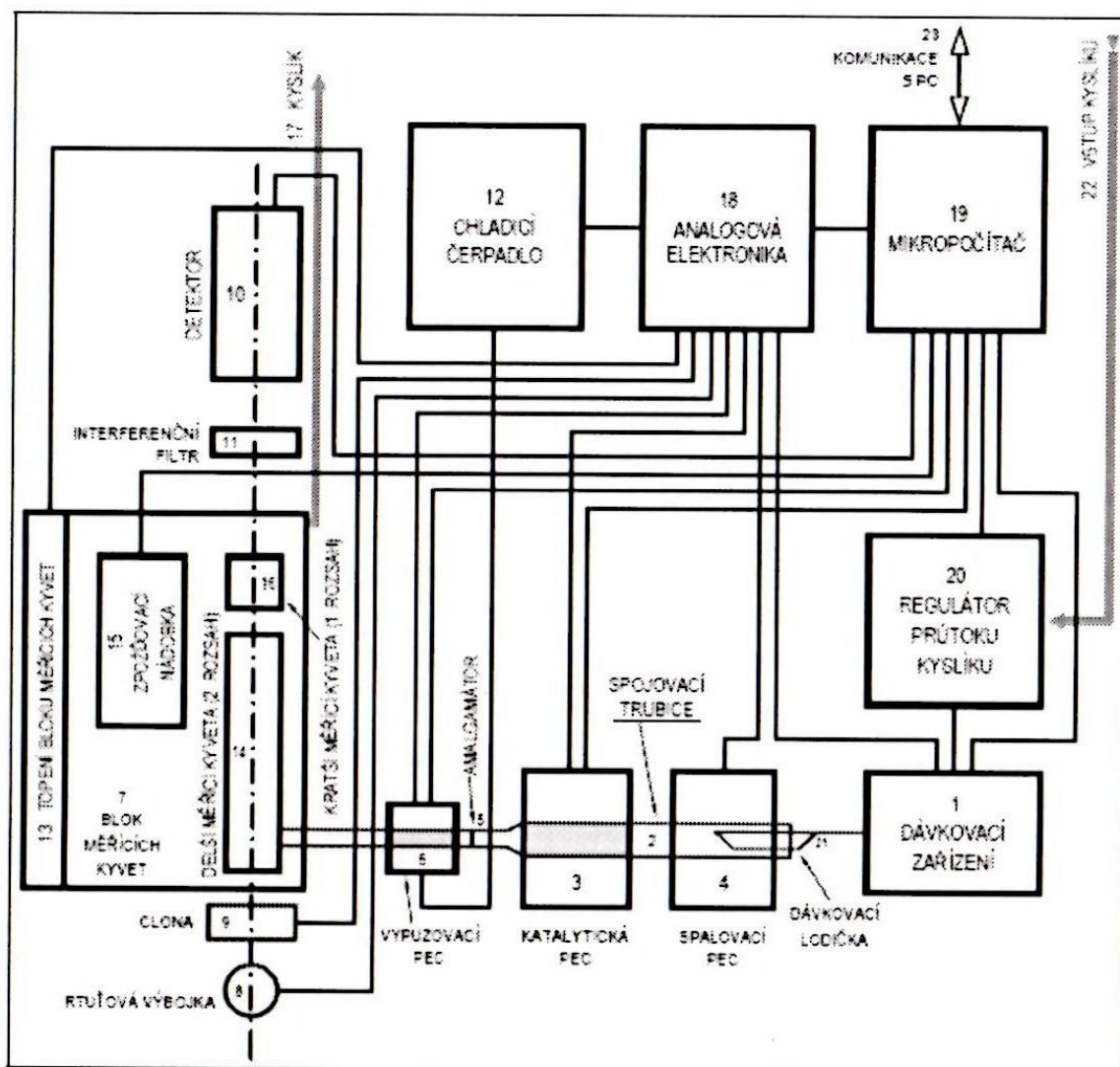
- Elementární rtuť (Hg^0)
- Rtuťnatý kation (Hg^{2+})
- Methylrtuťnatý kation (CH_3Hg^+)
- Dimethylrtuť (CH_3HgCH_3)



Obrázek č. 2: Schéma znázornění alkylace a biotransformace rtuti v důsledku metabolické činnosti bakterií (B) [10]

2.2.2 Metoda stanovení

Jednoučelový spektrometr AMA 254 pracuje na principu generování studených par rtuti z daného analyzovaného vzorku. Přístroj detekuje rtuť, jak ve skupenství plynné, tak i pevném bez potřeby chemické předúpravy vzorku. Poměrně vysoká citlivost stanovení na matici se dosahuje použitím techniky generování par kovové rtuti, která je na zlatém amalgamátoru zachycena. Schéma spektrometru představuje obrázek č. 3 [14].



Obrázek č. 3: Schéma AMA 254 [13]

3 CHARAKTERISTIKA ODLOVENÝCH RYB

3.1.1 Okoun říční (*Perca fluviatilis*)

Okoun říční patří do řádu ostnoploutví (Perciformes) a čeledi okounovití (Percidae)[12].



Obrázek č. 4: Okoun říční [foto autora]

Okoun říční se žije v hejnech, ale po dosažení větší velikosti cca 45 cm je víceméně samotářský. Nachází jak ve stojatých, tak tekoucích vodách. Jako každý druh menšího vzrůstu se živí zooplanktonem a větší jedinci cca 20 cm a více se výhradně živí rybkami. Rychlost růstu závisí na podmínkách dané lokality. V České republice dorůstají velikosti i 60 cm a hmotnosti 4 - 5 kg.

Popis

Má klínovitou hlavu, kde jsou umístěny velké oči a v ústech se nacházejí malé zoubky sloužící k udržení potravy, skřele jsou ukončeny velkým trnem. Břicho je někdy stříbřité, někdy s načervenalým leskem. Zbarvení je šedohnědé až žlutozelené. Světlost ovlivňuje teplota vody v dané lokalitě. Řitní, břišní a ocasní ploutve mají zbarvení krvavě červené, ocasní ploutve mají zbarvení šedo zelené.

Rozšíření a výskyt

Okoun říční není až tak náročný na podmínky k životu. Vyskytuje se převážně po celé Evropě až na výjimku Skotska, Norska a jižních evropských poloostrovů.

3.1.1 Jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*)

Jelec tloušť patří do řádu máloostní (Cypriniformes) a čeledi kaprovití (Cyprinidae)[12].



Obrázek č. 5: Jelec tloušť [foto autora]

Nejlepší pro život Jelce tlouště nabízí tekoucí toky s členitými břehy a dnem. V tomto prostředí je do značné míry rybou stanovištní. Ve stojatých vodách, zejména v údolních nádržích, žije v hejnech, která se zdržují v příbřežní zóně. Vzhledem k tomu, že sní cokoliv, to znamená od hmyzu, třešní až po rybky, tak jelce tlouště můžeme jej označit jako typického všežravce. Nejmladší jedinci se živí zooplanktonem nebo drobnými vodními živočichy (larvami vodního hmyzu), starší ryby loví vše, co jim prostředí dá larvy vodního hmyzu, včetně ryb, zelené vláknité řasy a úlomky vyšších rostlin. V našich podmínkách je středně velkou rybou, průměrný věk jednotlivých populací činí 5-8 roků. Nejstarší kusy se mohou dožít 15-20 let. Jelec tloušť je oblíbenou pochoutkou pro sumce velkého.

Popis

Jelec tloušť má tělo válcovité, které je kryté středně velkými šupinami s černým okrajem. Hlava je široce zaoblená. Koncová velká ústa mají masité pysky (napomáhají k trhání například řas, či drobných pijavic z kamenů). Hřbet je zbarven černozeleň, boky jsou žlutavě stříbřité, břicho je nažloutlé nebo bělavé. Řitní ploutev je na rozdíl od zřetelně

vykrojené ploutve jelce proudníka vypouklá dozadu. Prsní a zejména břišní a řitní ploutve jsou tmavě červené. Požerákové zuby (požeráky) jsou dvouřadé.

Rozšíření a výskyt:

Jelec tloušť je rozšířen ve vodách celé Evropy s výjimkou některých severských oblastí. Patří mezi nejběžnější ryby. Je velice odolný vůči znečištění a osídluje téměř všechny typy vod. Podhorské, ale i nížinné části řek mu vyhovují stejně jako ramena a stojaté vody.

3.1.2 Podoustev říční (Vimba vimba)

Podoustev říční patří do řádu máloostní (Cypriniformes) a čeledi kaprovití (Cyprinidae)[12].



Obrázek č. 6: Podoustev říční [foto autora]

Podoustev říční se nachází v dolních úsecích řek. Projevuje migrační schopnosti, takže ji lze označit za polotažnou rybu. Žije i dokonce ve stojatých vodách. Hlavní složkou její potravy tvoří larvy vodního hmyzu, chrostíci, pijavice přilepené na kamenech další bezobratlí, které sbírá na dně. V prvním roce dosahuje 5-7 cm délky těla, ve druhém roce 8 - 11 cm. Kapitální kousky mohou dosahovat až 40 cm délky a okolo 1,5 - 2 kg hmotnosti. Na tření táhne proti proudu, vytírá se v hejnech koncem dubna až do června v peřejnatých úsecích na kamenitý podklad, kde své jikry pokládá nejraději na řasy u dna toku. Počet jiker dosahuje 30 000 kusů. Velikost jiker je okolo 2 mm. Vývoj oplozených jiker trvá 2 - 3 dny.

Popis

Má štíhlé, protáhlé a z boků mírně zúžené tělo. Hlava je ukončena charakteristickým, mohutným rypcem, pod nímž jsou vysouvateľná, měkká ústa obloukovitého tvaru. Tělo je pokryto šupinami, za břišními ploutvemi má kýl bez šupin. Zbarvení těla je nenápadné, modrošedé nebo nazelenalé, boky kdy jsou světlejší a břicho stříbřité. Řitní ploutev je poměrně dlouhá.

Rozšíření a výskyt

Vyskytuje se v řekách do úmoří Severního, Baltského a Černého moře. U nás žije v řekách a i údolních nádržích.

3.1.3 Plotice obecná (*Rutilus rutilus*)

Plotice obecná patří do řádu máloostní (Cypriniformes) do čeledi kaprovití (Cyprinidae)[12].



Obrázek č. 7: Plotice obecná [foto autora]

Žije v hejnech, velice ráda se spojuje do hejn s jinými druhy ryb. Jako potěr se živí z počátku zooplanktonem, hmyzem a později rostlinnými složkami. Běžně se dorůstá délky 30 až 40 cm o hmotnosti 0,4 kg. Ve výživném prostředí dokáže dorůst i do hmotnosti 2 kg.

Popis:

Plotice obecná má lehce zploštělé tělo, které je pravidelně posázeno šupinami. Má malá, mírně nahoru směřující ústa. Oči jsou, zvláště v horní polovině, cihlově červené. Břišní část je zaoblená s mírným kýlem pokrytým šupinami. Barva hřbetu je modrozelená, boky a břicho jsou stříbrného charakteru.

Rozšířený výskyt:

Nachází se téměř po celé Evropě a vyskytuje se i v sibiřských řekách až po řeku Lenu. Patří v České republice k nejrozšířenějším druhům ryb. Vyskytuje se téměř ve všech typech vod.

3.1.4 Hrouzek obecný (Gobio gobio)

Hrouzek obecný patří do řádu máloostní (Cypriniformes) do čeledi kaprovití (Cyprinidae)[12].



Obrázek č. 8: Hrouzek obecný [foto autora]

Hrouzek obecný žije v hejnech v tekoucích, ale v menší míře i ve stojatých vodách. V tekoucích vodách je výrazně stanovištním druhem. I když dává přednost proudící vodě s písčným až kamenitým dnem, kde se zdržuje při dně v úkrytech mezi kameny, lze se s ním setkat i v úsecích s bahnitým dnem. Je poměrně odolný zejména proti organickému znečištění a v takových vodách vytváří často větší populace, kdy početnost dosahuje i 10 až 20 tisíc kusů/ha. Plůdek se živí zooplanktonem, větší jedinci hlavně bentickými organismy, jako jsou např. larvy chrostíků, pakomárů, muchniček, pijavice. Hrouzek je výrazně krátkověký, dožívá se pouze ojedinelé 7 - 8 let a roste velmi pomalu. Pohlavně dospívá ve stáří 2 - 3 let. Tření probíhá v měsících květen až červen, samci mají v tomto období jemnou třecí vyrážku. Samice se vytírají při teplotě vody 12 - 16°C. Od jedné samice kolísá celkový počet jiker v rozmezí 1000 - 3000 kusů. Jikry jsou bezbarvé až našedlé, o průměru do 1,5 mm. Hrouzek obecný je oblíbenou potravou pro štika obecnou, candáta obecného a okouna říčního.

Popis:

Hrouzek obecný nedorůstá větších rozměrů, obvykle délky 10 až 14 cm. Má vřetenovité tělo s protaženou ocasní částí. Spodní vysunovatelná ústa mají v koutcích dva vousky, které dosahují většinou jen k přednímu okraji oka. Hrdlo je často hladké, bez šupin, u některých jedinců je ve střední linii jen řídce pokryté šupinami. Hřbetní část těla je zbarvena hnědě až hnědozeleně, boky jsou světlejší, žlutavé a mají 6 - 12 velkých tmavých skvrn, umístěných za sebou v podélné linii. Břicho je světlejší, někdy až bělavě namodralé. Hřbetní, prsní a ocasní ploutve jsou šedožluté a mají příčné pruhy, složené z malých černých skvrn. Ve hřbetní ploutvi jsou 3 tvrdé a 7 měkkých paprsků, v řitní ploutvi 2 - 3 tvrdé a 6 - 7 měkkých. V ocasní ploutvi tvoří tyto skvrny obvykle tři, někdy i více pruhů. Požerákové zuby jsou dvouřadé.

Rozšíření a výskyt:

Hrouzek obecný se nachází téměř po celé Evropě a severní části Asie. V našich vodách patří k nejrozšířenějším a nejhojnějším druhům, neboť se vyskytuje ve všech rybích pásmech potoků i řek a rovněž rybnících.

3.1.5 Ouklej obecná (*Alburnus alburnus*)

Patří do řádu máloostní (Cypriniformes) a čeledi kaprovití (Cyprinidae)[12].



Obrázek č. 9: Ouklej obecná [foto autora]

Zdržuje se v hejnech u vodní hladiny. Živí se zooplanktonem a vodním a suchozemským hmyzem. Dorůstá délky 10 až 15 cm. Je oblíbenou potravou pro candáta obecného a hlavně bolena dravého.

Popis

Štíhlé tělo je protáhlé, za břišními ploutvemi je holý kýl bez šupin. Šupiny ouklesávají se lehce uvolňují. Zbarvení je ovlivněno modrozelené, boky stříbřité, břicho bílé. Ploutve jsou zbarveny do žlutavé až do šeda.

Rozšíření a výskyt

Vyskytuje se téměř v celé Evropě s výjimkou Skotska a Irska, Krymu, západního Zakavkazska. V České republice se vyskytuje poměrně všude a to jak ve stojatých tak i tekoucích vodách.

3.1.6 Pstruh duhový (*Salmo gairdnerii*)

Patří do řádu lososotvární (*Salmoniformes*) a čeledi lososovití (*Salmonidae*)[12].



Obrázek č. 10: Pstruh duhový [foto autora]

Pstruh duhový je ryba, která snáší i teplejší vodu s dostatečným obsahem kyslíku. Pstruh duhový nemá nároky na úkryty a jako stanoviště mu vyhovuje volná klidná voda, zejména v nádržích, kde žije v menších hejnech. V tekoucích vodách se vyhledává především larvy vodního hmyzu, chrousty či jepice. V nádržích tvoří hlavní složku jeho potravy zooplankton a vodní měkkýši. Větší jedinci, zejména nad 30 cm, se živí i menšími rybami. Pstruh duhový je ryba dožívající se ve volné přírodě 3 - 6 roků. Pokud má dostatek potravy, roste velmi rychle, zvláště ve stojatých vodách. V tekoucích vodách dorůstá v prvním roce života 6 - 12 cm délky těla, ve druhém roce 12 - 19 cm. V nádržích roste rychleji. V našich vodách, zejména v nádržích, dorůstá velikosti až do 90 cm a hmotnosti okolo 6 kg. Pohlavně dospívá ve věku 1 - 3 let. Tření se odehrává od konce března až do první poloviny května. K výtěru dochází v proudech, kde samice a v menší

míře i samec vytloukají do šterkopískového dna miskovitou prohlubeň, do níž jsou ukládány jikry. Vývoj oplozených jiker trvá v závislosti na teplotě vody 35 - 45 dní.

Popis:

Klínovitá hlava je kratší rázu, čelisti jsou ozubené, koutky úst sahají až pod oko. Ploutve jsou normálně uspořádány a je přítomna tuková ploutvička. Zbarvení je dosti různorodé. Hřbet je modře či olivově zelený, boky stříbřité, břicho bílé. Středem těla probíhá podélný růžový či načervenalý pás, především u samců anebo jen u některých populací. Na hlavě, hřbetě, bocích a na hřbetní a ocasní ploutvi jsou rozmístěny poměrně hustě černé skvrny.

Rozšíření a výskyt

Původním areálem pstruha duhového je západní část Severní Ameriky, kde žije v horských potocích, velkých řekách a v příbřežní části oceánu. U nás se především vyskytuje v horských potocích a i u v toku do větších řek. Je uměle vysazován do sportovních revírů, kde je velice poptávaný z důvodu veliké žravosti a ulovení přes celý rok a to i v době kdy teplota vzduchu klesá pod 0°C.

3.1.7 Úhoř říční (*Anguilla Anguilla*)

Patří do řádu holobřiší (*Anguilliformes*) a čeledi: uhořovití (*Anguillidae*)[12].



Obrázek č. 11: Úhoř říční [foto autora]

Žije víceméně nočním životem. Jeho potravu tvoří červi, raci a ryby. Úhoř říční je zajímavý z 2 důvodů a to z hlediska jeho dokonalého čichu a také jeho zajímavého způsobu rozmnožování. Kdy v období podzimu se vydávají na cestu ke svým trdlištím v Sargasovém moři v západním Atlantiku. Pokud má voda v hloubce 150 až 500 metrů teplotu kolem 19 °C začíná klást jikry. Zajímavé je, že úhoři se třou jednou za život a po oplození jiker zahynou.

Popis

Úhoř říční má dlouhé hadovité tělo, pokryté hladkou slizovitou kůží. Oči jsou nad koutky úst. Žábra má podobu kožovité kapsy a vyúsťují před prsními ploutvemi, které jsou těsně za hlavou. Břišní ploutve úhoř říční nemá.

Rozšíření a výskyt

Vyskytuje se ve vodách celé Evropy. Obývá všechny typy vod, kromě horských potoků. K nám se dostával přirozenou cestou povodím Labe, Odry a Visly.

3.1.8 Sumec velký (*Silurus glanis*)

Patří do řádu sumci (Siluriformes) a čeledi sumcovití (Siluridae)[12].



Obrázek č. 12: Sumec velký [foto autora]

Sumec patří mezi velice teplomilnou rybu. Typická stanovištní a teritoriální. Je to dravec, který loví ryby, vodní hlodavce, ptáky, raky a nepohrdne i uhynulou rybou. Sumec patří k největším sladkovodním rybám. Dosahují délek i přes 2,5 metru a jejich hmotnost přesahují i hranice 140kg. Tře se koncem května a v červnu. Záleží na teplotě vody.

Popis

Mohutná, široká a nízká hlava přechází v protáhlé tělo, kryté slizkou kůží bez šupin. Hřbetní ploutev je malá, řitní je neúměrně dlouhá a lemuje celý ocasní násadec. Ocasní ploutev je zaoblená. Oči jsou velmi malé, ústa široká, s mírně přečnívajícím spodním čelistí. V čelistech se nacházejí drobné zoubky, kterým se říká tzv. kartáče. Nad horní

čelisti jsou umístěny 2 dlouhé vousy, na spodní 2 páry menších vousů. Zbarvení je mramorované respektive šedé až šedozelené.

Rozšíření a výskyt

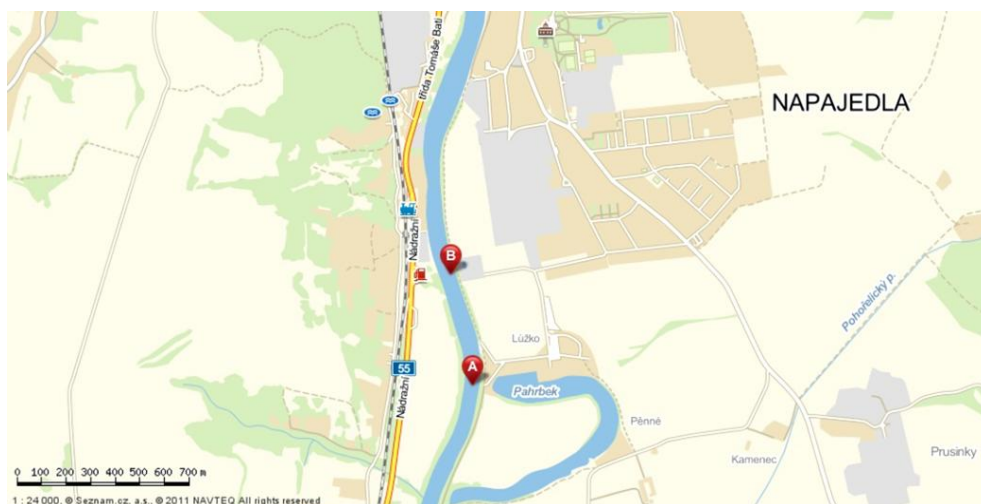
Původní rozšíření zahrnuje větší část Evropy v oblasti mezi Rýnem a Volhou a v tocích úmoří Aralského jezera ve střední Asii. V České republice se nachází jak na stojatých tak i tekoucích vodách.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 STANOVENÍ RTUTI Z VYBRANÝCH VZORKŮ RYB

4.1 Odběr vzorků

Jednotlivé ryby, které byly uloveny pro stanovení rtuti v rybí svalovině, pocházely z oblasti města Napajedla v úseku Pahrbek z říčního toku Moravy. Jednalo se o dvě odběrná místa A (GPS: 49°9'24.538"N, 17°30'31.202"E) a B (výpust z ČOV- GPS: 49°9'37.571"N, 17°30'27.089"E) viz obr. č. 14 a 15. Ryby byly uloveny různou technikou lovu (viz kapitola 4.2). Každá odlovená ryba byla citlivě usmrcena, zvážena a změřena. Tyto ryby byly po odvozu ihned zmrazeny a do doby stanovení uchovány v mrazicím boxu při teplotě $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je to z toho důvodu, že rtuť vyskytující v biologických vzorcích je často vázaná v těžkých organických sloučeninách (např. methylrtuť a dimethylrtuť) a mohlo by tak dojít ke ztrátě při rozkladu vzorku.



Obrázek č. 13: Lokalizace lovných míst v oblasti Napajedel [14]



Obrázek č. 14: Lovné místo A [foto autora]



Obrázek č. 15: Lovné místo B [foto autora]

4.2 Technika rybolovu

Veškeré ryby, kromě sumců, byly uloveny technikou tzv. na položenou či někde můžeme číst i způsob "na těžko". Jedná se o způsob lovů velice jednoduchý, kdy použijeme pouze olovenou zátěž v našem případě krmítko o hmotnosti 40 g (větší hmotnost krmítka z důvodu proudu) a háčku o velikosti 12 (viz obr. č. 16). Nástraha byla použita živočišného původu a to jak rousnice, tak i bílé červy.



Obrázek č. 16: Krmítko s háčkem [foto autora]

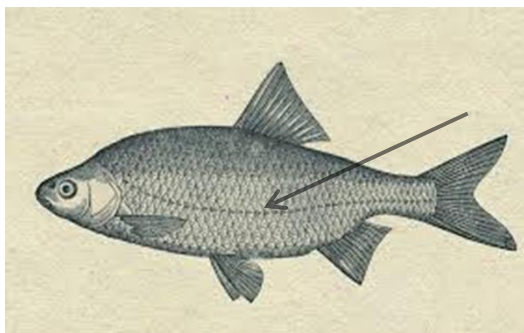
Sumci byli ulovení technikou tzv. vábničkou. Jedná se o techniku chytání z plovoucího plavidla. Principem vábení je vydráždit sumce k agresivitě zvukem, který vytváří vzduch vztažený hlavicí vábničky pod vodu. V našem případě, pro ulovení sumce bylo použito chomáč rousnic s pijavicemi, které patří k oblíbené potravě sumce velkého.



Obrázek č. 17: Vábnička a systém návazce pro tento styl chytání [foto autora]

4.3 Příprava vzorků pro stanovení rtuti

Analyzovanou částí byla svalovina pod postranní čarou (viz obr. č. 18), kde bylo odebráno pomocí skalpelu $0,1 \pm 0,01\text{g}$ vzorku. Po navážení byl vzorek umístěn do přístroje AMA 254 a proběhlo měření. Po cca 2 minutách měření přístroj vyhodnotil měření analyzovaných vzorků.



Obrázek č. 18: Ukázka odběru vzorku svaloviny [4]

4.4 Přehled ulovených ryb

Pro účely této práce bylo uloveno celkem 18 ks ryb, z toho 5 ks na lovném místě A a 15 ks na lovném místě B. Podrobný soupis jednotlivých ulovených ryb je uveden v tabulkách č. 1 a 2.

Tabulka č. 1: Ryby ulovené na odběrovém místě A

Č. vzorku	Druh ryby	Datum ulovení	Délka [mm]	Hmotnost [g]
1	Sumec velký	16. 6. 2013	1010	8600
2	Sumec velký	16. 6. 2013	980	8400
3	Úhoř říční	17. 7. 2013	660	248
4	Úhoř říční	17. 7. 2013	690	323
5	Úhoř říční	18. 7. 2013	590	301

Tabulka č. 2: Ryby ulovené na odběrovém místě B – výpust z ČOV

Č. vzorku	Druh ryby	Datum ulovení	Délka [mm]	Hmotnost [g]
6	Hrouzek obecný	26. 7. 2013	120	17
7	Ouklej obecná	26. 7. 2013	161	36
8	Ouklej obecná	26. 7. 2013	157	31
9	Plotice obecná	24. 7. 2013	241	183
10	Plotice obecná	24. 7. 2013	301	200
11	Podoustev říční	24. 7. 2013	230	104
12	Jelec tloušť	26. 7. 2013	270	209
13	Jelec tloušť	26. 7. 2013	271	200
14	Okoun říční	26. 7. 2013	211	138
15	Okoun říční	26. 7. 2013	190	97
16	Okoun říční	26. 7. 2013	230	104
17	Pstruh duhový	25. 6. 2013	330	236
18	Pstruh duhový	25. 6. 2013	290	198

4.5 Stanovení rtuti na analyzátoru AMA 254

Navážený vzorek svaloviny ryby v niklové lodičce se vložil do podavače přístroje AMA 254. Skutečná navážka vzorku se ručně zapíše do obslužného programu počítače řídicího analyzátor a po spuštění analýzy se lodička s vzorkem automaticky zasune do spalovací trubice, kde je vzorek v proudu kyslíku nejprve vysušen a následně spálen. Páry rtuti jsou unášeny proudem kyslíku do trubičky naplněné porézním zlatem (tzv. amalgamátoru), na které se rtuť dočasně váže ve formě amalgámu. Po jisté době je amalgamátor prudce ohřát a páry rtuti jsou dále unášeny do měrné kyvety, kterou prochází záření o vlnové délce 254 nm. Na základě změřené absorbance a rovnice kalibrační křivky vyhodnotí obslužný program množství rtuti v analyzovaném vzorku. Při analýze vzorků rybí svaloviny byly použity následující parametry: doba sušení 60 s, doba spalování 150 s, doba čekání po skončení spalování 45 s. Každý vzorek ryby byl analyzován 2 krát.

4.6 Výsledky stanovení rtuti ve vzorcích ryb

Tabulka č. 3 : Koncentrace rtuti ve stanovených vzorcích ryb

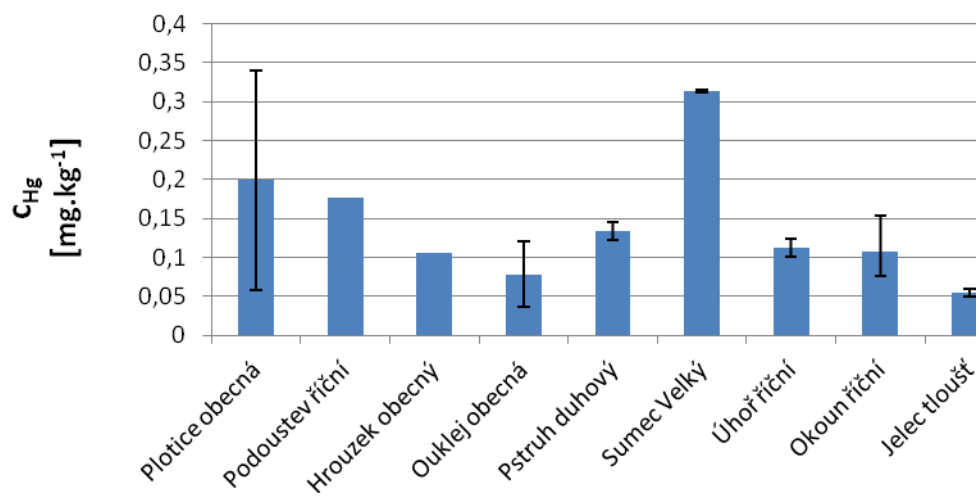
Č. vzorku	Druh ryby	Věk [rok]	Hmotnost [g]	Koncentrace rtuti [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]
6	Hrouzek obecný	3	17,0	0,1060
7	Ouklej obecná	4	36,0	0,0361
8	Ouklej obecná	4	31,0	0,1210
9	Plotice obecná	5	183,0	0,0582
10	Plotice obecná	6	200,0	0,3402
11	Podoustev říční	3	104,0	0,1760
12	Jelec tloušť	4	209,0	0,0593
13	Jelec tloušť	4	200,0	0,0501
14	Okoun říční	4	138,0	0,1540
15	Okoun říční	4	97,0	0,0759
16	Okoun říční	4	104,0	0,0939
17	Pstruh duhový	3	236,0	0,1450
18	Pstruh duhový	3	198,0	0,1230
1	Sumec Velký	4	8600,0	0,3110
2	Sumec Velký	4	8400,0	0,3150
3	Úhoř říční	5	248,0	0,1240
4	Úhoř říční	5	323,0	0,1010
5	Úhoř říční	6	301,0	0,1130

Výsledky naměřené koncentrace rtuti ve vzorcích jsou uvedeny v tabulce č. 3 a zároveň promítnuty do sloupcového grafu (obr. č. 19).

V jednotlivých vzorcích nedravých ryb je zvýšená hodnota koncentrace rtuti pouze u Plotice obecné (vzorek č. 10). U nedravých ryb je limitní hodnota $0,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

U ryb dravých je limitní hodnota $1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. V rámci měření ani tato hodnota nebyla překročena. Z výše analyzovaných vzorků byla pouze největší hodnota u Sumce velkého (vzorek č. 1, 2). Vzhledem k životu této dravé ryby, jako našeho největšího predátora, se dala zvýšená hodnota očekávat.

Žádný stanovený vzorek, nepřesáhl dané limitní hodnoty



Obrázek č. 19: Graf výsledků koncentrace rtuti v jednotlivých vzorcích ryb

5 ZÁVĚR

Na zkoumané lokalitě úseku řeky Moravy se prokazatelně vyskytují následující druhy ryb: Oukleň obecná, Hrouzek obecný, Podoustev říční, Plotice obecná, Jelec tloušť, Okoun říční, Pstruh duhový, Úhoř říční, Sumec velký a samozřejmě i kapr obecný, ale z důvodů ulovení pouze násady, která se v daném revíru vysazovala z chovných rybníků, tak jsem se rozhodl, vzorky svaloviny neodebírat, jelikož by nereprezentovaly obsah rtuti v daném úseku.

V žádných vzorcích ryb nebyl překročen limit $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ resp. 1 mg.kg^{-1} pro dravé ryby. Ze sledovaných ryb, měl největší obsah rtuti sumec velký, jehož hodnota činila $0,3150 \text{ mg.kg}^{-1}$ a nejmenší oukleň obecná, kdy hodnota činila $0,0361 \text{ mg.kg}^{-1}$. Nejvíce kolísala obsah rtuti u plotice obecné, kdy rozdíl obsahu rtuti činil $0,282 \text{ mg.kg}^{-1}$. Z výsledků měření vyplývá, že daná lokalita není příliš kontaminována rtutí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ÁČ, Peter. Tajný život ryb. Bratislava: SLOVART, spol. s.r.o., 2003, ISBN 80-7209-482-3
- [2] HANEL, Lubomír; ANDRESKA, Jan. Ryby evropských vod v ilustracích Květoslava Híska, 1. vyd. Praha: Aventinum, 2013. 352 s. (Artia) ISBN 978-80-7442-038-2.
- [3] SUKOVÁ, Irena. Složení a výživový význam ryb: Přehled o obsahu makro- a mikronutrientů v různých druzích ryb podle výsledků výzkumu v MaxRubnerInstitut. [online] Dostupné 29. 3. 2013 z: <<http://www.ceskapotravina.net/content/slozeni-vyzivovy-vyznam-ryb>>
- [4] RANDÁK, Tomáš. Cizorodé látky ve vodním prostředí a jejich vliv na ryby. 2013. [online] Dostupné 12. 3. 2014. z: <<http://www.zive.avcr.cz>>
- [5] MGR. CHLADIL, Vlastimil. Ryby. 2013,[online] s. 10. Dostupné 19. 12. 2013 z: <<http://www.nutricoach.cz/ryby>>
- [6] MARHOLD, JOSEF. Přehled průmyslové toxikologie: Anorganické látky. Praha: Avicenum - zdravotnické nakladatelství, 1980, ISBN: 978-80-87164-37-2 s. 106
- [7] PROKEŠ ET AL, Jaroslav. Základy Toxikologie: Obecná toxikologie a ekotoxikologie. Praha 5: Univerzity Karlovy, 2005.248s ISBN 80-7262-301-X
- [8] Mgr. PAVLIŠ, Marek. Toxické kovy: pomocný studijní text k předmětu Ekotoxikologie. In: 2005, s. 16
- [9] FRIŠHANSOVÁ, Hana. Koloběh rtuti a jejích specií v životním prostředí. Brno, 2008. Bakalářská práce. Vysoké učení technické. Vedoucí práce prof. RNDr. Hana Dočekalová, CSc.
- [10] BENCKO, V., CIKRT, M., LENERT, J. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. 2. přepracované a doplněné vyd. Praha: Grada, 1995. 282 s, ISBN 80-7169-150-X
- [11] BARROSO, José Manuel. č. 420/2011. Eur-lex.europa.eu. 30. dubna 2011. Brusel, 2011,52s.[online] <Dostupnéz:<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:111:FULL:CS:PDF,1.5.2014>>

- [12] JANITZKI, Andreas. Velký atlas: Nejoblíbenější lovené ryby od A do Z. Praha: Svojtka & Co., s.r.o., 2008. ISBN 978-80-256-0120-4, 128 s
- [13] KROUPOVÁ, Kateřina. Stanovení v rybách a rybích produktech. Brno, 2011. FCHDIP0566/2010.[online] Dostupné 2. 3. 2014 z:
<https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/9777/DP_Kroupova.pdf?sequence=1>. Diplomová práce. Vysoké učení technické. Vedoucí práce Ing. Pavel Diviš, Ph.D.
- [14] Napajedla. 1 : 24 000. seznam.cz, 2013.[online] Dostupné 20. 3. 2014 z:
<http://www.mapy.cz/#!q=napajedla&t=s&x=17.173332&y=49.014362&z=8&qp=10.567895_48.521099_17.567702_51.000547_6>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AAS	Atomová absorpční spektrometrie
AMA 254	Advanced Mercury Analyser 254
ČOV	Čistička odpadních vod
DHA	Dokosahexaenová kyselina
EPA	Eikosapentaenová kyselina
ES	Evropská směrnice
EU	Evropská unie
GIT	Gastrointestinální trakt
GPS	Global Positioning System
Hg	Rtuť
MK	Mastné kyseliny
DMR	Dimethylrtuť
Pb	Olovo
PCB	Polychlorované bifenyly
PCDD	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny
PCDF	Polychlorované dibenzofurany

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Antropogenní zdroje rtuti	15
Obr. č. 2: Schéma znázornění alkylace a biotransformace rtuti v důsledku metabolické činnosti bakterií (B)	16
Obr. č. 3: Schéma AMA 254	17
Obr. č. 4: Okoun říční	18
Obr. č. 5: Jelec tloušť	19
Obr. č. 6: Podoustev říční	20
Obr. č. 7: Plotice obecná	21
Obr. č. 8: Hrouzek obecný	22
Obr. č. 9: Ouklej obecná	23
Obr. č. 10: Pstruh duhový	24
Obr. č. 11: Úhoř říční	25
Obr. č. 12: Sumec velký	26
Obr. č. 13 : Lokalizace lovných míst v oblasti Napajedel	29
Obr. č. 14: Lovné místo A	30
Obr. č. 15 : Lovné místo B	30
Obr. č. 16: Krmítko s háčkem	31
Obr. č. 17: Vábnička a systém návazce pro tento styl chytání	31
Obr. č. 18: Ukázka odběru vzorku svaloviny	32
Obr. č. 19: Graf výsledků koncentrace rtuti v jednotlivých vzorcích ryb	35

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 : Ryby ulovené na odběrovém místě B – výpust z ČOV	32
Tabulka č. 2 : Ryby ulovené na odběrovém místě A	33
Tabulka č. 3 : Koncentrace rtuti ve stanovených vzorcích ryb	34

PŘÍLOHA P I: LIMITY PRO RŮZNÉ DRUHY ŽIVOČICHŮ VE VODNÍM EKOSYSTÉMU

3.3	Rtuť	Maximální limity [mg/kg čerstvé hmotnosti]
3.3.1	Produkty rybolovu ⁽²⁶⁾ a svalovina ryb ⁽²⁴⁾ , ⁽²⁵⁾ kromě druhů uvedených v 3.3.2. V případě koryšů se maximální limit vztahuje na svalovinu z koncových částí a břicha ⁽⁴⁴⁾ . V případě krabů a krabům příbuzných koryšů (<i>Brachyura</i> a <i>Anomura</i>) se limit vztahuje na svalovinu z koncových částí.	0,50
3.3.2	Svalovina těchto ryb ⁽²⁴⁾ , ⁽²⁵⁾ : <i>ďasi (Lophius spp.)</i> <i>vlkouš obecný (Anarhichas lupus)</i> <i>pelamida obecná (Sarda sarda)</i> <i>úhoň (Anguilla spp.)</i> ryby druhu <i>Hoplostethus</i> <i>hlavoun tuponosý (Coryphaenoides rupestris)</i> <i>platýz obecný (Hippoglossus hippoglossus)</i> <i>marlíni (Makaira spp.)</i> <i>pakambala (Lepidorhombus spp.)</i> <i>parmice (Mullus spp.)</i> <i>štika obecná (Esox lucius)</i> <i>palometa jednobarevná (Orcynopsis unicolor)</i> <i>treska (Trisopterus minutus)</i> <i>světlohn bělooký (Centroscymnus coelolepis)</i> <i>rejnoci (Raja spp.)</i> <i>okounici (Sebastes marinus, S. mentella, S. viviparus)</i> <i>plachetník širokoploutvý (Istiophorus platypterus)</i> <i>tkaničnice (Lepidopus caudatus, Aphanopus carbo)</i> <i>růžichy (Pagellus spp.)</i> <i>žraloci (všechny druhy)</i> <i>makrelovité (Lepidocybium flavobrunneum, Ruvettus pretiosus, Gempylus serpens)</i> <i>jeseteři (Acipenser spp.)</i> <i>mečoun obecný (Xiphias gladius)</i> <i>tuňáci (rody Thunnus, Euthynnus, Katsuwonus pelamis)</i>	1,0

(24) Ryby uvedené v této kategorii jsou definovány podle kategorie a) s výjimkou rybích jater kódu KN 03027000 ze seznamu v článku 1 nařízení Rady (ES) č. 104/2000 (Úř. věst. L 17, 21. 1. 2000, s. 22), naposledy pozměněné Aktem o podmínkách přistoupení České republiky, Estonské republiky, Kyprské republiky, Lotyšské republiky, Litevské republiky, Maďarské republiky, Republiky Malta, Polské republiky, Republiky Slovinsko a Slovenské republiky a o úpravách smluv, na nichž je založena Evropská unie a úpravami smluv, na nichž je založena Evropská unie (Úř. věst. L 236, 23. 9. 2003, s. 33). V případě sušených, naředěných, zpracovaných a/nebo vícesložkových potravin se použije čl. 2 odst. 1 a čl. 2 odst. 2.

(25) Je-li určena ke konzumaci celá ryba, vztahuje se maximální limit na celou rybu.

(26) Potravinu spadající do kategorie c) a f) ze seznamu v článku 1 nařízení (ES) č. 104/2000, v příslušných případech (druhy podle příslušného záznamu). V případě sušených, naředěných, zpracovaných a/nebo vícesložkových potravin se použije čl. 2 odst. 1 a čl. 2 odst. 2.

(44) Tato definice nezahrnuje hlavohruď koryšů.

Příloha 1: Nařízení komise (EU) č. 420/2011 ze dne 29. dubna 2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách (článek 3.3 Rtuť)