

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY ŽIVOTNÍHO  
PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

ZHODNOCENÍ NÁLEZŮ POLYCHLOROVANÝCH BIFENYLŮ V  
BIOINDIKÁTORECH ŽIVOČIŠNÉHO  
PŮVODU - RYBÁCH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

PETRA DOUŠOVÁ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF  
ENVIRONMENTAL PROTECTION

## ZHODNOCENÍ NÁLEZŮ POLYCHLOROVANÝCH BIFENYLŮ V BIOINDIKÁTORECH ŽIVOČIŠNÉHO PŮVODU - RYBÁCH

THE EVALUATION OF FINDINGS OF PCBS IN BIOINDICATORS OF ANIMAL ORIGIN - FISH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

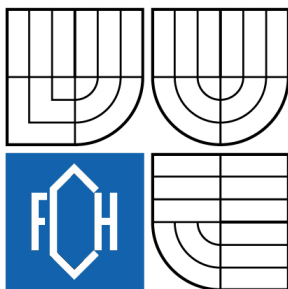
PETRA DOUŠOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. RNDr. MILADA VÁVROVÁ, CSc.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce	<b>FCH-BAK0113/2006</b>	Akademický rok: <b>2007/2008</b>
Ústav	Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí	
Student(ka)	<b>Doušová Petra</b>	
Studijní program	Chemie a chemické technologie (B2801)	
Studijní obor	Chemie a technologie ochrany životního prostředí (2805R002)	
Vedoucí bakalářské práce	<b>prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.</b>	
Konzultanti bakalářské práce		

### Název bakalářské práce:

Zhodnocení nálezů polychlorovaných bifenyly v bioindikátorech živočišného původu - rybách

### Zadání bakalářské práce:

1. V práci teoretického charakteru budou na základě údajů publikovaných Státní veterinární správou a Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí České republiky zhodnoceny nálezy polychlorovaných bifenyly v rybách.
2. Údaje budou porovnány s daty získanými studiem ostatních literárních zdrojů, a to za období 5 let.
3. Výsledky budou zhodnoceny vhodnými metodami; bude stanovena požadovaná hodnota pro tyto analyty v rámci ČR.

### Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2007

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

---

Petra Doušová  
student(ka)

---

prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.  
Vedoucí práce

---

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.9.2006

---

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.  
Děkan fakulty

## **Abstrakt**

V bakalářské práci teoretického charakteru byla řešena problematika využití ryb jako bioindikátoru pro stanovení úrovně znečištění vodního ekosystému. Jako xenobiotikum byly vybrány polychlorované bifenyly (PCB), které stále ještě patří mezi prioritní organické polutanty. Část práce je věnována fyzikálně chemickým, toxikologickým a environmentálním vlastnostem těchto organických polutantů. Zmíněno bylo také jejich používání v ČR v minulosti a způsoby jejich aplikace v průmyslu, zhodnocení jejich distribuce a toxikologického působení jednotlivých skupin kongenerů PCB. Na základě posouzení úrovně kontaminace ryb bylo zhodnoceno zatížení vodního ekosystému, které bylo porovnáno s údaji publikovanými na Slovensku

## **Klíčová slova**

xenobiotikum, boindikátory, ryby, vodní ekosystém, kongenery PCB

## **Abstract**

The baccalaureate theoretical thesis resolved the issues of use of fish as bioindicators to determine the level of ecosystem pollution. Polychlorinated biphenyls (PCB) were selected as a xenobiotic; it still belongs among the priority organic pollutants. The part of thesis is dedicated to physical and chemical toxicological and environmental characteristics of these organic pollutants. Its use in CR in the past was also mentioned, as well as manner of its application in industry, evaluation of its distribution and toxicological effect of individual groups of congeners PCB. Based on the contamination level of fish the evaluation of the water ecosystem was performed, which was compared to data published in Slovakia.

## **Keywords**

Xenobiotic, bioindicators, fish, water ecosystems, congeners of PCBs

DOUŠOVÁ, P. Zhodnocení nálezů polychlorovaných bifenylyů v bioindikátorech živočišného původu - rybách. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 60 s. Bakalářská práce na fakultě chemické Vysokého učení technického v Brně, Ústavu chemie a technologie ochrany životního prostředí. Vedoucí bakalářské práce prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.

### **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....

podpis studenta

### ***Poděkování:***

*Chtěla bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce, paní prof. RNDr. Miladě Vávrové, CSc., za výjimečnou trpělivost, ochotu a za věnovaný čas.*

## Obsah

1	ÚVOD .....	6
2	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....	8
2.1	Perzistentní organické polutanty .....	8
2.1.1	POPs ve vodním prostředí .....	8
2.2	Fyzikálně-chemické vlastnosti PCB .....	9
2.3	Historie .....	11
2.3.1	Historie v ČSSR .....	12
2.4	Výroba a použití .....	13
2.5	Způsoby kontaminace prostředí PCB .....	14
2.6	Účinky PCB na organismy .....	16
2.6.1	Účinky PCB na zvířata .....	16
2.6.2	Působení PCB na člověka .....	17
2.6.3	Zdravotní rizika v návaznosti na konzumaci ryb a rybích produktů .....	18
2.6.4	Toxicita .....	20
2.7	Způsoby likvidace a zneškodnění PCB .....	21
2.7.1	Způsoby likvidace a zneškodnění PCB .....	21
2.8	Zhodnocení situace v ČR v současnosti .....	24
2.8.1	Úkoly stanovené pro program dekontaminace .....	24
2.8.2	Současný stav inventarizace .....	24
2.9	Enviromentální osud PCB .....	24
2.10	Analytická chemie PCB .....	25
2.10.1	Metody stanovení chemické kontaminace vodního prostředí .....	26
3	BIOINDIKACE .....	26
3.1	Využití ryb při hodnocení kontaminace povrchových vod .....	27
4	VÝSKYT PCB VE SLOŽKÁCH VODNÍHO EKOSYSTÉMU .....	28
4.1	Hygienická jakost vod ČR .....	31
4.2	Hygienická jakost ryb z volných vod ČR .....	32
4.3	Hygienická jakost ryb z rybníků ČR .....	34
4.4	Stav PCB na Slovensku .....	36
4.5	Informační bulletin SVS – kontaminace potravních řetězců cizorodými látkami ...	37
5	ZÁVĚR .....	40
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	41
7	SEZNAM ZKRATEK .....	43
8	SEZNAM PŘÍLOH .....	44

# 1 ÚVOD

Intenzivní rozvoj lidské civilizace související hlavně s vědeckou a průmyslovou revolucí přinesl nové objevy a výrobní technologie. Ty sice umožnily vyřešit mnoho problémů, ale také současně vyvolaly zcela nové problémy, kolikrát mnohem větších rozměrů než se původně předpokládalo.

Polychlorované bifenyly (PCB) patří mezi nejsledovanější organické polutanty posledních dvaceti let. PCB se začaly vyrábět od roku 1929 v USA jako chemické látky pro průmyslové využití, odkud se rozšířily do celého světa. Jsou to velice stabilní organochlorové sloučeniny. Téměř se nerozpouštějí ve vodě, zato se velmi dobře vážou na tuky. Používaly se do transformátorových a kondenzátorových olejů, do barev, plastifikátorů, ale třeba také na propisovací papíry, do inkoustů i do neslábateľných rtěnek. Jejich široké uplatnění v nejrůznějších oblastech lidské činnosti způsobilo, že se PCB nachází ve všech složkách ekosystému.

Poté, co se v 60. letech začaly objevovat první náznaky o tom, že PCB mají negativní vliv na lidské zdraví. Ačkoliv se nepředpokládalo, že by mohly proniknout do potravního řetězce, byly stále častěji diagnostikovány ve tkáních organismů, zejména pak u predátorů na vrcholu potravního řetězce, ale také v mléce, masě krav, koz a dalších podobných živočichů. Proto byla zakázána jejich výroba.

Bližší výzkum toxicity na organismus odhalil, že ačkoliv akutní toxicita je nízká, velké nebezpečí představuje jejich účinek jako kumulativních jedů a to hlavně v tukových tkáních organismů. Nejvážnější hrozbou jsou karcinogenní rizika jako je rakovina slinivky břišní a rakovina jater. Také lze zmínit jejich negativní vliv na imunitní systém, na funkci jater a snížení plodnosti.

PCB mohou, podobně jako dioxiny, navíc vznikat jako vedlejší produkty v řadě průmyslových výrob (například v hutnictví, při spalování odpadů, v chemické výrobě různých sloučenin chloru anebo ve spalovacích motorech automobilů při spalování olovnatého benzínu, atd.)

PCB jsou organické látky lišící se počtem atomů chloru navázaných na molekule bifenyly v různých polohách. Teoreticky může existovat 209 kongenerů PCB, které se liší počtem atomu v rozmezí 1-10 a jejich polohou na molekule. V průmyslu se však prosadily jen některé kongenery a ty udávají charakter a použití daného výrobku.

PCB se prodávaly pod různými názvy jako Aroclor, Asbestol, Askarel, Bakola, Delor, Delotherm, Dykanol, Hydeler, Chlorinol, Chlorphen, Pyranol, Saft-T-Kuhl nebo Sovol. Vzhledem k závažnosti vlivu PCB na životní prostředí a na zdraví lidské populace dochází k dlouhodobému monitorování hladin PCB u vybraných komodit (maso, mléko, apod.). Na základě výsledků tohoto monitoringu, který probíhal po dobu 10 roků, bylo zjištěno, že došlo k poklesu hodnot detekované koncentrace PCB. V některých evropských zemích však bylo od pravidelného sledování hladin PCB upuštěno a v důsledku tohoto špatného rozhodnutí bylo v řadě případů prokázáno PCB tam, kde nebyla kontaminace dříve zjišťována. Toto zjištění nás vede k dalšímu systematickému sledování PCB a jejich zařazení mezi priority sledované nejen v životním prostředí, u volně žijících zvířat, hospodářských zvířat, ale hlavně ve všech článcích potravního řetězce člověka.

Problematika monitoringu PCB je dána v kompetenci Ministerstva zemědělství České republiky (MZe ČR), Ministerstva životního prostředí České republiky (MŽp ČR) a Ministerstva zdravotnictví České republiky (MZd ČR). Jednotlivá ministerstva řídí vybraná

pracoviště, která jsou specializovaná pro tuto problematiku; v rámci MZe ČR jsou to Státní veterinární správa České republiky (SVS ČR) a Státní zemědělské potravinářské inspekce České republiky (SZPI ČR).



## 2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

### 2.1 Perzistentní organické polutanty

Perzistentní organické polutanty (POPs) jsou chemické sloučeniny pronikající do složek životního prostředí; stávají se jeho nedílnou součástí. Velkým nebezpečím pro životní prostředí jsou obtížně odbouratelné látky, které se vyznačují vysokou persisterencí ve vnějším prostředí.

Laboratorní a terénní výzkumy publikované v odborné literatuře dokazují pomocí velkého množství výsledků, že řada persistentních organických polutantů má škodlivé účinky, a to až s dopadem na lidské zdraví. Mnohé z nich mohou poškozovat vnitřní orgány (játra, ledviny, žaludek), mohou porušovat imunitní, nervový a dýchací systém, působit na hladiny jaterních enzymů, způsobovat reprodukční poruchy (poškození plodu, jeho sníženou hmotnost, spontánní potraty) a narušovat hormonální rovnováhu. Některé z nich také vyvolávaly u experimentálních zvířat vznik zhoubných nádorů. „Vzhledem k testům na laboratorních zvířatech lze předpokládat jejich karcinogenní působení.“

Vysoké dávky PCDD, PCDF a PCB (profesionální expozice, konzumace potravin náhodně kontaminovaných vysokými hladinami těchto látek) způsobují znetvořující a těžko léčitelné vyrážky, tzv. chlorakné.

Neexistují přímé důkazy o poškození zdraví běžné lidské populace při expozici obvyklými denními dávkami POPs, i když existují předpoklady vycházející z dlouhodobých studií, že odpovědnost za zvyšující se výskyt rakoviny prsu mohou mít látky typu PCB, DDT nebo jeho metabolit DDE.

Půda je těmito organochlorovanými látkami znečišťována především v důsledku použití pesticidů v zemědělství, xenobiotiky a ostatními POPs potom suchou a mokrou depozicí pocházející z atmosféry. Dalším zdrojem znečišťování půd může být i zavlažování, použití kalů z čistíren odpadních vod (ČOV) v zemědělství, úniky ze skládek apod. POPs se poměrně silně váží na půdní organickou hmotu, a to tím více, čím je půda bohatší na humus. Proto se poměrně zřídka dostávají průsaky půdními vrstvami až do podzemních vod. Výjimkou jsou pouze písčité půdy. Poločas života v půdě se v případě některých pesticidů pohybuje mezi roky až desítkami let. Odbourávání POPs v půdách způsobují hlavně mikroorganismy; tyto polutanty jsou částečně odnášeny větrem z povrchu, mohou se vypařovat z půdy, na povrchu půdy potom může docházet k jejich rozkladu slunečním zářením [9, 17, 18].

#### 2.1.1 POPs ve vodním prostředí

Jedny z nejzávažnějších organických polutantů jsou právě polychlorované bifenyly. Tyto látky mají sklon kumulovat se v tukových tkáních organismu. Ryby s vysokým obsahem tuku jsou tedy významnými indikátory PCB ve vodním prostředí. Svobodova et al. (1994) sledovali obsah PCB ve svalovině, gonádách a hepatopankreatu u šesti rybích druhů (plotice obecná, lín obecný, kapr obecný, jelec tloušť, úhoř říční a štika obecná). Nejvyšší koncentrace byla zaznamenána ve svalovině úhořů. Úhoři patří mezi dravé ryby a mají vysoký obsah tuku ve svalovině (20-30%). Naopak nejnižší koncentrace PCB byla u ryb s nízkým obsahem tuku ve svalovině (pod 1% např. u plotice a štiky).

K dalším persistentním akvatickým kontaminantům patří chlorované pesticidy a jejich metabolity (DDT, hexachlorbenzen, lindan aj.) a polychlorované dibenzo-p-dioxiny a

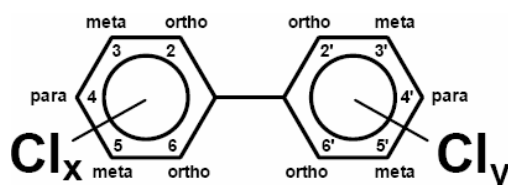
dibenzofurany (PCDD/Fs). Tyto POPs vedou k reprodukčním a vývojovým poruchám, k nádorové promoci, neurotoxicitě apod.

Další neméně významnou skupinou jsou polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH). Tyto látky nevykazují vysokou persistenci a naopak podléhají v organismech oxidativnímu metabolismu. PAH kromě negenotoxických aversních efektů způsobuje různé typy mutací, chromosomálních aberací a dalších poškození DNA [15, 18, 19].

## 2.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti PCB

Polychlorované bifenyly jsou směsí bifenylových molekul různě substituovaných atomy chloru podle sumárního vzorce box 1

Box 1



kde x, y je počet atomů chloru.

Bifenyl je aromatický uhlovodík, v němž jsou spojena dvě benzenová jádra kovalentní vazbou. Lze jej získat pyrolýzou benzenu, působením kovů na halogenbenzeny nebo zahříváním diazoniových solí s benzenem. Kromě toho je bifenyl obsažen i v produktech pyrolýzy ropy, v ropných frakcích a v černouhelném dehtu. Jsou to chemické sloučeniny velice reaktivní, které lze nitrovat, sulfonovat a halogenovat (chlorovat nebo bromovat). Tím se mění vlastnosti i účinky bifenylu [4].

Tabulka 1: Názvosloví, počet izomerů a obsahu chloru v izomerních skupinách PCB

Strukturní vzorec	Název (-chlorbifenyl)	Počet izomerů	Číslování dle IUPAC	%Cl	Počet izomerů identifikovaných v komerčních směsích
$C_{12}H_9Cl$	mono	3	1-3	18,79	3
$C_{12}H_8Cl_2$	di	12	4-15	31,77	12
$C_{12}H_7Cl_3$	tri	24	16-39	41,3	23
$C_{12}H_6Cl_4$	tetra	42	40-81	48,65	41
$C_{12}H_5Cl_5$	penta	46	82-127	54,3	39
$C_{12}H_4Cl_6$	hexa	42	128-169	58,93	31
$C_{12}H_3Cl_7$	hepta	24	170-193	62,77	18
$C_{12}H_2Cl_8$	okta	12	194-205	65,98	11
$C_{12}HCl_9$	nona	3	206-208	68,73	3
$C_{12}Cl_{10}$	deka	1	209	71,1	1

Jednotlivé kongenery PCB jsou často bezbarvé krystalické sloučeniny, avšak průmyslové, komerčně vyráběné směsi PCB představovaly směsi těchto látek, které byly čiré nebo nažloutlé, někdy až žluté barvy, s konzistencí olejovitých kapalin, vosku nebo tuhých látek. Za nízkých teplot netvoří krystaly, ale mění se v pryskyřice [2].

Vlastnosti PCB jsou přímo závislé na stupni chlorace a na zastoupení a počtu různě chlorovaných izomerů. Vlastnosti mohou výrazně ovlivnit i různé příměsi. Vzhledem k obsahu atomů chloru v molekule mají tyto sloučeniny dosti vysokou hustotu. Tvoří páry, které jsou těžší než vzduch, avšak netvoří se vzduchem výbušnou směs [2, 15].

PCB jsou velmi odolné proti řadě oxidantů a dalších chemických látek a nepodléhají chemické přeměně ani za přítomnosti kyslíku nebo některých aktivních kovů, za vysokých teplot, a to ani v případě dlouhodobého kontaktu [2].

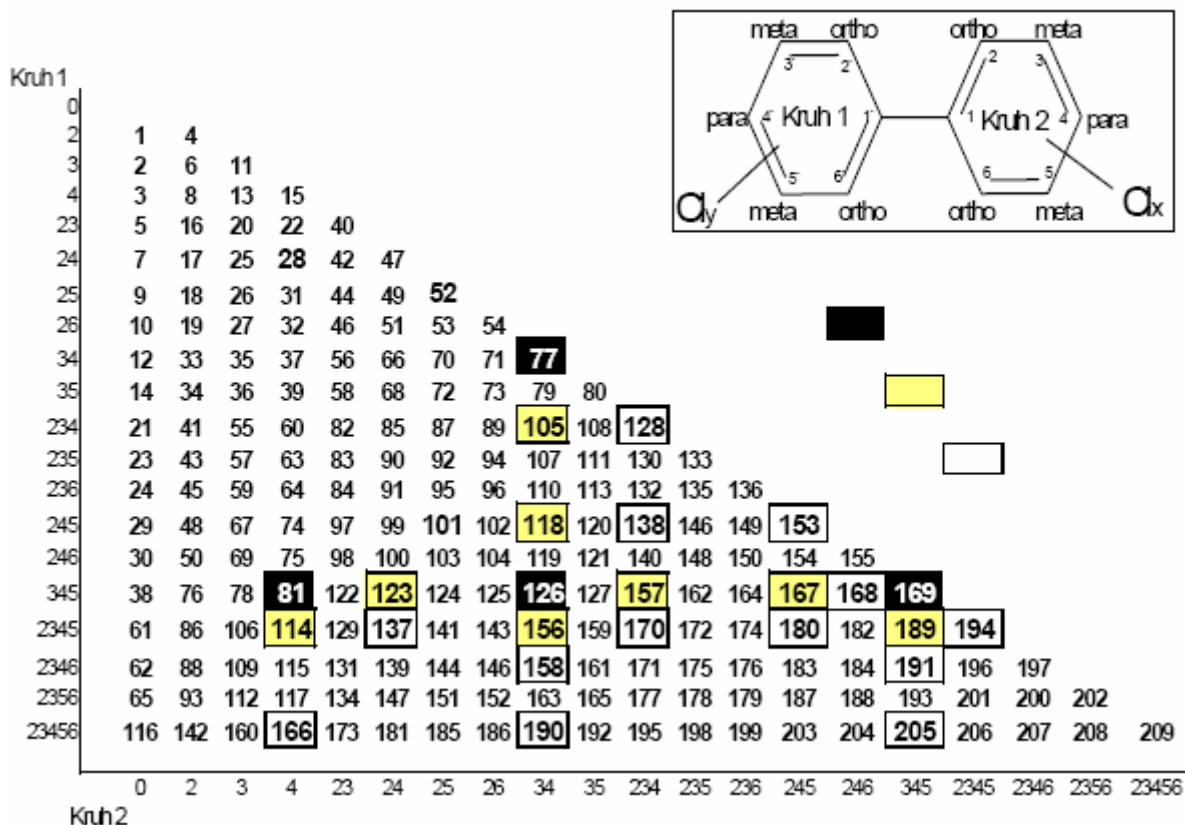
Bod tání se pohybuje od 34°C až 198°C. Bod varu leží v intervalu 270 až 460°C a stoupá se stoupajícím počtem atomů Cl v molekule. PCB se vykazují vysokou termostabilitou, chemickou inertností a malou těkavostí. K hoření dochází až při teplotách nad 1000°C. Jsou to velice reaktivní látky, lze je nitrovat, sulfonovat, halogenovat [2, 15].

PCB jsou dobře rozpustné v nepolárních rozpouštědlech a v tucích, málo rozpustné ve vodě, a proto se z vodního prostředí rychle dostávají do tukových tkání živočichů a rostlin [16, 17].

Nížechlorované PCB jsou zastoupeny převážně ve vodním prostředí a v atmosféře. Jejich vyšší mobilita je dána větší těkavostí a rozpustností. Protože snadněji podléhají fotodegradaci a biodegradaci, jsou v mnohem menší míře detekovány ve tkáních živočichů. Vyšechlorované bifenyly se v abiotickém prostředí hromadí především v půdě, ve které jsou absorbovány na organické částice a sedimenty. V živých organismech se PCB kumulují především v tukových tkáních živočichů, a to v souvislosti s jejich dominantními vlastnostmi, kterými jsou lipofilita a nízká rozpustnost ve vodě [15, 16, 17, 23].

Tabulka 2: Nejvýznamnější kongenery PCB

Skupina kongenerů	Důvod výběru
<b>Indikátorové</b> PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	vysoké koncentrace v technických směsích a environmentálních vzorcích – střední až vysoká perzistence
<b>Non-ortho<sup>*)</sup></b> PCB 77, 81, 126, 169	toxické (planární) – nejsilnější induktory cytochromu P-450 (induktory typu MC), obdobné biologické efekty jako dioxiny
<b>Mono-ortho kongenery<sup>*)</sup></b> PCB 105, 114, 118, 123, 156, 167, 189	toxické (částečně planární) – induktory cytochromů P-450 a P-448 (indukce smíšená: MC a PB typu)
<b>Doporučené pro komplexní vyšetření</b> PCB 8, 18, 31, 44, 66, 70, 74, 99, 128, 149, 163, 170, 183, 187, 194...	časté kongenery (vedle indikátorových) ve vzorcích potravního koše



Obrázek 1: Systematické názvosloví všech 209 kongenerů PCB, osy diagramů zobrazují substituční vzorce obou aromatických cyklů každého kongeneru, zvýrazněny jsou environmentálně důležité kongenery PCB [18]

### 2.3 Historie

PCB byly poprvé syntetizovány v roce 1881 v USA. Zahájení komerční výroby směsi na bázi PCB bylo uskutečněno v roce 1929, kdy ji do průmyslové výroby zavedla americká firma Stan Research, když se zjistila možnost jejich získání katalytickou chlorací laciného bifenyly při maximální teplotě 150°C. Vzhledem k výborným vlastnostem těchto směsí se jejich výroba brzy rozšířila i do jiných států světa. Hlavním důvodem využívání PCB jsou jejich vynikající chemické a fyzikální vlastnosti, jednoduchost a ekonomická efektivnost. V počátcích výroby pro ně mluvila i nízká akutní toxicita. Roku 1936 byly zjištěny první příznaky intoxikace PCB pocházející z profesionální expozice. V roce 1966 došlo poprvé k průkazu PCB v biotických vzorcích severních moří; pro stanovení byl použit plynový chromatograf s využitím ECD. Toxický charakter byl však prokázán až v 70. letech. V roce 1968 se v Japonsku otrávil více než tisíc lidí kontaminovaným olejem; odtud bylo získáno nejvíce informací o účincích na lidský organismus. V roce 1973 byla založena pracovní skupina se zaměřením výhradně na PCB. Bylo navrženo omezit používání PCB na nejmenší nutnou míru. Řada OECD zemí omezila výrobu, prodej a používání PCB (zvláště jejich používání jako dielektrika). Kongres USA zakázal v roce 1976 výrobu, zpracování, distribuci a používání PCB s výjimkou úplně uzavřených systémů (elektrické transformátory, kondenzátory). Od roku 1978 bylo používání PCB omezeno ve většině vyspělých průmyslových zemí pouze na uzavřené systémy. To však zahrnovalo přes 2,8 miliónů

kondenzátorů a více než 150 000 transformátorů. V roce 1979 bylo otráveno konzumací kontaminovaného rýžového oleje na Taiwanu kolem 2000 lidí. Až po roce 1987 byl vydán zákaz všech nových aplikací PCBs ve 24 zemích OECD a začaly se řešit problémy spojené s náhradou stávajících PCB a s vhodným zajištěním způsobu likvidace [4, 18].

Tabulka 3: Celková výroba popsaná v literatuře

Producer	Country	Start	Stop	Amount	Reference
Monsanto	USA	1930	1977	641,246	de Voogt and Brinkman, (1989)
Geneva Ind.	USA	1971	1973	454	de Voogt and Brinkman, (1989)
Kanegafuchi	Japan	1954	1972	56,326	Tatsukawa, (1976)
Mitsubishi	Japan	1969	1972	2,461	Tatsukawa, (1976)
Bayer AG	Germany	1930	1983	159,062	de Voogt and Brinkman, (1989)
Prodelec	France	1930	1984	134,654	de Voogt and Brinkman, (1989)
S.A. Cros	Spain	1955	1984	29,012	de Voogt and Brinkman, (1989)
Monsanto	U.K.	1954	1977	66,542	de Voogt and Brinkman, (1989)
Caffaro	Italy	1958	1983	31,092	de Voogt and Brinkman, (1989)
Chemko	Czechoslovakia	1959	1984	21,482	Schlosserová, (1994)
Orgsteklo	Russia	1939	1990	141,800	AMAP (2000)
Orgsintez	Russia	1972	1993	32,000	AMAP (2000)
Xi'an	China	1960	1979	8,000	Jiang et al. (1997)
<b>TOTAL</b>		1930	1993	<b>1,324,131</b>	

### 2.3.1 Historie v ČSSR

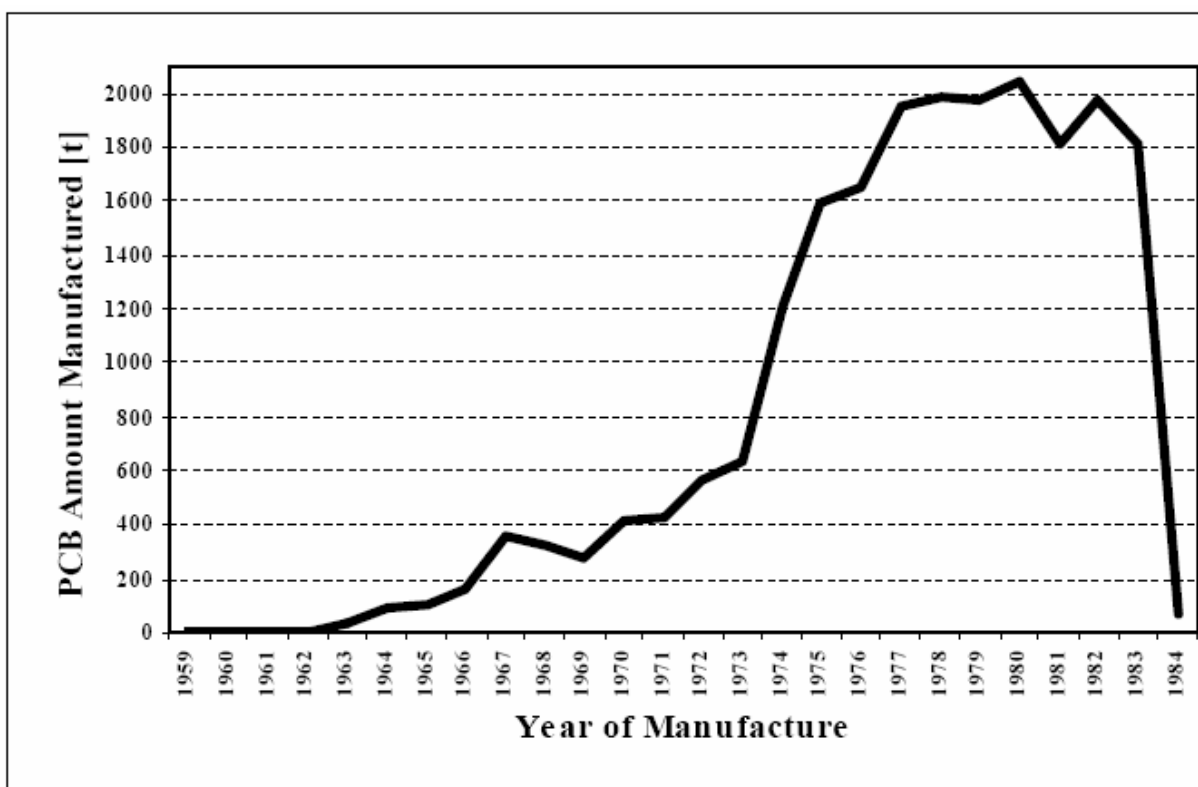
V bývalém Československu vyráběla v letech 1959 – 1984 PCB chemická továrna Chemko Strážské (na východním Slovensku) a dodávány byly pod firemním označením DELOR; nejběžnějšími výrobky byly DELOR 103 a DELOR 106. Tyto technické směsi se vyráběly přímou katalytickou chlorací bifenyly za přítomnosti katalyzátoru  $FeCl_3$  a následnou frakční destilací reakčního produktu. Používané frakce obsahují několik desítek kongenerů o různém počtu chlorových atomů v molekule, různé substituci a v různém vzájemném poměru, a proto jejich stanovení představuje poměrně obtížný analytický problém. Pro analýzu těchto látek se téměř výhradně využívá plynová chromatografie na křemenných kapilárních kolonách s chemicky vázanou nepolární silikonovou fází a pomocí teplotního programu řízeným průběhem analýzy. Jako detektor se nejčastěji používá detektor elektronového záchytu (ECD), který umožňuje dosáhnout potřebnou selektivnost metody.

V bývalém Československu však došlo ke zcela jinému vývoji. Nehledě na alarmující a obecně dostupné informace o nebezpečnosti PCB po roce 1972, začala jejich výroba právě v těchto letech narůstat a vrcholu dosáhla kolem roku 1980, aniž by jejich používání bylo kontrolováno z hlediska ohrožení zdraví a životního prostředí. Do roku 1974 bylo vyrobeno 6,2 miliónů kg technických směsí; v roce 1975 tato produkce stoupla o 2 milióny technických směsí Delor. Teprve potom, co byly prokazovány masivní kontaminace hovězího masa, mléka, másla a ryb, byla výroba PCB v roce 1984 ukončena i v Československu. V roce 1986 byla také ukončena výroba a distribuce nátěrových hmot obsahujících PCB. Tento rok také došlo k úniku topného oleje z obalovny drti v Rožmitálu pod Třemšínem a došlo ke kontaminaci povrchových a spodních vod v celém vodním ekosystému řeky Skalice a přehradní nádrže Orlik. Dva roky poté byl vydán zákaz konzumace ryb v celé délce toku

Skalice a na Orlické přehradní nádrži, a to v důsledku této havárie. V roce 1989 byla zastavena výroba ostatních produktů na bázi PCB.

V současnosti patří Česká republika mezi jednu z nejvíce kontaminovaných zemí v Evropě. Toto zjištění bylo konstatováno na semináři více jak 30 odborníků z celého světa, který se konal v roce 2003 v Praze. Tato tvrzení vznikla na základě výsledků ukazujících na extrémní znečištění mateřského mléka, ve kterém byly prokázány, v porovnání s ostatními zeměmi Evropy, nejvyšší suma PCB.

PCB se objevily ve vysokém množství ve vzorcích bahenních sedimentů, odebraných ze dna řeky Labe, nacházející se pod Spolanou Neratovice po povodních. Likvidace zamořených oblastí a produktů je vysoce nákladná a problematická (likvidace PCB ve spalovnách je nevhodná, možností je chemická redukce pomocí vodíku a vysoké teploty) [18].



Obrázek 2: Výroba PCB v Československu

## 2.4 Výroba a použití

PCB se nikdy nevyráběly jako samostatné kongenery, základní technická směs obsahovala vždy větší počet dalších chlorovaných bifenyly a příměsí takových xenobiotik, jakými jsou PCDD a PCDF [15].

Polychlorované bifenyly se vyráběly přímou chlorací bifenyly. Ten se připravuje zahříváním benzenu při teplotách 800°C; další možností je jeho získání z pyrolýzních produktů. Chlorace bifenyly se provádí při 110°C za přítomnosti chloridu železitého. Průběh chlorace se kontroluje podle měrné hmotnosti produktu. Stupeň chlorace je v zásadě určen délkou reakčního času (zpravidla 12 až 36 hodin). Po skončení chlorace se vypudí přítomný chlorovodík větráním, adiční sloučeniny se odstraňují zahříváním s jednoprocenním

hydroxidem sodným při teplotě 140°C, a pak se provádí destilace za vakua. Při chloraci vzniká směs jednotlivých PCB s různým obsahem chloru v molekule. PCB představují skupinu 209 izomerů se sumárním vzorcem  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ , počet atomů chloru je jedna až deset, přičemž je statisticky nepravděpodobný vznik kompletní směsi během chlorace bifenyly. V souladu s tím nebyla ve všech známých technických směsích potvrzena přítomnost asi 20 kongenerů [15, 19].

Sborník referátů z roku 1992 udává, že celosvětová produkce PCB činí celkem asi 1200 až 2000 milionů kg. Předpokládá se, že asi 20% z tohoto množství se mohlo dostat do životního prostředí Země, některé odhady však hovoří i o 30-50% a dokonce i o 70% [15].

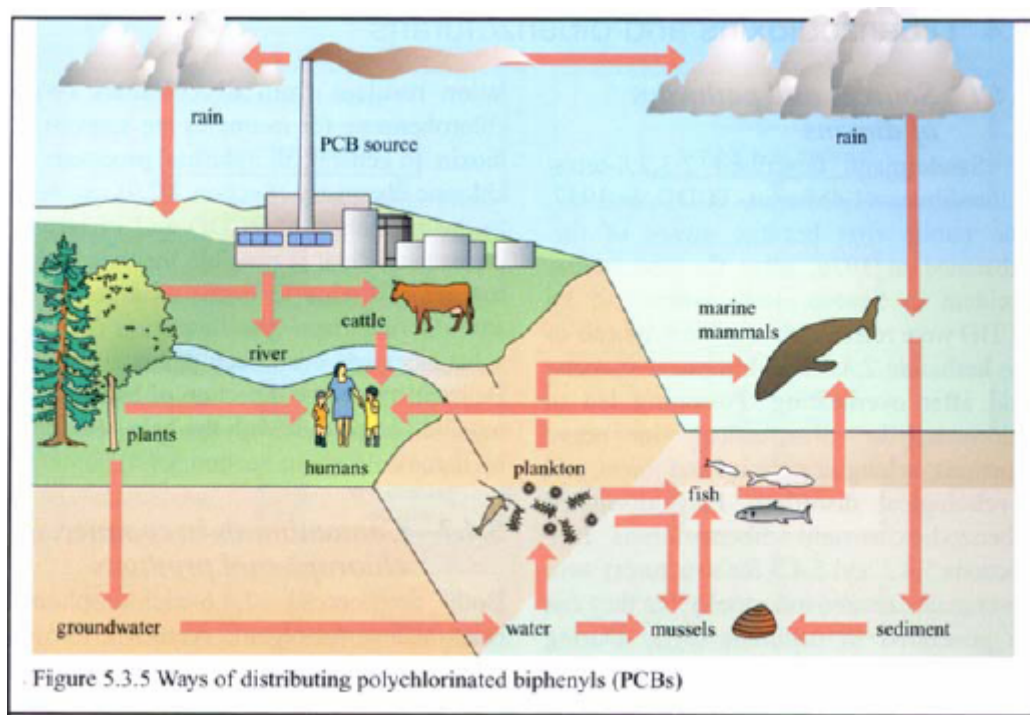
Tabulka 4: V praxi je možné se setkat u nás s těmito výrobky:

<b>Delor 103</b>	Obsahuje hlavně <b>trichlordifenyl</b> , měrná hmotnost asi 1.340 kg.m <sup>3</sup> , $t_f = -18^\circ\text{C}$ , $t_v = 320^\circ\text{C}$ . Produkt sloužil hlavně jako <b>dielektrická kapalina</b> pro náplň silových kondenzátorů (ZEZ s.p. Žamberk v ČR)
Delor 104	Obsahuje hlavně <b>tetrachlordifenyl</b> , měrná hmotnost asi 1.410 kg.m <sup>3</sup> , $t_f = -10^\circ\text{C}$ , $t_v = 355^\circ\text{C}$ . Produkt měl podobné využití jako <b>Delor 103</b> .
Delotherm DH	Obsahuje hlavně produkt <b>Delor 103</b> s obsahem asi 20-30 % produktu <b>Delor 104</b> . Produkt sloužil hlavně jako <b>teplonosná kapalina</b> pro těžké setrvačnickové zařízení (drtiče kamene, mlýnská <i>zařízení</i> , brusiče, obalovače šterku aj.)
Hydelor 104	Obsahuje hlavně produkt <b>Delor 104</b> s obsahem asi 10-25 % produktu <b>Delor 103</b> a asi 15-30% vyšších polychlorbifenyly. Produkt sloužil hlavně jako <b>hydraulická kapalina</b> pro hydraulická zařízení, kompresory, turbíny aj.
Delor 105/80 T	Obsahuje hlavně <b>pentachlordifenyl</b> a asi 20 % trichlorbenzenu, měrná hmotnost asi 1.500 kg.m <sup>3</sup> . Produkt sloužil hlavně jako <b>dielektrická a chladicí kapalina</b> pro náplně kondenzátorů a transformátorů.
Delor 106	Obsahuje hlavně <b>hexachlordifenyl</b> , měrná hmotnost asi 1.600 kg.m <sup>3</sup> , $t_f = 25-80^\circ\text{C}$ . Produkt sloužil hlavně jako <b>plastifikátor</b> do nátěrových hmot a polymerních směsí.

## 2.5 Způsoby kontaminace prostředí PCB

Přestože jsou PCB uměle připravené látky, jsou v současné době pokládány za všudypřítomné a v životním prostředí jsou nacházeny všude. PCB byly vnímány jako „biologicky inaktivní“ a jejich používání prakticky nebylo omezováno žádnými významnějšími opatřeními, které by zabránily jejich únikům do životního prostředí, ke kterým mohlo docházet jak na straně výrobců, tak i u samotných spotřebitelů. Při výrobě PCB se unikající páry adsorbují

na prachové částice, se kterými se mohou působením větru a deště rozšiřovat do značných vzdáleností. Největší množství PCB se dostalo do životního prostředí úniky při jejich používání [1].



Obrázek 3: Distribuce PCB v jednotlivých složkách prostředí [18]

V dnešní době je známa celá řada úniků PCB z otevřených i uzavřených systémů. Přehled možných úniku do životního prostředí z primárních nebo sekundárních zdrojů zobrazuje tabulka 5.

Současné emise PCB jsou dány jejich předchozím použitím v průmyslových aplikacích. Také informují o nynějším stavu a úspěšnosti jejich likvidace na skládkách nebo jinými vhodnějšími způsoby, v závislosti na legislativě jednotlivých zemích. Hladiny PCB jsou vyšší v blízkosti urbanistických a průmyslových lokalit v blízkosti tzv. bodových zdrojů (výrobní podniky, skládky odpadů z výroby, místa záměrné aplikace PCB) než v řídkce osídlených oblastech. Nejčastějším uvolňováním do prostředí bylo nevhodné nakládání s odpady obsahující PCB nebo nedostatečné nebo žádné kontroly využívání v různých zařízeních.

I když jsou PCB jen velmi málo těkavé dostávají se do ovzduší. Jedním z významných zdrojů emisí PCB do ovzduší je odpařování z aplikovaných barev, nátěrů a změkčovadel. Dalším menším zdrojem může být vytěkání PCB z půdy, z vysoušených čistírenských kalů, ze skládek odpadů, likvidovaných nebo skladovaných transformátorů a kondenzátorů, případně ze spaloven. Velmi důležitým zdrojem kontaminace prostředí je i skládkování malých elektronických zařízení, obsahujících plněné kondenzátory, jejichž skládkové zabezpečení není vhodné a téměř v každém případě hrozí vylití jejich obsahu s podílem PCB [15].



Tabulka 5: Primární a sekundární zdroje vstupu PCB do prostředí

PRIMÁRNÍ ZDROJE	
uzavřené systémy	otevřené systémy
<ul style="list-style-type: none"> <li>• chladicí kapaliny v transformátorech</li> <li>• dielektrické kapaliny ve velkých a malých kondenzátorech</li> <li>• teplonosná media</li> <li>• ohnivzdorné a teplonosné antikorozní hydraulické kapaliny v důlních zařízeních a vakuových pumpách</li> <li>• použití mazadel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• použití plasifikátorů na bázi PCB, inhibitory hoření</li> <li>• bezuhlíkový kopírovací papír, samolepící pásy, balící papír</li> <li>• lubrifikanty, těžké oleje, imerzní oleje</li> <li>• tiskařské barvy, barvy, lepidla, vosky</li> <li>• impregnační materiály, těsnící kapaliny</li> <li>• aditiva do cementů a omítek, materiály na mazání odlévacích forem, laminátovací činidla</li> <li>• pevné a kapalné materiály s obsahem PCB, pesticidy</li> </ul>
SEKUNDÁRNÍ ZDROJE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• revolatilizace ze sedimentů velkých vodních systémů a půd</li> <li>• odpařování z aplikovaných barev</li> <li>• skládky odpadů, spalování odpadů, krematoria</li> <li>• recyklovaný papír</li> </ul>	

Na žebříčku možností kontaminace ekosystému stojí vedle úniků i průmyslové havárie. Ty se nevyhnuly ani výrobě a používání PCB v bývalé ČSSR. Při ekologické havárii v Rožmitále pod Třemšínem, kde v obalovně živičných drtí unikl Delor 103, se kontaminovalo celé okolí včetně řeky Skalice a koncentrace dosahovala PCB až 250 mg/l.

## 2.6 Účinky PCB na organismy

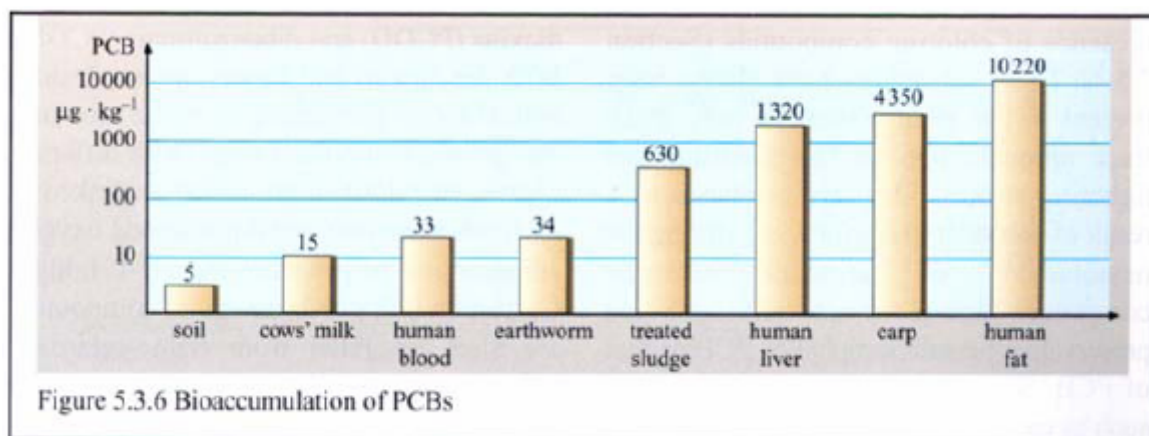
### 2.6.1 Účinky PCB na zvířata

Účinky polychlorovaných bifenylnů na hospodářská zvířata, eventuálně na volně žijící zvěř popisuje řada vědců ve svých publikacích pocházejících z poslední doby. Vodní bezobratlí metabolizují všechny PCB extrémně pomalu, v porovnání s vyššími organismy. Ryby vykazují rozdíly mezi druhy, zejména mezi dravými a nedravými rybami, případně mezi rybami žijícími u dna a pohybujícími se ve vodním sloupci. Schopnost metabolizovat PCB v organismu ryb vykazuje stejné trendy, jako v případě vyšších obratlovců.

Chronická subletální toxicita PCB ovlivňuje růst a reprodukci zvířat ve všech člancích potravinového řetězce. Byla popsána schopnost plodu akumulovat PCB, což je důležité pro případné ovlivnění dalších generací. PCB lze detekovat v mozku dospělých i právě narozených mláďat. Z toho vyplývá, že PCB procházejí bariérou krev – mozek. Přitom mozková kůra je nejmladší částí CNS a je z hlediska vývoje nejméně odolná vůči negativním vlivům cizorodých látek.

Obsah chlorovaných organických sloučenin byl sledován v rámci jedné studie také u vyder. Bylo prokázáno, že u 5 vyder z celkového počtu 23 byly detekovány polychlorované bifenyly; jejich koncentrace byly vyšší než 50 mg/kg tuku. U dvou z nich byly při pitvě zjištěny změny na kůži a na tlapkách a u jedné nádor hladké svaloviny.

V důsledku působení PCB na ryby roste nejen aktivita jejich monoxygenázy, ale také celkové množství cytochromu P-450 v mikrozomálních frakcích odebraných z jater ryb. Účelem studie bylo porovnat rovnováhu toxikace - detoxikace jak u ryb kontrolních, tak u ryb vystavených účinkům PCB [4].



Obrázek 4: Bioakumulace PCBs

### 2.6.2 Působení PCB na člověka

Nejvíce údajů o zdravotních důsledcích polychlorovaných bifenylnů bylo získáno při vyšetřování havárií v Japonsku (1968) a na Tai-wanu (1979). Otrava byla způsobena požitím kontaminovaného rýžového oleje. Charakteristickým příznakem byly kožní problémy, především chlorakne. Stupeň poškození osob byl závislý na množství kontaminovaného rýžového oleje. V případě otrav dětí bylo rovněž zjištěno zpoždění růstu a abnormality ve vývoji zubů. V tabulce 6 jsou prezentovány zjištěné zdravotní potíže. Délka expozice byla několik týdnů až měsíců.

Druhou velkou skupinou informací jsou údaje získané při vyšetřování zdravotního stavu profesionálně exponovaných osob. Je zajímavé, že zdravotní poškození zaměstnanců výrobních závodů bylo menší, než u osob postižených otravami, i když zjištěné hladiny PCB v krvi exponovaných osob byly přibližně stejné. Obsah PCB v krvi a mateřském mléce profesionálně exponovaných kojících žen byl přímo úměrný a byla prokázána kontaminace novorozeňat prostřednictvím této cesty příjmu. Hlavními zdravotními příznaky u profesionálně exponovaných osob byly: chlorakné, jiné změny na kůži, snížení kapacity plic a dýchací potíže, poškození jater, změny ve složení enzymů, indukce mikrosomálních monoxygenas [19].

Tabulka 6: Symptomy zdravotního poškození osob postižených při otravách Yusko a Yu Cheng (v %) [D]

symptom	Yusko		Yu Cheng	
	m (n = 89)	ž (n = 100)	m (n = 15)	ž (n = 12)
tmavě hnědá pigmentace nehtů	83,1	75,0	86,6	83,3
postižení vlasových folikulů	64,0	56,0	40,0	41,6
zvýšené pocení dlaní	50,6	55,0	-	-
kožní akné	87,6	82,0	86,6	83,3
rudé skvrny na ústech	20,2	16,0	-	-
pigmentace růže	75,3	72,0	-	-
svrbění	42,7	52,0	-	-
otoky údů	20,2	41,0	-	-
ztuhnutí chodidel a dlaní	24,7	29,0	46,6	25,0
pigmentace mukozních membrán	56,2	47,0	-	-
zvýšené slzení	88,8	83,0	93,3	91,0
zánět spojivek	70,8	71,0	66,6	75,0
zrakové poruchy	56,2	55,0	-	-
žloutenka	11,2	11,0	-	-
ztuhnutí horních víček	71,9	74,0	86,6	91,6
pocit slabosti	58,4	52,0	-	-
strnulost údů	32,6	39,0	53,3	91,6
horečka	16,9	19,0	-	-
paměťové potíže	18,0	19,0	-	-
spasmus údů	7,9	8,0	-	-
bolest hlavy	30,3	39,0	-	-
zvracení	23,6	28,0	-	-
průjem	19,1	17,0	-	-

### 2.6.3 Zdravotní rizika v návaznosti na konzumaci ryb a rybích produktů

Ryby a mořské organismy mají celosvětově velký nutriční význam. Ryby jsou především důležitým zdrojem živočišného proteinu, vitamínů rozpustných v tucích (A, D), minerálních látek (I, Se, Ca) a esenciálních omega-3 mastných kyselin. Bylo prokázáno, že pro člověka představují více než 30 % živočišných proteinů.

Kromě toho však ryby patří mezi ty organismy, které jsou v hydrosféře vystaveny větší expozici environmentálních polutantů, mezi které lze zařadit POPs (PCB, DDT, PCDD/F), organokovové sloučeniny a rizikové prvky (organické sloučeniny cínu, rtuť, arsen).

Nejnovějšími studiemi organizací zabývajících se touto problematikou se došlo k závěru, že kritickým bodem je konzumace dravých ryb. Pokud jde o volně žijící ryby, starší kusy jsou všeobecně větší a živí se většími druhy, a proto akumulují větší množství kontaminantů než menší ryby ve stejné populaci [6].

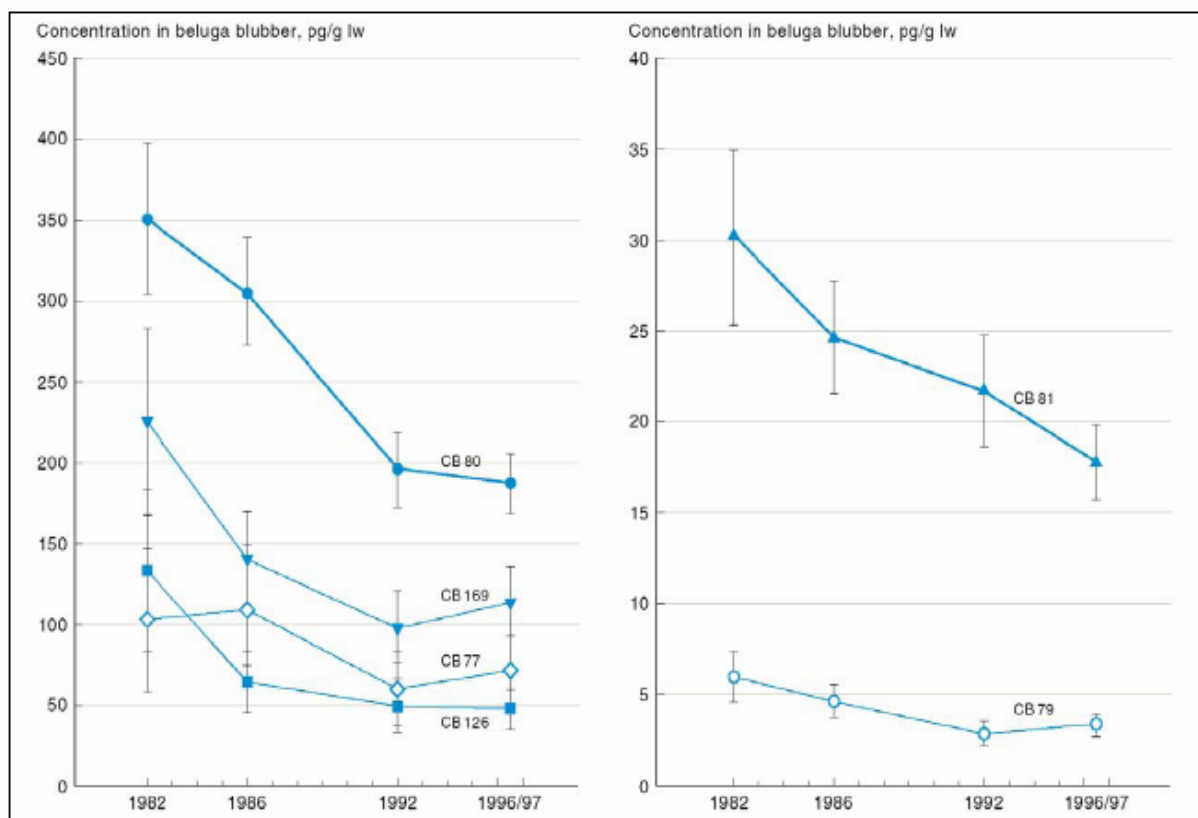
Vliv na kontaminaci ryb je dán i jejich původem a oblastí ve které žijí. Jednou z nejhůře postižených oblastí jsou Baltské vody, kde kontaminace sledů je 305x vyšší a lososa 5x vyšší

než u stejných druhů pocházejících z jiných oblastí. K hlavním druhům ryb, které se zpracovávají v Evropě k potravinářským účelům, patří z mořských ryb sled, losos, treska, tuňák, makrela a sardinky. Jednou z problematických otázek jsou rybí druhy brakických vod, a proto jsou ve Finsku upravována doporučení pro konzumaci ryb. V rámci výzkumu byly vzorky odebrané v letech 2002 – 2003 sledovány nejen na PCB, ale také na jiné kontaminanty [5, 6].

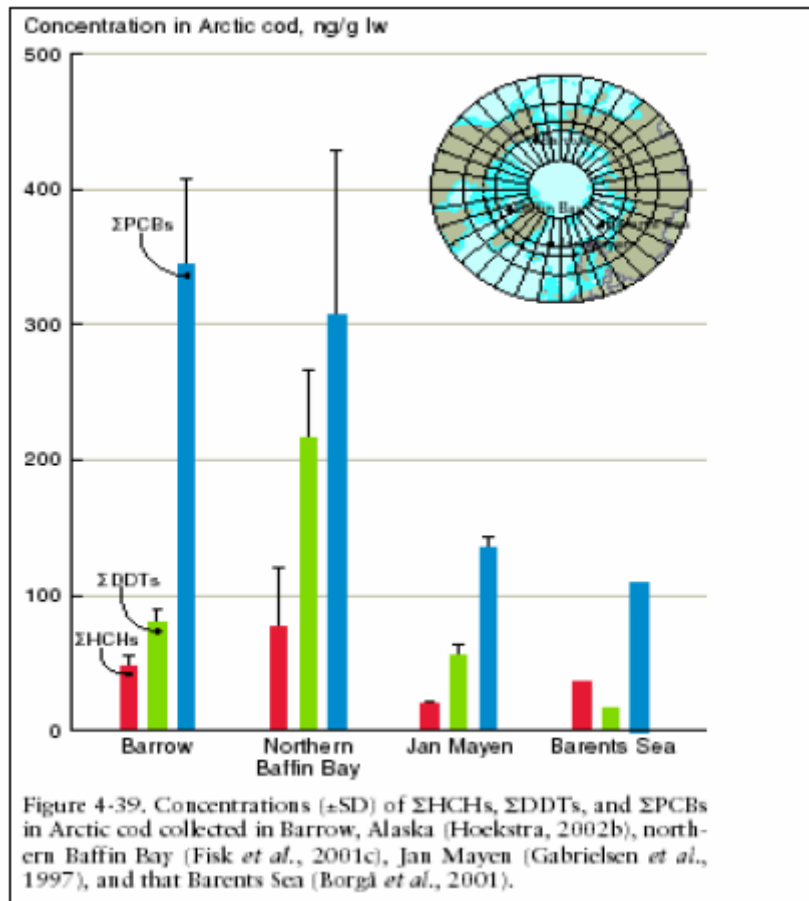
Výsledky ukázaly, že u sledů a lososů v okolí Finska dochází k vyšší akumulaci těchto látek než u jiných druhů. U starších větších ryb jsou tyto sloučeniny deponovány v tukové tkáni. Doporučení pro spotřebitele je stažení kůže z čerstvých ryb, čímž lze dosáhnout snížení obsahu PCB až o 5-10%. Dalším doporučením je omezit konzumaci ryb na jednou až dvakrát za měsíc, s výjimkou pro děti, mladistvé a ženy v reprodukčním věku. Těhotné a kojící ženy by se měly v tomto období konzumace rizikových druhů ryb vyvarovat.

PCB, které jsou přítomny ve vodním ekosystému, se dostávají do potravního řetězce fytoplankton – zooplankton – ryby – predátor; z jejich distribuce a získaných hladin PCB lze odvodit to, proč je nutné zavádět zdravotní opatření v souvislosti s riziky pocházejícími z PCB.

Jediným účinným způsobem ochrany obyvatelstva před kontaminací PCB je prevence, založená na dostatečných informacích, manipulací s těmito látkami, jejich důslednou kontrolou a stanovením legislativních opatření [5, 6].



Obrázek 5: PCB ve velrybách [18]



Obrázek 6: POPs v arktické tresce [18]

#### 2.6.4 Toxicita

Do vodního prostředí se PCB dostávaly prostřednictvím odpadních vod, a to z podniků, ve kterých se tyto látky vyráběly nebo používaly. V povrchových vodách se koncentrace PCB vyskytovaly v rozmezí  $1 \cdot 10^{-6}$  až  $1 \cdot 10^{-4}$  mg/l PCB. Mořští živočichové přijímají PCB žábami a potravou. PCB se kumulují v sedimentech dna a ve vodních organismech, u nichž je akumulací koeficient  $10^3 - 10^5$ . Pro ryby, hlavně pro jejich raná vývojová stádia, jsou PCB mimořádně toxické. Hodnoty  $LC_{50}$  v průběhu 96 hodinového působení pro různé druhy ryb uvádí tabulka 7.

Bylo zjištěno, že toxické působení PCB negativně zasahuje do enzymových systémů mikrozomální frakce jater. Při působení nižších subletálních dávek PCB v delším časovém horizontu dochází ke kumulaci těchto látek v organismu ryb a u plůdku ryb je možno zjišťovat deformace kostry, poškození kůže a ploutví, poškození parenchymatozních orgánů, zejména jater, poškození gonád a následně vyšší ztráty v průběhu líhnutí, vysokou úmrtnost raného plůdku a zvýšené procento výskytu různých deformací u tohoto plůdku [16].

PCB jsou perzistentní v abiotické složce životního prostředí, nepodléhají vesměs degradaci. Poločas rozpadu chemického typu je i desítky let, a tak mohou PCB recirkulovat životním prostředím. PCB uvolněné do atmosféry se váží na pevné částice, odkud se vymývají deštěm a srážkami do půdy a do vodního prostředí. Půda zadržuje až 90% celkového množství PCB, přičemž hlavním degradačním procesem v půdě je volatilizace.

V laboratorních podmínkách byl sledován vliv PCB na ryby. Bylo zjištěno, že v důsledku koncentrace PCB v rozmezí 1-10ppb docházelo k redukci velikosti jednotlivců a biomasy fytoplanktonu [17].

Tabulka 7: Akutní toxicita PCB pro různé druhy ryb [17]

PCB	druh ryby	LC <sub>50</sub> /96h mg.l <sup>-1</sup>
Aroclor 1016	Pstruh duhový	0,00108-0,135
	Pstruh obecný	0,138
	Karas zlatý	0,01321
Aroclor 1221	Rasbora heteromorpha	1,05
Aroclor 1232	Rasbora heteromorpha	0,32
Aroclor 1242	Pstruh duhový	0,00103
	Rasbora heteromorpha	0,37
	Karas zlatý	0,000264
Aroclor 1248	Pstruh duhový	0,054*
Aroclor 1254	Pstruh duhový	0,00032-0,156
	Rasbora heteromorpha	1,1
	Karas zlatý	0,00118
Capacitor 21	Pstruh duhový	0,0016
	Karas zlatý	0,01489
Kaneclor KC 300	Poecilia reticulata	0,9-3,2
	Kapr obecný	1,45

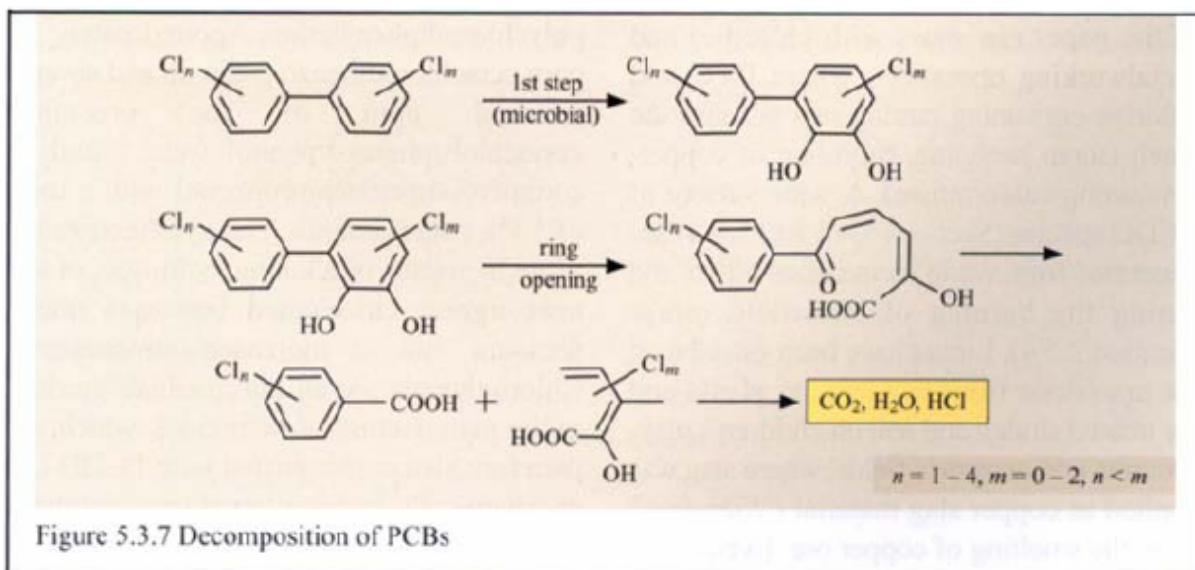
\*Hodnota získaná v průběhu 120hodinového působení.

## 2.7 Způsoby likvidace a zneškodnění PCB

### 2.7.1 Způsoby likvidace a zneškodnění PCB

Polychlorované bifenyly se některými svými vlastnostmi liší od ostatních látek; je to především jejich chemická odolnost a vysoká stabilita. Proto ani pro jejich zneškodnění nemohou být používány běžné způsoby likvidace odpadů, kterými je nejčastěji spalování. Při normálním spalování z nich mohou vznikat polychlorované dibenzofurany nebo polychlorované dibenzodioxiny, které jsou toxičtější než výchozí PCB [19].

V současnosti se používají tři základní způsoby na jejich likvidaci, a to tepelný (spalování), chemický (dechlorace) a biologický (degradace), resp. jejich kombinace, přičemž biologický způsob je v přírodě často spojen i s fotochemickou degradací, tj. s rozkladem světlem.

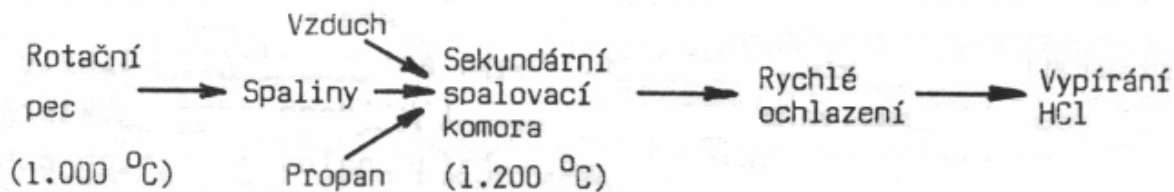


Obrázek 7: Rozložení PCB

### Spalování PCB

K nejstarším a nejrozšířenějším způsobům zneškodňování PCB patří tepelný způsob. Provádí se ve spalovnách chemického odpadu za použití vysokých teplot, obvykle v rozmezí 1 200°C až 1 400°C, přičemž pro tento účel dobře vyhovují i starší upravené cementářské pece. Bylo prokázáno, že za přítomnosti vápna dochází k podstatnému snížení obsahu PCB. Na průběh spalovacího procesu v těchto pecích působí pozitivně i vznikající slinok, který na sebe váže nejen těžké kovy, ale také HCl [19]. PCB se dávkuje obvykle ve směsi s pomocným palivem (olej, mazut, tér aj.). V prvním stupni dochází k rozkladu PCB už při teplotě asi 800°C a v druhém k destrukci dioxinů a jiných látek při teplotách v rozsahu 1 100 až 1 250°C, při zadržích spalin 2 až 6 sekund a se zůstatkem minimálně 6 obj.% kyslíku ve spalinách, což má značný vliv i na emise. Při teplotách nad 1 000°C, obvykle při teplotě 1 050°C dochází za jednu sekundu prakticky k úplnému rozkladu PCB a je zajímavé, že teplota rozkladu klesá s rostoucím počtem atomů chloru v molekule PCB. Vznikající agresivní plyn HCl se obvykle zachycuje v absorbérech s vápnem. Celková účinnost je min. 99% při dostatečném přívodu vzduchu a zadržích spalin min. 3 sekundy. V ČR se pokusně spalovalo PCB v cementárně Radotín, kde účinnost činila 99,9 % [11, 19]. Popsána jsou také mobilní spalovací zařízení ověřená pro likvidaci PCB v půdách. Zničení PCB v dané zařízení je 99,99%.

Uváděny byly také postupy rozkladu PCB a podobných látek za pomoci směsí vodní páry a kyslíku. Další metodou je tavení PCB se směsí NaOH a NaNO<sub>3</sub> nebo KOH a KNO<sub>3</sub> při teplotách do 450°C; v tomto případě dochází až k totální destrukci PCB. Tento způsob není zatím v ČR ani v SR v provozu [11].



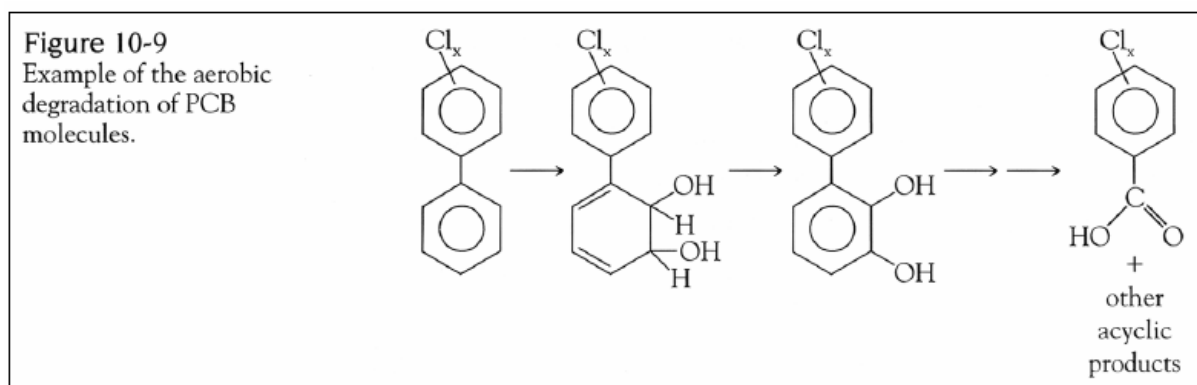
Obrázek 8: Jeden ze způsobů spalování

Vzhledem k energetické náročnosti spalování (na spálení 1kg PCB je třeba dodat asi 7 000kJ) a dosažení teploty 1 400 až 1 700°C, bylo vypracováno několik metod pro likvidaci PCB pomocí hydrogenace vodíkem, probíhající za vysokých teplot kolem 400°C s použitím různých kovových katalyzátorů. Dalším ověřovaným způsobem je termicko katalytický rozklad, při kterém se sloučeniny rozkládají za přítomnosti slitin různých kovů např. hliníku, hořčíku, titanu nebo křemíku a při použití teplot v rozmezí 450 až 650°C v atmosféře inertního plynu.

Experimentálně byly ověřovány i různé chemické postupy rozkladu PCB a to s různým úspěchem. Byly to především reakce s elementární sírou probíhající při teplotě 500 až 1 000°C, následuje rozklad na C a O a CaSiO<sub>3</sub> při teplotě 600 až 800°C.

Ve větším množství publikací je také uveden mikrobiologický rozklad PCB. Pro využití této metody byly testovány bakterie kmene pseudomonaz nebo kmeny bakterií achrobakter *Corinobacterium* aj. Biodegradabilita klesá se stoupajícím počtem atomů chloru v molekule. Likvidace PCB pomocí fotorozkladu je jednou z metod, pro kterou můžeme shrnout následující poznatky:

- ozařování běžných roztoků PCB zářivkami za přítomnosti např. propanu vede k substituci atomů chloru vodíkem až po vznik bifenyly
- popsáno bylo rovněž použití laserů
- byl zjištěn katalytický účinek karboranu na fotodehalogenaci
- pozitivní vliv některých detergentů nebo aminů na dehalogenaci PCB [11, 19]



Obrázek 9: Aerobní rozklad PCB



## 2.8 Zhodnocení situace v ČR v současnosti

### 2.8.1 Úkoly stanovené pro program dekontaminace

1. Zajistit dokončení a vyhodnocení inventarizace zařízení přípravků s obsahem PCB větším než 5 litrů a stanovit podmínky pro dekontaminaci zařízení s obsahem PCB o koncentraci vyšší než je 50 mg/kg (ppm) PCB.
2. Připravit plány dekontaminací nebo odstranění inventarizovaných zařízení a PCB v nich obsažených.
3. Vypracovat metodiku pro sběr a následné odstraňování zařízení s obsahem PCB, které nepodléhají inventarizaci (zařízení s obsahem pod 5 litrů).
4. Zpracovat návrh na provedení pasportizace míst na území ČR kontaminovaných PCB [11].

### 2.8.2 Současný stav inventarizace

Účelem evidence je inventarizovat zařízení s obsahem náplně větším než 5 litrů a s koncentrací nad 50 mg/kg. K dispozici je aktuální stav včetně roku 2003. Realizační program uvádí celkově a po jednotlivých krajích počty subjektů, které vlastní nebo provozují zařízení a přípravky s obsahem PCB a uvádějí výčty jednotlivých druhů zařízení, které obsahují nebo mohou obsahovat PCB [11].

## 2.9 Enviromentální osud PCB

Dominantním transformačním procesem pro PCB přítomné v plynné atmosferické fázi je reakce s hydroxylovými radikály vznikajícími fotochemickým vlivem slunečního záření. Odhadovaný poločas této reakce závisí na stupni chlorace.

Tabulka 8: Atmosférický poločas života pro reakci PCB s OH radikály [4]

PCBs	Doba života v ovzduší pro reakce s OH radikály (dny)
MonoCB	3,5-7,6
DiCB	5,5-11,8
TriCB	9,7-20,8
TetraCB	17,3-41,6
PentaCB	41,6-83,2

Tyto údaje potvrzují, že atmosferická fotolytická degradace PCBs je možná. Naproti tomu fotolýza PCBs ve vodách se zdá být dominantním degradačním mechanismem těchto látek. Procesy jako hydrolýza a oxidace nepřispívají k transformaci významně.

Rychlost biodegradace polychlorovaných bifenyly je určována zvláště velikostí styčné plochy mezi těmito sloučeninami a znečištěnou vodou. Kritickým faktorem je tato styčná plocha, která ovlivňuje růst bakterií. Dostatečně velkou styčnou plochu lze získat ultrasonikací polychlorovaných bifenyly, při níž vzniká jemná emulze, kterou lze stabilizovat například přidáním sulfonátu ligninu. Pravděpodobně lze využít tohoto poznatku při úpravě průmyslových odpadů obsahující výše chlorované bifenyly [4]. Aerobní a anaerobní

biodegradace probíhají ve vodě. Za aerobních podmínek mono-, di- a triCB biodegradují rychleji, tetraCBs pomaleji a vyšší CB vůbec ne. PCB substituované na jednom kruhu degradují rychleji, zatímco o-substituované jsou vůči degradaci resistantnější. Anaerobní biodegradace vodních sedimentů závisí na redukčním potenciálu a na typu substituce PCB. Para-substituované PCB jsou biodegradovány přednostně. Výše chlorované kongenery PCB jsou redukční dechlorací transformovány na níže chlorované, které jsou biodegradovatelné za aerobních podmínek [8, 19]. Biotransformační procesy mohou být značně urychleny použitím adaptované mikrobiální populace některých kmenů *Alkaligenes*, *Pseudomonas*, *Achromobacter* a dalších [10, 19].

Tabulka 9: Poločasy mikrobiální degradace PCBs [4]

ARCOLOR	Poločas degradace (dny)	
	za použití mikroorganismů	bez použití mikroorganismů
1232	27	61
1248	32	78
1254	36	82

Významnou úlohu při stanovení stupně degradace má rozpustnost PCB ve vodě a rychlost desorpce z půdy. Biodegradace v půdách je velmi pomalý proces, hlavně pro půdy s vysokým obsahem organického uhlíku [1, 4, 19].

Jelikož má PCB silně lipofilní charakter, je nutné za významné transportní a degradační medium považovat živé organismy, především vyšší savce, kteří akumulují PCB ve svém depotním tuku. Poločas eliminace ze živého organismu je relativně dlouhý tabulka 10 [19].

Tabulka 10: Příklady poločasu eliminace některých kongenerů PCB z organismu savců [19]

Kongener PCB	Poločas eliminace (dny)
108/118	100-300
138	321
153	338
180	124

## 2.10 Analytická chemie PCB

Stanovení polychlorovaných bifenylnů v environmentálních vzorcích hraje významnou roli z mnoha hledisek. Pro posouzení expozice a pro zjištění vztahu mezi dávkou škodliviny a biologickým efektem je důležité stanovit správnou koncentraci organochlorových polutantů kumulovaných v biotě.

Polychlorované bifenyly se vyskytují ve vzorcích ve stopových koncentracích, z čehož vyplývají zvýšené nároky na analytické metody. Z 209 možných kongenerů PCB je v biotických a abiotických složkách životního prostředí ve větším množství detekováno

asi 90 kongenerů PCB. Kontrolování všech devadesáti kongenerů by bylo nepraktické a po analytické stránce velmi složité, protože každý z nich se vyskytuje v odlišných koncentracích. Proto bylo pro komplexní vyšetření biotických matric určeno sedm tzv. „indikátorových“ kongenerů PCB (č. 28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180); dále bylo také doporučeno, aby z hlediska hodnocení rizika pro člověka zavedeno monitorování toxikologicky významných *non-ortho* a mono-ortho bifenyly (č. 77, 81, 126 a 169, resp. 105, 114, 156, 157, 167 a 189) a některých di-ortho kongenerů PCB (č. 128, 149, 170 atd.).

Od 60. a 70. let minulého století, kdy začaly být PCB systematicky sledovány v životním prostředí, se vyvíjely a zdokonalovaly analytické techniky, a to zejména z hlediska jejich detekce, identifikace a kvantifikace. Náplňové kolony pro GC poskytovaly nedostatečné rozlišení, což v mnoha případech vedlo k nereálnému nadhodnocení výsledků. Zavedení kapilárních křemenných kolon s různými vázanými stacionárními fázemi znamenalo zásadní obrat ve stopové analýze pomocí chromatografie.

Základní kroky při analýze PCB v enviromentálních vzorcích jsou následující:

- odběr a uchování vzorku
- homogenizace matrice a její úprava
- extrakce analytů ze vzorku
- přečištění vzorku (odstranění nežádoucích koextrahovaných látek)
- frakcionace, tj. separace jednotlivých skupin analytů; nemusí být zařazena za předpokladu dostatečné separace analyzovaných kongenerů PCB od interferujících organochlorových sloučenin
- identifikace a kvantifikace analytů

#### **2.10.1 Metody stanovení chemické kontaminace vodního prostředí**

Principem metody stanovení PCB je plynová chromatografie s detektorem elektronového záchytu (GC/EDC). Prokázaná kontaminace podléhá kontrole v souladu PCB s požadavky vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR č. 298/97 Sb., v platném znění, tzn. kongenerová analýza (indikátorové kongenery č. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 108), vyjádřena jako suma PCB.

### **3 BIOINDIKACE**

Hodnocení ekosystému se zakládá na celé řadě metodických postupů a souvisí s mnoha faktory. Poznávání a získávání informací o zákonitých vazbách mezi výskytem a chováním jednotlivých druhů, morfologickými znaky, fyziologickými pochody a populační dynamikou rostlin a živočichů vedlo k využití odchylek od normálu jako nepřímých ukazatelů vývoje a stavu prostředí [23].

Bioindikátorem je organismus nebo společenstvo, jehož životní funkce jsou těsně korelovány s faktory prostředí a proto mohou sloužit jako jejich ukazatele [20].

Je známo, že bioindikátory mohou obsahovat podstatně vyšší koncentrace některých polutantů, než jsou zjišťovány v ovzduší, vodě a v půdě. U bioindikátorů, které jsou používány pro potřeby monitoringu, musí být stanoven koeficient akumulace K<sub>c</sub>.

Nejdůležitější vlastnosti testovacích druhů [25]:

- výskyt v hojném počtu ve všech stanovištních podmínkách (přírodních, kulturních, umělých)
- stálost základních fyziologických hodnot ve vztahu k přírodním stanovištním podmínkám
- včasné reakce antropogenního nebo entropického činitele nebo na procesy probíhající v ekosystému
- tolerance vůči tomuto činiteli (přežívat i dlouhodobé a intenzivní působení dané škodliviny)
- rychlý metabolismus, aby se mohl projevit i vliv škodlivin přítomných ve stopových koncentracích
- dlouhá doba života, k odhalení důsledků chronických zátěží
- rychlý sled pokolení, aby se dali včas zjistit genetické změny, popřípadě vrozené poruchy a deformity, a zjistit působení škodliviny na několik generací téže populace
- živočichové musí mít vztah k nevelkému území, aby byla jistota, že zjištěné odchylky jsou vztaženy k přesně vymezenému území
- snadná dosažitelnost, která je nutná pro shodu sériových vyšetření
- být dostatečně velký, aby se nemuselo použít stopových a ultrastopových metod při zpracování individuálních odběrů.

Kritéria pro dobré indikátory:

- indikátor by měl mít schopnost včasné biochemické odezvy, která předpovídá efekty na vyšších úrovních biologické organizovanosti a měla by jim předcházet
- indikátor by měl být specifický pro daný kontaminant nebo skupinu kontaminantů
- indikátor by měl mít koncentračně závislou odezvu vzhledem k obvyklé hladině kontaminantu
- měli by být známy základní biologické, resp. fyziologické aspekty organismů používaných pro biomonitring
- hladina indikátoru by měla být vztažena ke zdravotnímu stavu organismu [25]

### **3.1 Využití ryb při hodnocení kontaminace povrchových vod**

Často se vyskytující hromadné otravy ryb sledované v posledních dvaceti letech jsou zapříčiněny kontaminací vodního ekosystému PCB. Tyto otravy působí poškození různých vývojových stádií u ryb. Na první příčce pomyslného žebříčku lze jmenovat zemědělské a komunální znečištění vod způsobené nedostatečnou kvantitou i kvalitou čističek odpadních vod. Toto zapříčiňuje zvýšený obsah organických látek, amoniaku a tenzidů v tekoucích vodách. Další příčkou tohoto žebříčku je znečištění vod a tím i kontaminace ryb ropnými produkty, odpadními vodami pocházejícími z potravinářského průmyslu, pesticidy, umělými hnojivy a dalšími chemickými postřiky proti škůdcům a plevelům. Na poslední místo lze zařadit vody z ostatních průmyslových závodů. Všechny tyto vyjmenované zdroje znečištění

vyvolávají poškození organismu, zejména jejich reprodukčních schopností a dokonce může dojít až k úhynu rybí populace [21].

Vodní organismy jsou často využívány jako indikátor monitoringu vodního prostředí. Hlavním důvodem je důsledek citlivé reakce vodních organismů na přítomnost cizorodých látek přítomných ve vodních zdrojích. Spolehlivá indikace přítomnosti určitých toxických látek projevující se extrémní citlivostí, jejímž projevem je úhyn těchto organismů. Zástupci obratlovců žijící ve vodním prostředí jsou nejvíce zastoupeny právě rybami. Z hlediska hodnocení hospodářského významu ryb je důležitý ekologický význam [21]. Pomocí sledování změn v chování ryb nebo jejich úhynem sledujeme signalizaci náhlých havarijních změn. Citlivost ryb k cizorodým látkám je rozdílná podle stáří, druhu a lipidickém podílu ve svalovině. Citlivější jsou ryby mladé a zejména druhu lososovitého [22].

Pro případ, že se v prostředí vyskytne takové množství polutantů, které by mohlo ohrozit živé organismy, byl vyvinut systém včasné výstrahy (Biological Early Warning System – BEWS). Tento systém poskytuje rychlé a včasné varování. BEWS je založen na principu monitorování některých vybraných fyziologických funkcí testovacích organismů. Pokud je některá z fyziologických funkcí poškozena nebo modifikována, sleduje se jejich chování; v případě vystavení organismu působení toxické látky v dostatečné koncentraci [20].

Ryby mohou být rozděleny na tři skupiny a to podle procentuálního obsahu tuku ve svalovině; ryby chudé na tuk (od 0,2 do 25 %) mají obsah tuku ve svalovině v průměru 2% (štika, candát), ryby středně tučné, se svalovinou obsahující 2 – 10 % tuku (kapr, pstruh) a na ryby tučné, s obsahem více než 10 % tuku (tolstolobik, úhoř) [24]. Monitoring kontaminace jednotlivých vodního prostředí organickými polutanty se provádí právě pomocí ryb s vyšším obsahem tuku ve svalovině, protože tyto polutanty se kumulují v tukových tkáních ryb [21].

Pro posouzení úrovně kontaminace vodního ekosystému PCB jsou nejvhodnějšími indikátory ryby s vysokým obsahem tuku ve svalovině (úhoř, tolstolobik). Parma obecná žije u dna a proto může být sekundárně kontaminována ze sedimentů; v důsledku toho je zařazena mezi významné indikátory PCB.

## 4 VÝSKYT PCB VE SLOŽKÁCH VODNÍHO EKOSYSTÉMU

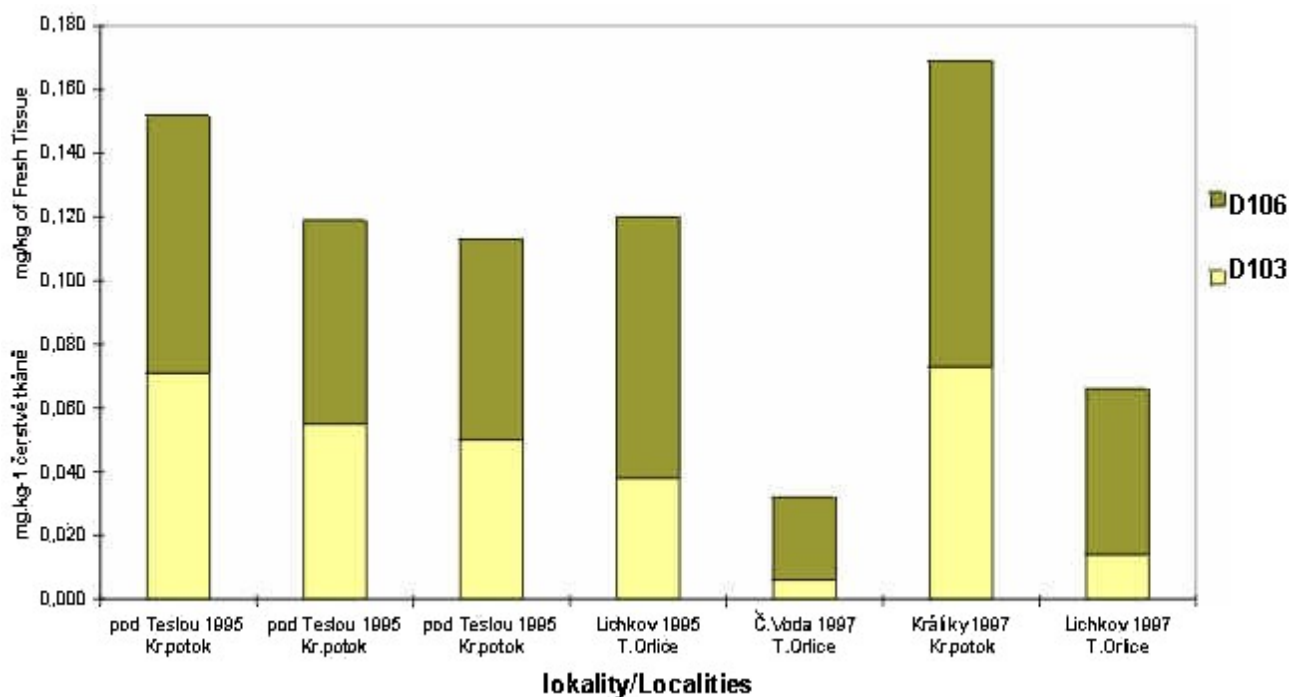
Polychlorované bifenyly byly poprvé zjištěny v biotických maticích ve Švédsku, a to v orgánech štiky a orla žijících na pobřeží. V následujících studiích se vyskytovaly údaje svědčící pro to, že tyto látky patří k nejrozšířenějšímu znečištění hydrosféry. Lze je objevit v nejrůznějších složkách vodního prostředí, tj. ve vodě, planktonu, v měkkýších a členovcích, v rybách, mořských savcích a ptácích a produktech z nich.

Dominujícím transportním procesem PCBs ve vodním systému je adsorpce na sediment nebo jinou organickou fázi. Experimentální údaje potvrzují, že koncentrace PCB jsou vyšší v sedimentech a v suspendovaných sedimentech, než v odpovídajícím vodním sloupci. I když adsorpce a následná sedimentace může PCB ve vodních systémech imobilizovat na relativně dlouhou dobu, bylo prokázáno jejich opětovné rozpouštění do vodního sloupce. Podstatné množství PCB obsažené ve vodních sedimentech může působit jako rezervoáry, ze kterých mohou být PCB uvolňovány do prostředí velmi dlouho. Koncentrace PCB v jednotlivých vrstvách sedimentů je možné využít jako záznamu změn v rámci časové akumulace těchto látek [15].

Jelikož PCB jsou jen nepatrně transportovány v rozpuštěné formě lze předpokládat, že jejich hlavním transportem ve vodě je unášení sedimentů při prudkých deštích, krupobití, vířením vody, zvýšeným průtokem atd. Koncentrace v sedimentech může být ovlivněna anaerobní činností. Faktem zůstává, že roli transportního média zastávají hydrosféra s atmosférou [4]. Průměrný obsah PCB ve vodách Moravy a Dyje byl v roce 1982 0,079 µg/l, maximální hodnoty 0,625 µg/l. V roce 1984 se hladina PCB ve vodách Dunaje pohybovala v rozmezí 0,02 až 2,90 µg/l. Nebylo možné sestavit bilanci vstupů polychlorovaných bifenyly do biosféry. Přestože byla zavedena skladová evidence, nebyla ucelená [4].

Nejdůležitější kongenery PCB z vodohospodářského hlediska [12]:

PCB 28:	2,4,4'-trichlorbifenylyl
PCB 52:	2,2',5,5'-tetrachlorbifenylyl
PCB 101:	2,2',4,5,5'-pentachlorbifenylyl
PCB 118:	2,3',4,4',5-pentachlorbifenylyl
PCB 138:	2,2',3,4,4',5'-hexachlorbifenylyl
PCB 153:	2,2',4,4',5,5'-hexachlorbifenylyl
PCB 180:	2,2'3,4,4',5,5'-heptachlorbifenylyl



Obrázek 10: Obsah PCB (D103+D106) ve svalovině ryb (hodnoty v mg/kg)

Koncentrace PCB ve vodách, kalech a sedimentech byla obvykle udávána jako suma, v ČR vztažena na Delor 103 a Delor 106. Tento postoj však není zcela správný, protože se nebere v úvahu rozdílná toxicita jednotlivých kongenerů a jejich poměrné zastoupení ve směsi. Proto je důležité hodnotit koncentraci PCB nikoli jako sumu, ale podle několika indikátorových kongenerů, vybraných podle toxicity nebo majoritního zastoupení. Kongenerová analýza je nezbytná, jelikož suma PCB (Delor 103 + 106) je obvykle vyšší,

než suma jednotlivých kongenerů. Suma PCB může sloužit jen jako orientační indikační hodnota. Při srovnávání údajů je nezbytné brát v úvahu, v čem je hmotnostní koncentrace PCB vyjádřena [12].

Tabulka 11: Koncentrace některých organických chlorderivátů v pitné vodě v ČR v roce 1996, údaje jsou v  $\mu\text{g/l}$

Sloučenina	Minimum	Maximum	Průměr
<u>trichlormethan</u>	0,1	63	6,8
<u>tetrachlormethan</u>	<0,001	2,0	0,26
<u>1,2-dichlorethen</u>	0,1	3,0	0,35
<u>1,1-dichlorethen</u>	0,03	0,1	0,047
<u>1,1,2-trichlorethen</u>	0,001	30	1,5
<u>chlorbenzen</u>	0,01	5	0,65
<u>dichlorbenzeny</u>	0,001	0,59	0,78
<u>hexachlorbenzen</u>	<0,001	0,014	0,001
<u>hexachloreklohexan</u>	<0,001	0,35	0,038
<u>dichlorfenoly 2,4,5-</u>	<0,001	0,77	0,07
<u>trichlorfenol</u>	<0,001	0,5	0,06
<u>2,4,6-trichlorfenol</u>	<0,001	3,0	0,19
<u>pentachlorfenol</u>	<0,001	1,0	0,06
<u><math>\Sigma\text{PCB}</math>(Delor 103 a 106)</u>	<0,0005	0,048	0,008

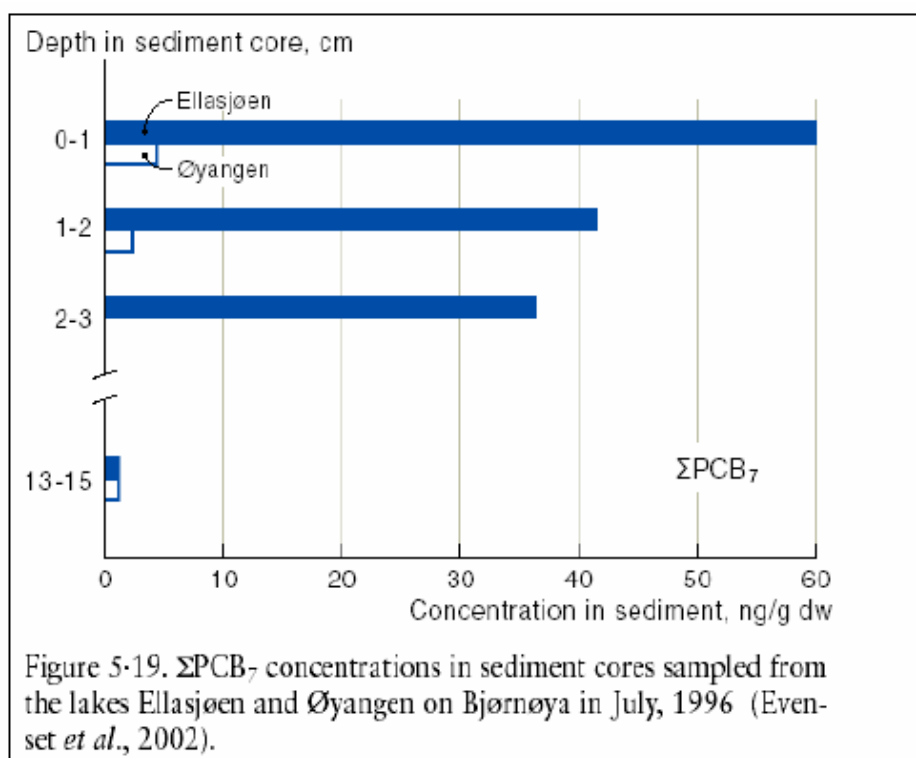
Tabulka 12: Koncentrace některých organických chlorderivátů v labské vodě v profilu Hřensko v roce 1995, údaje jsou v  $\mu\text{g/l}$

Sloučenina	Minimum	Maximum	Průměr
<u>trichlormethan</u>	0,33	3,8	1,0
<u>tetrachlormethan</u>	<0,02	8,4	0,84
<u>1,1,2-trichlorethen</u>	0,05	0,5	0,15
<u>1,1,2,2-tetrachlorethen</u>	0,08	10	1,4
<u>chlorbenzen</u>	<0,04	0,39	-
<u>1,2-dichlorbenzen</u>	<0,05	0,09	-
<u>1,3-dichlorbenzen</u>	<0,05	<0,05	-
<u>1,4-dichlorbenzen</u>	<0,04	0,11	-
<u>1,2,4-trichlorbenzen</u>	<0,04	<0,04	-
<u>hexachlorbenzen</u>	<0,001	0,004	0,002
<u>pentachlorfenol</u>	<0,003	0,007	-
<u><math>\Sigma\text{PCB}</math> (Delor 103 a 106)</u>	<0,010	<0,010	-

V pitných vodách se koncentrace pohybuje řádově v jednotkách až desítkách ng/l, limit pro pitnou vodu je v ČR 50 ng/l. Ve vltavské vodě se v devadesátých letech vyskytovaly koncentrace jednotlivých kongenerů jen v desetinách a výjimečně v jednotkách ng/l, avšak v labské vodě obvykle v jednotkách ng/l. Podle očekávání lze vyšší koncentrace PCB najít v sedimentech povrchových vod. Například na horním toku Labe v místech bez přímého zatížení PCB bylo prokázáno rozmezí hodnot 15 µg/kg až 40 µg/kg, avšak v okolí velkých zdrojů znečištění i přes 1 000 µg/kg, stejně tak jako v sušině čistírenských kalů [12].

#### 4.1 Hygienická jakost vod ČR

Kvalita vod stojatých a tekoucích je sledována nejen pomocí koncentrací látek obsažených ve vodě nebo sedimentu, ale také pomocí monitoringu vodních živočichů. Problematika hygieny potravin se v současné době stává prioritou Evropské unie. Česká republika vlivem přibližování k EU vyvíjí velké úsilí sledování současného trendu rozvoje hygieny potravin. Toto úsilí je směřováno především do oblasti bezpečnosti potravin. Výzkumná a kontrolní činnost je směřována také do oblasti hygieny ryb a volných vod, protože se ekosystémy povrchových vod stávají konečným rezervoárem většiny cizorodých látek vznikajících lidskou činností.



Obrázek 11: Na grafu je znázorněno PCBs ve dvou jezerech, Bear Island [18]

Protože se ryby z volných vod významně podílí na celkové spotřebě ryb v ČR, je zapotřebí věnovat pozornost také kontrole zatížení ryb žijících ve volných vodách. Bylo by však vhodné zaměřit se na druhy preferované sportovními rybáři. Cílem projektu je monitorovat zatížení ryb ve volných vodách ČR vybranými toxickými látkami a posuzovat případná rizika



pro jejich konzumenty. Základním předpokladem pro hodnocení zdravotních rizik vyplývajících z konzumace ulovených ryb je výběr reprezentativních druhů ryb pro danou lokalitu, tzn. výběr druhů a velikostních kategorií ryb nejčastěji ulovených a následně konzumovaných [10].

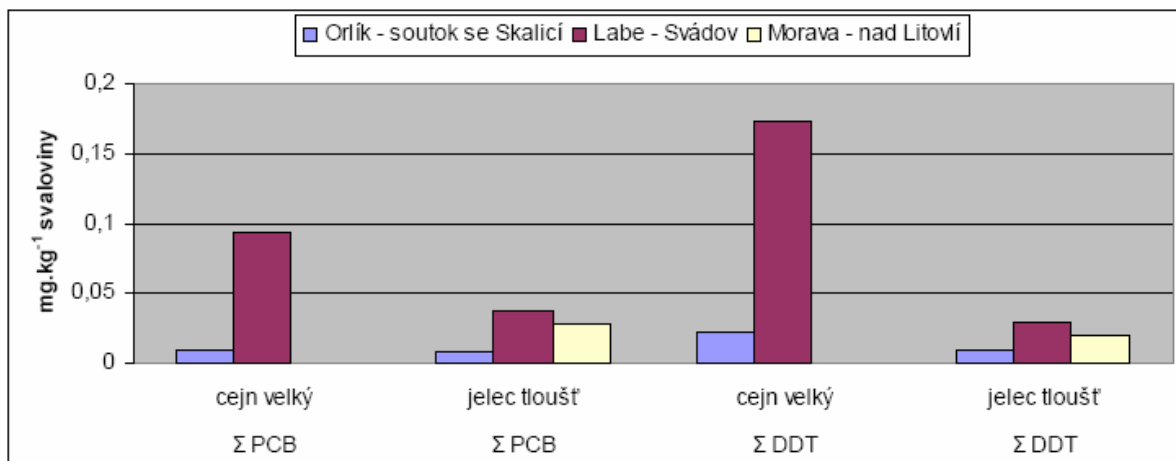
#### **4.2 Hygienická jakost ryb z volných vod ČR**

V letech 2001 – 2005 probíhal výzkum zabývající se hodnocením kontaminace tekoucích vod ČR vybranými cizorodými látkami. Prostřednictvím analýz tkání indikátorových ryb bylo posuzováno zatížení vybraných lokalit řeky Labe, Vltavy, Blanice, Skalice, Tiché Orlice a údolních nádrží Skalka a Orlík. Pozornost byla věnována především persistentním organochlorovaným polutantům (POPs) a to PCB (indikátorové kogenery 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), HCH, HCB, DDT.

Indikátorové druhy ryb byly odlovovány pomocí elektrických agregátů, teratových sítí a rybářských udic. Hlavními indikátorovými druhy byly jelec tloušť, cejn velký a okoun říční. Dále byly v některých lokalitách analyzovány pstruh obecný, plotice obecná, bolen dravý, sumec velký, tolstolobik pestrý a úhoř říční. Ryby byly po odlovení usmrceny, změřeny, zváženy, byl proveden odběr šupin za účelem zjištění věku. Potom byly odebrány vzorky svaloviny (individuální a směsné) na analýzy obsahu cizorodých látek. Vzorky svaloviny byly umístěny do mrazících termoboxů a následně zamrazeny a uchovávány při -18°C.

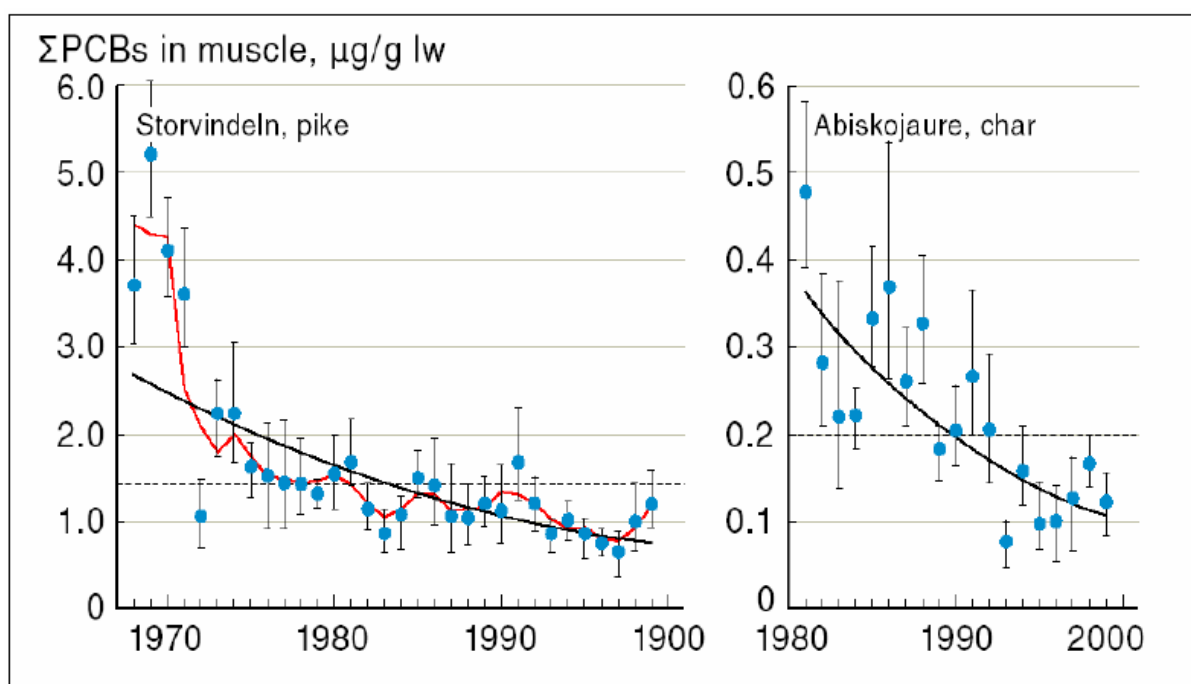
Stanovení obsahu POPs bylo provedeno pomocí plynové chromatografie. Hygienická kvalita rybí svaloviny byla posuzovaná na základě porovnání s hygienickými limity platnými v ČR. V případě sledovaných POPs nedošlo u žádného z analyzovaných vzorků k překročení stávajících hygienických limitů. Obsah PCB (suma sedmi indikátorových kongenerů), HCH a HCB ve svalovině ryb pouze výjimečně překračovaly hodnotu 0,1 mg/kg. Nejvyšší hodnoty obsahu PCB ve svalovině byly zjišťovány v lokalitách řeky Skalice, které byly v 80. letech minulého století kontaminovány v důsledku havárie v obalovně silniční drti v Rožmitále pod Třemšínem a v dolní části toku Labe, kde byly obecně zjišťovány i největší koncentrace ostatních sledovaných POPs. Nejvyšší hodnoty obsahu PCB byly zjišťovány ve svalovině úhořů říčních odlovených v řece Skalici. Tyto koncentrace dosahovaly hodnot až 0,5 mg/kg svaloviny. Vysoké hodnoty u úhoře říčního pravděpodobně souvisely s přítomností vysokého podílu tuku ve svalovině, ve které se POPs přednostně kumulují. Při přepočtu zjištěných koncentrací PCB na tuk již mezi jednotlivými analyzovanými druhy ryb nebyly prokázány tak výrazné rozdíly. V nádrži Orlík, jejímž přítokem je i řeka Skalice, nebyly významně zvýšené hodnoty obsahu PCB v analyzovaných rybách prokázány [8].

V roce 2006 byly pro monitoring vybrány lokality Labe – Svádov, soutok řeky Skalice a údolní nádrže Orlík a Morava nad Litovlí. Odlovy ryb byly provedeny ve spolupráci s uživateli příslušných revírů. Vybrané druhy ryb byly ty, které se ve sledovaných lokalitách vyskytují nejčastěji a předpokládá se, že jsou sportovními rybáři preferovány: cejn velký, jelec tloušť, jelec jesen, kapr obecný, plotice obecná, štika obecná, úhoř říční, okoun říční, bolen dravý, pstruh obecný, sumec velký, candát obecný, ostroretka stěhovavá a parma obecná.



Obrázek 12: Graf porovnání obsahu PCB (suma 7 indikátorových kongenerů) a DDT (suma metabolitů DDE, DDD, DDT) ve svalovině indikátorových druhů ryb ze sledovaných lokalit

Ke stanovení POPs byla použita plynová chromatografie s využitím detektorů elektronového záchytu (GC/ECD). Nejvyšší hodnoty obsahu PCB a DDT byly zjištěny u úhoře obecného, avšak ani tyto hodnoty nepřekročily hygienický limit [10].



Obrázek 13: PCBs ve svalovině štik a sivenů [18]

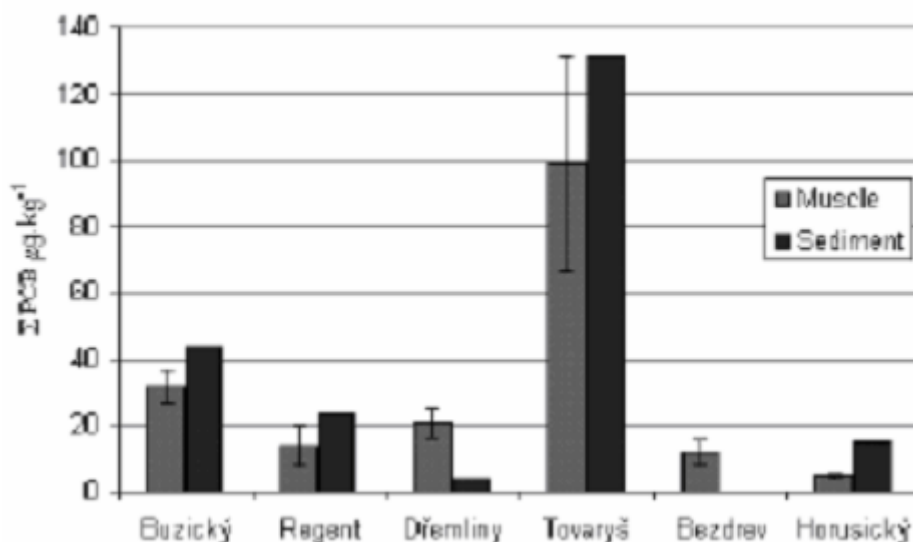
### 4.3 Hygienická jakost ryb z rybníků ČR

Z hlediska naplňování strategie bezpečnosti potravin je zvýšená pozornost věnována také kontrole významných produkčních druhů ryb. Hlavní tržní rybou určenou jak pro vnitřní trh, tak pro export, je na území České republiky kapr (87 – 90% produkce). Vzhledem k nárokům na kvalitu a zdravotní nezávadnost ryby jako potraviny je třeba kontrolovat tento druh, stejně jako prostředí, ve kterém žije. Proto věnujeme velkou pozornost rybníkům s velkou rozlohou, tj. rybníky rozhodující pro výrobu tržního kapra. Dále je třeba sledovat také rybníky, do kterých jsou vypouštěny nejen komunální odpadní vody, ale také vody z potravinářského průmyslu [7].



Obrázek 14: Mapa sledovaných rybníků (1-Buzický, 2-Regent, 3-Tovaryš, 4-Dřemliny, 5-Horusický, 6-Bezdrev)

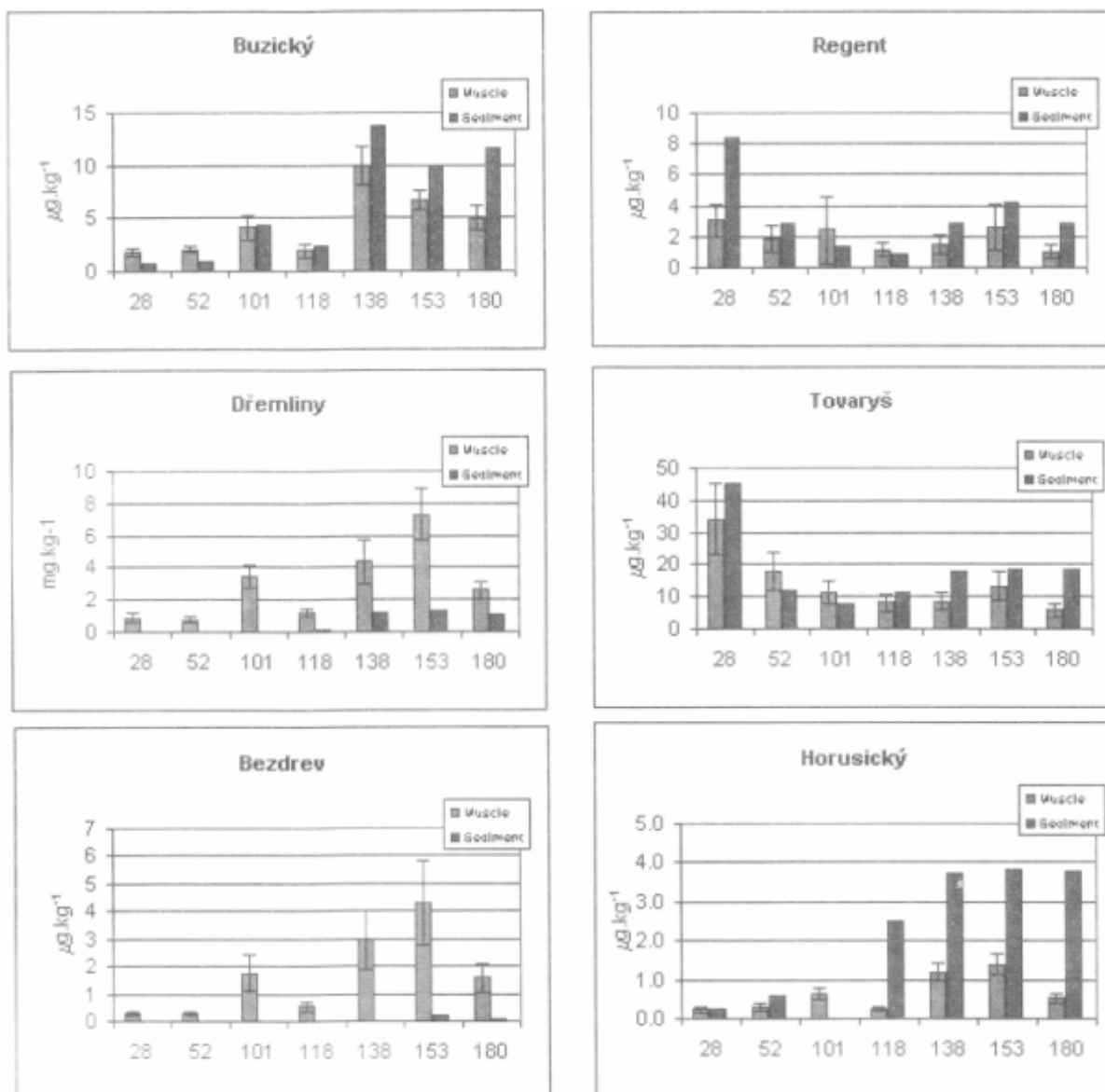
Monitoring byl proveden na rybnících: Buzický (55ha), Regent (52ha), Tovaryš (16ha), Dřemliny (57ha), Horusický (438ha) a Bezdrev (434ha) (obr.14). Sledovala se kontaminace ryb (ve vzorcích tkání-svalovina, játra, ledviny, mlíčí a jikry) a sedimentů. Prodejní kapr byl používán jako indikátor během studií: jednoletá (Buzický, Tovaryš, Dřemliny) a dvouletá (Regent, Horusický, Bezdrev). Persistentní organochlorové polutanty byly stanoveny plynovou chromatografií (2D/HRGC). Obsah indikátorových kongenerů PCB ve svalovině ryb a sedimentech sledovaných rybníků je uveden na obrázku 15. Jako nejvíce zatížený rybník byl vyhodnocen rybník Tovaryš následovaný rybníky Buzický, Dřemliny, Regent, Bezdrev a Horusický. Z porovnání distribuce PCB v rybách plyne následující sestupná řada podle obsahu indikátorových kongenerů v játrech, jikrách, svalovině a mlíčí. Byla zjištěna významná korelace mezi obsahem PCB a obsahem tuku v jednotlivých tkáních kapra obecného [7, 13].



Obrázek 15: Porovnání sumy PCB ve svalovině kapra ( $\mu\text{g}/\text{kg w.w.}$ ) a sušině sedimentu (jedná se o směsné vzorky za rybník v  $\mu\text{g}/\text{kg d.w.}$ )

Pokud posuzujeme přítomnost jednotlivých kongenerů, PCB 28 byl dominantní ve svalech kaprů žijících v rybnících Tovaryš a Regent, zatímco více chlorované PCBs (138, 153, 180) byly majoritní v ostatních rybnících. Hladiny jednotlivých kongenerů sledovaných ve tkáních kaprů z rybníku Tovaryš značně překročily hodnoty z ostatních rybníků. Byla zde jedna výjimka a to množství PCB 138 a 180 ve svalech z rybníku Buzický, které bylo srovnatelné s hodnotami z rybníku Tovaryš.

Vzhledem ke koncentracím PCB v sedimentech byl nejvíce kontaminován rybník Tovaryš, pak Buzický, Regent, Horusický, Dřemliny a Bezdrev (obr.15). Kongener 28 byl majoritní v sedimentech v rybníku Tovaryš a Regent, což koresponduje s hodnotami zjištěnými v biotických matricích. Více chlorované kongenery byly majoritní v rybnících Buzický a Horusický. V Dřemlinách a Bezdrevu byla většina kongenerů pod limitem použité metody. Distribuce PCBs ve tkáních byla statisticky vyhodnocena na kaprech z rybníku Regent. Nejvyšší množství bylo nalezeno v játrech, poté následují samičí pohlavní orgány, svaly a samčí pohlavní orgány. Také byl prokázán znatelný rozdíl mezi obsahem v játrech a v ostatních tkáních ( $P < 0,05$ ). Stejný rozdíl byl také zjištěn rovněž mezi kongenery 28 a 52, rozdíl jejich obsahu v játrech a ve svalech byl značný ( $P < 0,01$ ) [13].



Obrázek 16: Porovnání jednotlivých kongenerů PCB ve svalovině kapra ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  w.w.) a sušiny sedimentu ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  d.w.)

#### 4.4 Stav PCB na Slovensku

Divoká zvěř se ve Slovenské republice monitoruje od roku 1995 v rámci monitorovacího systému „Cizorodé látky v potravinách a krmivech“. Štátna veterinárna a potravinová správa SR zabezpečuje vypracování metodiky, plánu odběrů vzorků, vyhodnocení analýz a přípravu ročních zpráv. Analýzu vzorků v rámci monitoringu vykonává Státní veterinární a potravinové ústavy Bratislava, Košice a Dolný Kubín. Vykonaný monitoring na rezidua cizorodých látek v metodických pokynech zohledňoval poznatky a zkušenosti z předcházejících let. Za období 1995-2006 bylo odebráno 3 112 vzorků a vykonáno 28 533 analýz, z toho 1 952 bylo nadlimitních. Nejvíce nadlimitních vzorků bylo stanoveno u nedravých ryb a to 864 a u dravých ryb 469 [14].

Tabulka 13: Údaje o počtu vzorků, vykonaných analýz a počtu nadlimitních hodnot podle jednotlivých kategorie [14]

Diagnostické pracoviště:	žádané údaje:	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	celk. součet
ŠVPÚ Bratislava	počet vzoriek	96	105	100	88	87	70	76	70	38	36	32	13	811
	počet analýz	940	1178	1089	981	985	784	718	472	255	242	215	225	8084
	počet nadlimitov	13	27	14	13	17	4	25	14	0	1	0	0	128
ŠVPÚ Dolný Kubín	počet vzoriek	90	111	109	113	106	27	58	22	16	18	14	13	697
	počet analýz	840	1131	1092	1137	1062	288	364	98	106	126	99	96	6439
	počet nadlimitov	34	30	17	38	22	4	7	1	3	0	1	0	157
ŠVPÚ Košice	počet vzoriek	196	96	146	138	136	87	72	154	102	148	122	111	1508
	počet analýz	1950	942	1310	1255	1355	897	509	926	758	1444	1191	1176	13713
	počet nadlimitov	127	86	79	45	70	72	23	215	243	326	178	203	1667
ŠVPÚ Nitra	počet vzoriek							38	14	13	21	10		96
	počet analýz							114	42	39	72	30		297
	počet nadlimitov							0	0	0	0	0		0
Celkovo počet vzoriek		382	312	355	339	329	184	244	260	169	223	178	137	3112
Celkovo počet analýz		3730	3251	3491	3373	3402	1969	1705	1538	1158	1884	1535	1497	28533
Celkovo počet nadlimitov		174	143	110	96	109	80	55	230	246	327	179	203	1952

#### 4.5 Informační bulletin SVS – kontaminace potravních řetězců cizorodými látkami

Zprávy o kontaminaci potravinového řetězce za rok 2004, 2005 a 2006 prezentují výsledky a hodnotí obsah reziduí a kontaminantů v různých složkách ekosystému (v krmivech, u živých zvířat volně žijících či na farmách, v surovinách a potravinách živočišného původu). Jedná se o vyhodnocení výsledků pravidelného monitorování reziduí a kontaminantů prováděného v souladu se směrnicí Rady 96/23/EC a 96/22/EC, rozhodnutí Komise 97/747/EC a 98/179/EC, které jsou transponovány do vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č. 291/2003 Sb., o zákazu podávání některých látek zvířatům, jejichž produkty jsou určeny k výživě lidí, a o monitoringu přítomnosti nepovolených látek, reziduí a látek kontaminujících, pro něž by živočišné produkty mohly být škodlivé pro zdraví lidí, u zvířat a v jejich produktech, ve znění

pozdějších předpisů. Plán monitoringu na kalendářní rok a výsledky za uplynulý rok jsou předkládány Komisi EU ke schválení, vždy nejpozději k 31. březnu.

U některých druhů vzorků jsou zde uvedeny i výsledky cíleného a opakovaného vyšetřování. Tato vyšetření se provádí, pokud jsou zjištěny nevyhovující hodnoty u vzorků analyzovaných v rámci monitoringu nebo se provádí cíleně, případně v rámci mimořádných akcí. Provádění těchto vyšetření, jejich vyhodnocení ve vztahu k legislativou daným limitům a sběr dat do centrální databáze jsou součástí systému státního dozoru nad produkcí zdravotně nezávadných potravin a krmiv prováděného Státní veterinární správou ČR.

Pokud jsou při analýze prokázány nevyhovující hodnoty některého ze sledovaných analytů, musí se postupovat podle stanovených opatření, aby se zabránilo dalšímu šíření škodlivin potravinovým řetězcem. To zahrnuje i případnou konfiskaci odebírané suroviny nebo potraviny. Jednotlivé vzorky určené k laboratornímu vyšetření jsou vždy odebrány pověřenými veterinárními inspektory. Počty plánovaných vzorků pro chemické analýzy vycházejí z počtu poražených jatečných zvířat v uplynulém roce, z objemu produkce mléka, vajec a medu, dále z počtu a druhu jednotlivých výrobců potravin a dalších provozů, které se zabývají manipulací

s živočišnými produkty a jsou pod veterinárním dozorem. Jedná se o úřední vzorky, jejichž vyšetření je hrazeno z rozpočtu SVS ČR.

Výsledky vyšetřování krmiv, surovin a potravin živočišného původu byly posuzovány podle legislativy platné v době odběru vzorku. K zásadní změně došlo po vstupu České republiky do Evropské unie od 1. května 2004, kdy skončila platnost některých ustanovení vyhlášek k zákonu č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, týkajících se maximálních limitů reziduí (MLR), nejvyšších přípustných množství (NPM) a přípustných množství (PM), tj. obecně „hygienických limitů“, a začaly platit odkazy na příslušná nařízení Komise EU.

Vyšetřování vzorků bylo provedeno v laboratořích Státních veterinárních ústavů v Praze, Jihlavě, Olomouci a dále v Ústavu pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv v Brně. Chemické a toxikologické laboratoře SVÚ jsou akreditovány Českým institutem pro akreditaci (CIA), pravidelně se zúčastňují vyšetřování kontrolních vzorků a jejich laboratorní metody jsou validovány. Vzorky na přítomnost dioxinů byly vyšetřovány v Národní referenční laboratoři pro dioxiny Ministerstva zdravotnictví ČR při OHL Frýdek-Místek a v SVÚ Praha. V celém textu této zprávy je třeba věnovat pozornost rozlišení, zda vzorek vyhovuje nebo nevyhovuje „hygienickému limitu“ (MLR, NPM) danému platnou legislativou, případně zda překračuje nebo nepřekračuje „akční, pracovní“ limit, tj. hodnotu, která v současné době (po vstupu do EU, kdy některé hygienické limity přestaly platit) slouží jako orientační hodnota pro dlouhodobé sledování. Týká se to především těžkých kovů a tyto limity jsou v tabulkách označeny hvězdičkou (\*).

Data jsou zpracována do tabulek, k nimž jsou následující vysvětlivky:

n	počet vyšetření,
pozit.	počet pozitivních vyšetření (jejich výsledek byl větší než detekční limit dané metody),
%poz.	procentový podíl pozitivních vyšetření,
n+	počet nevyhovujících vyšetření, překračujících platný hygienický limit,
%+	procentový podíl nevyhovujících vyšetření,

medián	střední hodnota souboru výsledků (je-li méně než polovina výsledků pozitivních, je tato hodnota vyjádřena zkratkou n.d. = no detected),
průměr	aritmetický průměr souboru výsledků (u vzorků s výsledkem vyšetření pod detekčním limitem se do průměru započítává polovina hodnoty detekčního limitu, u výsledků kvalitativních je zde místo čísla uvedena zkratka kval.),
10% kantil	minimální hodnota po vyloučení odlehlých výsledků (je-li méně než 90 % výsledků pozitivních, je tato hodnota vyjádřena zkratkou n.d. = no detected),
90% kvantit	maximální hodnota po vyloučení odlehlých výsledků (je-li méně než 10 % výsledků pozitivních, je tato hodnota vyjádřena zkratkou n.d. = no detected),
maximum	nejvyšší hodnota souboru výsledků.

Pravidelné odběry vzorků na určený rozsah vyšetření tvoří několikaletou časovou řadu, která dovoluje konstrukci grafů a možnost vyjádřování trendů v obsahu jednotlivých škodlivin v konkrétních druzích potravin nebo krmiv. Prezentované mapy míst odběrů vzorků jsou založeny na lokalizaci pomocí katastrálních území nebo základních sídelních jednotek [26].

#### **Sladkovodní ryby – výsledky monitoringu 2004 (data v příloze)**

U všech vzorků u kaprů, pstruhů i ostatních druhů ryb nedosahoval obsah chlorovaných pesticidů a PCB hodnot nejvyšších přípustných množství, proto můžeme říci, že vyhověl stanoveným limitům [26].

#### **Sladkovodní ryby – výsledky monitoringu 2005 (data v příloze)**

Ve všech vzorcích kaprů vyhověl obsah chlorovaných pesticidů a polychlorovaných bifenyly stanoveným limitům. Obsah reziduí chlorovaných pesticidů a polychlorovaných bifenyly u vzorků svaloviny pstruha duhového nedosahoval hodnot nejvyšších přípustných množství. Obsah chlorovaných pesticidů a PCB byl nízký i ve všech vzorcích ostatních druhů sladkovodních ryb a tím i vyhověl hygienickým limitům [26].

#### **Sladkovodní ryby – výsledky monitoringu 2006 (data v příloze)**

Vzorky kaprů a pstruhů byly odebírány z chovných zařízení. Obsah chlorovaných pesticidů a polychlorovaných bifenyly (PCB) vyhověl stanoveným limitům ve všech vzorcích kaprů. Ve svalovině pstruha duhového obsah reziduí chlorovaných pesticidů, toxafenu a PCB zdaleka nedosahoval hodnot nejvyšších přípustných množství. Ve skupině ostatních druhů sladkovodních ryb byl obsah chlorovaných pesticidů a PCB nízký a ve všech případech vyhověl hygienickým limitům [26].

#### **Sladkovodní ryby – výsledky monitoringu 2007 (data v příloze)**

Obsah chlorovaných pesticidů a PCB ve vzorcích kaprů i pstruhů byl velmi nízký. U ostatních druhů chovaných ryb obsah chlorovaných pesticidů a polychlorovaných bifenyly byl velmi nízký a nedosahoval 50% hodnot hygienických limitů [26].



## 5 ZÁVĚR

V předložené bakalářské práci bylo provedeno hodnocení úrovně znečištění vodních ekosystémů v České republice. Vysvětlení dané problematiky bylo provedeno na příkladu prioritních organických polutantů, kterými byly polychlorované bifenyly, PCB. Jejich distribuce do potravních řetězců ryb o osud ve vodním ekosystému byl posuzován v souladu s platnou legislativou. Ryby byly v rámci této studie posuzovány jako bioindikátory živočišného původu.

Z předložené bakalářské práce vyplynuly následující závěry:

- ✚ Byla zpracována podrobná rešerše o působení PCB jako prioritního polutantu, který patří mezi perzistentní organické polutanty dlouho setrvávající v životním prostředí. Rešerše zahrnovala také soubor všech vlastností, které mají za následek rozšíření PCB do ekosystémů; jednalo se především o fyzikálně chemické vlastnosti, toxikologické a ekotoxikologické vlastnosti a environmentální vlastnosti;
- ✚ Byla popsána historie PCB, způsoby jejich výroby a použití v komerčních přípravcích s obsahem PCB;
- ✚ Byly popsány účinky PCB na jednotlivé biotické organismy, tj. na hospodářská zvířata, volně žijící zvěř a na člověka;
- ✚ Byla popsána problematika odstraňování PCB ze životního prostředí, včetně metod k jejich odstranění z ekosystémů;
- ✚ Byla posouzeny analytické postupy vhodné ke stanovení stopových koncentrací a obsahů indikátorových kongenerů PCB ve vodách a ve svalovině ryb;
- ✚ Na základě posouzení údajů publikovaných v bulletinu SVS ČR a Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR bylo provedeno posouzení úrovně kontaminace v obou zemích a zjištěné hodnoty byly posouzeny v souladu s platnou legislativou;
- ✚ Byla posouzena hygienická jakost povrchových vod rybníků využívaných pro chov ryb a hygienická jakost ryb v nich chovaných;
- ✚ Bylo provedeno zhodnocení úrovně kontaminace ryb publikované v bulletinu SVS ČR; také tyto hodnoty byly porovnány s platnou legislativou.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. REZKOVÁ, Ludmila. *Informační studie PCB*. Ostrava : Inorga, 1989. 79 s.
2. KOMÁREK, L., et al. *Hygienická směrnice č.68 Polychlorované bifenyly a Polychlorované terfenyly*. Praha : Státní zdravotní ústav v Praze, 1994. 38 s.
3. STRÍŽOVÁ, V., et al. *Problematika reziduí polychlorovaných bifenyly*. Praha : Institut hygieny a epidemiologie v Praze ve spolupráci s Výzkumným ústavem preventivního lékařství v Bratislavě, 1984. 66 s.
4. VÉBER, Karel, KREDL, František. *Polychlorované bifenyly v biosféře, zejména ve vodách a některých vodních organismech*. Redaktor Jaroslav Hrbáček. Praha : Academica, 1991. 72 s.
5. KOPÁČOVÁ, Olga. *Agronavigátor ÚZPI : Finsko upravuje doporučení pro konzumaci ryb* [online]. 2004 [cit. 2006-12-02]. Dostupný z WWW: <[www.agronavigator.cz](http://www.agronavigator.cz)>.
6. *Qmagazín* [online]. 2005 [cit. 2006-12-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.qmagazin.cz/>>.
7. ŽLÁBEK, V., et al. Hygienická kvalita ryb z rybníků ČR. In *Bulletin VÚRH Vodňany*. Vodňany : [s.n.], 2006. s. 97-100.
8. RANDÁK, T., et al. Hygienická kvalita ryb z volných vod ČR. In *Hygiene alimenterum XXVII : Bezpečnosť a kvalita produktov hydiny, rýb a zveriny - záruke spokojnosti konzumenta*. Štrbské pleso - Vysoké Tatry : Univerzita veterinárskeho lekárstva v Košiciach, 2006. Hygienická kvalita ryb z volných vod ČR. s. 125-129.
9. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2002 [cit. 2008-03-24]. Dostupný z WWW: <[http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPKHFDS280R](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPKHFDS280R)>.
10. ŽLÁBEK, V., et al. *Ministerstvo zemědělství* [online]. 2006 [cit. 2008-03-24]. Dostupný z WWW: <[http://www.mze.cz/UserFiles/File/Bezpecnost\\_potravin/Kontaminaceryb2006\(1\).pdf](http://www.mze.cz/UserFiles/File/Bezpecnost_potravin/Kontaminaceryb2006(1).pdf)>.
11. PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. Praha : Vydavatelství VŠCHT, 1999. 568 s.
12. KIZLINK, Juraj. *Nakládání s odpady*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2007. 284 s.
13. SVOBODOVÁ, Z., et al. Profiles of PCBs in Tissues of Marketable Common Carp and Bottom Sediments from Selected Ponds in South and West Bohemia. In *ACTA VET. Brno 2004*. Brno : [s.n.], 2004. s. 133-142.
14. RAJZÁK, P. 11 rokov monitoringu poľovnej zveri a rýb v SR. In *O ekológii vo vybraných aglomeráciách Jelšavy - Lubenika a Stredného Spiša*. Hrádok : [s.n.], 2007. s. 106-107.
15. HOLOUBEK, Ivan, et al. Polychlorované bifenyly a další typy halogenovaných polutantů v prostředí. In ČÍŽEK, Zdeněk. *Polutanty v ekosystému II*. Praha : BIJO TC a.s., 1996. s. 9-37.
16. SVOBODOVÁ, Z., et al. *Toxikologie vodních živočichů*. Praha : [s.n.], [199-?]. 130 s.
17. BALOG, K, ZAPLETALOVÁ - BARTLOVÁ, I. *Základy toxikologie*. Ostrava : [s.n.], 1998. 107 s.
18. [www.recetox.muni.cz](http://www.recetox.muni.cz) 10.03.2007
19. PCB. In *Polychlorované bifenyly*. Praha : BIJO TC s.r.o., 1992. s. 9-63.

20. RULÍK, M. *Bioindikace kvality vodního prostředí : Sylaby přednášek*. Olomouc : Přírodovědecká fakulta v Olomouci, 2007. 26 s.
21. NAVRÁTIL, S, SVOBODOVÁ, Z, LUCKÝ, Z. *Choroby ryb*. Brno : Veterinární a farmaceutická fakulta Brno, 2000. 155 s.
22. ČÍTEK, J, SVOBODOVÁ, Z, TESARČÍK, J. *Nemoci ryb*. Praha : Informatorium Praha, 1992. 53 s.
23. VÁVROVÁ, M. *Využití bioindikátorů při hodnocení starých zátěží terestrického ekosystému*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2004. 102 s.
24. PIPOVÁ, M., et al. *Hygiena a technológia spracovania sladkovodných a morských rýb*. Košice : Univerzita veterinárskeho lekárstva v Košiciach, 2006. 130 s.
25. DYKYJOVÁ, D. *Metody studia ekosystémů*. Praha : Academia Praha, 1989. 692 s.
26. *Státní veterinární správa ČR* [online]. 2008 [cit. 2008-05-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.svs-cr.cz/index.php?art=2863>>.
27. není <http://www.uhul.cz/mcl/mon96cze/svs25.php>
28. obrz [http://www.uhul.cz/mcl/mon97retez/obrazek\\_23.php](http://www.uhul.cz/mcl/mon97retez/obrazek_23.php)

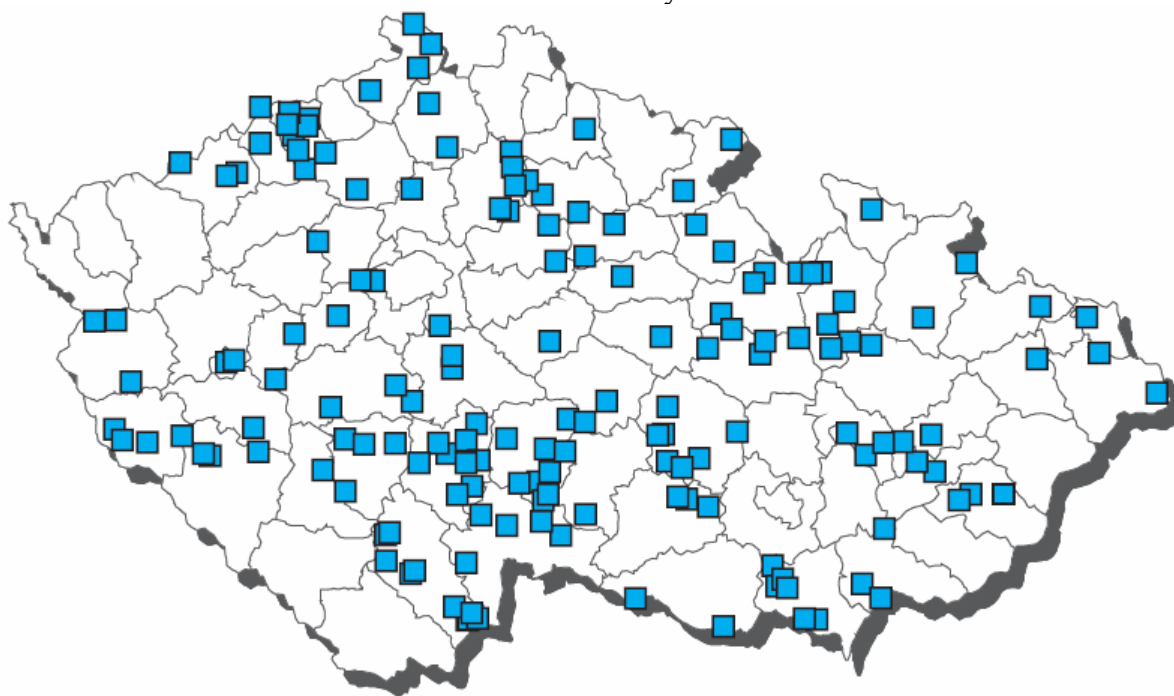
## 7 SEZNAM ZKRATEK

C	- uhlík
CaSiO <sub>3</sub>	- křemičitan vápenatý
CIA	- Českým institutem pro akreditaci
BEWS	- Biological Early Warning Systém
CNS	- centrální nervový systém
DDE	- 1,1-bis-(4-chlorophenyl)-2,2-dichloroethene
DDT	- dichlordifenyltrichlorethan
GC/EDC	- plynová chromatografie s detektorem elektronového záchytu
HCB	- hexachlorbenzen
HCH	- 1,2,3,4,5,6-hexachlorcyklohexan
HCl	- kyselina chlorovodíková
Kc	- koeficient akumulace
KNO <sub>3</sub>	- dusičnan draselný
KOH	- hydroxid draselný
LC <sub>50</sub>	- smrtelná koncentrace
MLR	- maximální limit reziduí
MZd ČR	- Ministerstva zdravotnictví České republiky
MZe ČR	- Ministerstva zemědělství České republiky
MŽp ČR	- Ministerstva životního prostředí České republiky
NaNO <sub>3</sub>	- dusičnan sodný
NaOH	- hydroxid sodný
NPM	- nejvyšších přípustných množství
O	- kyslík
OECD	- Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
PAH	- polyaromatické uhlovodíky
PCB	- polychlorované bifenyly
PCDD	- polychlorované dibenzodioxiny
PCDF	- polychlorované dibenzofurany
PM	- přípustných množství
POP	- perzistentní organické polutanty
SVÚ	- Státní veterinární ústav
SVS ČR	- Státní veterinární správa ČR
SZPI ČR	- Státní zemědělské potravinářské inspekce České republiky

## 8 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Vzorkování sladkovodních ryb – monitoring 2004 – mapa
- Příloha 2: Sladkovodní ryby – potraviny – monitoring 2004 – tabulka
- Příloha 3: Sladkovodní ryby – chov – pstruzi – monitoring 2004 – tabulka
- Příloha 4: Sladkovodní ryby – chov – ostatní druhy – monitoring 2004 – tabulka
- Příloha 5: Sladkovodní ryby – chov – kapři – monitoring 2005 – tabulka
- Příloha 6: Sladkovodní ryby – chov – pstruzi – monitoring 2005 – tabulka
- Příloha 7: Sladkovodní ryby – chov – ostatní druhy – monitoring 2005 – tabulka
- Příloha 8: Sladkovodní ryby – chov – kapři – monitoring 2006 – tabulka
- Příloha 9: Kapři – dioxiny – chov – monitoring 2006 – tabulka
- Příloha 10: Sladkovodní ryby – chov – pstruzi – monitoring 2006 – tabulka
- Příloha 11: Sladkovodní ryby – chov – ostatní ryby – monitoring 2006 – tabulka
- Příloha 12: Sladkovodní ryby – chov – kapři – monitoring 2007 – tabulka
- Příloha 13: Kapři – dioxiny – chov – monitoring 2007 – tabulka
- Příloha 14: Sladkovodní ryby – chov – pstruzi – monitoring 2007 – tabulka
- Příloha 15: Sladkovodní ryby – chov – ostatní ryby – monitoring 2007 – tabulka
- Příloha 16: Volně žijící ryby – dioxiny – monitoring 2007 – tabulka

Příloha 1: Vzorkování sladkovodních ryb – chov 2004



Příloha 2: Sladkovodní ryby – potraviny – monitoring 2004 (hodnoty v mg/kg)

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
aldrin	16	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
dieldrin	16	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
4,4'-DDD	16	14	87,5	0	0,0	0,000	0,002	n.d.	0,007	0,016
4,4'-DDE	16	16	100,0	0	0,0	0,002	0,009	0,000	0,039	0,114
2,4'-DDT	16	3	18,8	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
4,4'-DDT	16	11	68,8	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,002	0,003
suma DDT	16	16	100,0	0	0,0	0,004	0,012	0,001	0,045	0,129
alfa+beta-HCH	16	5	31,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
alfa-HCH	16	5	31,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,000
beta-HCH	16	5	31,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
gama-HCH (lindan)	16	2	12,5	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
hexachlorbenzen	16	12	75,0	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,002	0,006
PCB (suma kongenerů)	16	13	81,3	0	0,0	0,002	0,011	n.d.	0,046	0,063
PCB 28 (kongener)	16	2	12,5	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,002	0,002
PCB 52 (kongener)	16	4	25,0	0	0,0	n.d.	0,001	n.d.	0,002	0,004
PCB 101 (kongener)	16	8	50,0	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,005	0,008
PCB 118 (kongener)	16	4	25,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,002	0,004
PCB 138 (kongener)	16	12	75,0	0	0,0	0,001	0,004	n.d.	0,016	0,025
PCB 153 (kongener)	16	12	80,0	0	0,0	0,001	0,005	n.d.	0,020	0,029
PCB 180 (kongener)	16	10	62,5	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,005	0,010
kadmium	14	4	28,6	0	0,0	n.d.	0,006	n.d.	0,014	0,016
olovo	14	3	21,4	0	0,0	n.d.	0,025	n.d.	0,060	0,070
rtuť	14	14	100,0	0	0,0	0,021	0,032	0,012	0,079	0,096
arzén	14	14	100,0	0	0,0	0,038	0,137	0,007	0,615	0,650
histamin	14	0	0,0	0	0,0	n.d.	2,364	n.d.	n.d.	n.d.
suma syntetic. barviv	8	0	0,0	0	0,0	-	kval.	-	-	-

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50- 75%	75- 100%	100- 150%	150- 200%	nad 200%
suma DDT	0,500 mg/kg	93	0	0	0	0	0
alfa+beta-HCH	0,020 mg/kg	93	0	0	0	0	0
gama-HCH (lindan)	0,050 mg/kg	93	0	0	0	0	0
hexachlorbenzen	0,050 mg/kg	93	0	0	0	0	0
PCB (suma kongenerů)	2,000 mg/kg	93	0	0	0	0	0
arzén	1,000 mg/kg	95	0	0	0	0	0
kadmium	0,050 mg/kg	90	3	1	0	1	0
olovo	0,200 mg/kg	90	4	1	0	0	0
rtuť	0,100 mg/kg	80	12	2	0	0	1
aflatoxin B1	20,000 µg/kg	81	0	0	0	0	0
Σ aflatoxinů B1,G1,B2,G2	40,000 µg/kg	81	0	0	0	0	0
malachit. zeleň celková	0,002 µg/kg	20	0	0	0	0	0
malachit. zeleň volná	0,002 µg/kg	20	0	0	0	0	0

Příloha 3: Sladkovodní ryby – chov – pstruzi – monitoring 2004 (hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g/kg}$ )

Analyt	n	pozít.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
2,4'-DDT	19	7	36,8	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
4,4'-DDD	19	15	78,9	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,003	0,003
4,4'-DDE	19	18	94,7	0	0,0	0,001	0,002	0,000	0,004	0,005
4,4'-DDT	19	14	73,7	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,001
suma DDT	19	18	94,7	0	0,0	0,003	0,003	0,000	0,006	0,008
aldrin	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
dieldrin	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
alfa+beta-HCH	19	5	26,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
alfa-HCH	19	3	15,8	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,000
beta-HCH	19	6	31,6	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
gama-HCH (lindan)	19	1	5,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,000
hexachlorbenzen	19	17	89,5	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,001
PCB (suma kongenerů)	19	18	94,7	0	0,0	0,002	0,002	0,001	0,004	0,005
PCB 28 (kongener)	19	6	31,6	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,000
PCB 52 (kongener)	19	7	36,8	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,000
PCB 101 (kongener)	19	15	78,9	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,001
PCB 118 (kongener)	19	18	94,7	0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
PCB 138 (kongener)	19	17	89,5	0	0,0	0,001	0,001	n.d.	0,002	0,002
PCB 153 (kongener)	19	18	94,7	0	0,0	0,001	0,001	0,000	0,002	0,002
PCB 180 (kongener)	19	18	94,7	0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
arzén	16	16	100,0	5	31,0	0,819	0,991	0,207	2,480	3,600
kadmium	16	2	12,5	0	0,0	n.d.	0,004	n.d.	0,010	0,010
olovo	16	3	18,8	0	0,0	n.d.	0,025	n.d.	0,060	0,060
rtuť	16	16	100,0	0	0,0	0,042	0,039	0,022	0,052	0,054
aflatoxin B1	14	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,365	n.d.	n.d.	n.d.
Σ aflatoxinů B1,G1,B2,G2	14	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,381	n.d.	n.d.	n.d.
malachit. zeleň celková	13	3	23,1	3	23,1	n.d.	0,002	n.d.	0,006	0,006
malachit. zeleň volná	13	3	23,1	3	23,1	n.d.	0,002	n.d.	0,006	0,006

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
suma DDT	0,500 mg/kg	19	0	0	0	0	0
alfa+beta-HCH	0,020 mg/kg	19	0	0	0	0	0
gama-HCH (lindan)	0,050 mg/kg	19	0	0	0	0	0
hexachlorbenzen	0,050 mg/kg	19	0	0	0	0	0
PCB (suma kongenerů)	2,000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
arzén	1,000 mg/kg	4	6	1	2	2	1
kadmium	0,050 mg/kg	16	0	0	0	0	0
olovo	0,200 mg/kg	16	0	0	0	0	0
rtuť	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
aflatoxin B1	20,000 $\mu\text{g/kg}$	14	0	0	0	0	0
Σ aflatoxinů B1,G1,B2,G2	40,000 $\mu\text{g/kg}$	14	0	0	0	0	0
malachit. zeleň celková	0,002 $\mu\text{g/kg}$	10	0	0	0	0	3
malachit. zeleň volná	0,002 $\mu\text{g/kg}$	10	0	0	0	0	3



Příloha 4: Sladkovodní ryby – chov – ostatní druhy – monitoring 2004  
(hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g/kg}$ )

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
4,4'-DDD	14	11	78,6	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,003	0,004
4,4'-DDE	14	14	100,0	0	0,0	0,003	0,012	0,000	0,057	0,073
2,4'-DDT	14	7	50,0	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,001
4,4'-DDT	14	10	71,4	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,002	0,002
suma DDT	14	14	100,0	0	0,0	0,003	0,013	0,001	0,061	0,078
hexachlorbenzen	14	10	71,4	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,004	0,006
alfa+beta-HCH	14	7	50,0	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,002
alfa-HCH	14	6	42,9	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,002
beta-HCH	14	4	28,6	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,002
gama-HCH (lindan)	14	4	28,6	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
PCB (suma kongenerů)	14	12	85,7	0	0,0	0,002	0,008	n.d.	0,039	0,063
PCB 28 (kongener)	14	8	57,1	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,001
PCB 52 (kongener)	14	7	50,0	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,001
PCB 101 (kongener)	14	9	64,3	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,004	0,006
PCB 118 (kongener)	14	8	57,1	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,002
PCB 138 (kongener)	14	12	85,7	0	0,0	0,000	0,002	n.d.	0,011	0,020
PCB 153 (kongener)	14	12	85,7	0	0,0	0,001	0,003	n.d.	0,014	0,023
PCB 180 (kongener)	14	12	85,7	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,008	0,013
arzén	21	19	90,5	1	4,8	0,030	0,117	0,010	0,344	1,540
kadmium	21	3	14,3	0	0,0	n.d.	0,006	n.d.	0,017	0,050
rtuť	21	21	100,0	2	9,5	0,047	0,069	0,007	0,186	0,381
olovo	21	3	14,3	0	0,0	n.d.	0,018	n.d.	0,050	0,050
aflatoxin B1	12	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,084	n.d.	n.d.	n.d.
Σ aflatoxinů B1,G1,B2,G2	12	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,128	n.d.	n.d.	n.d.
malachit. zeleň celková	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	n.d.
malachit. zeleň volná	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	n.d.
histamin	1	0	0,0	0	0,0	n.d.	-	-	-	-

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
suma DDT	0,500 mg/kg	14	0	0	0	0	0
hexachlorbenzen	0,050 mg/kg	14	0	0	0	0	0
alfa+beta-HCH	0,020 mg/kg	14	0	0	0	0	0
gama-HCH (lindan)	0,050 mg/kg	14	0	0	0	0	0
PCB (suma kongenerů)	2,000 mg/kg	14	0	0	0	0	0
arzén	1,000 mg/kg	20	0	0	0	1	0
kadmium	0,050 mg/kg	20	0	1	0	0	0
rtuť	0,100 mg/kg	12	2	5	0	0	2
olovo	0,400 mg/kg	21	0	0	0	0	0
aflatoxin B1	20,000 $\mu\text{g/kg}$	12	0	0	0	0	0
Σ aflatoxinů B1,G1,B2,G2	40,000 $\mu\text{g/kg}$	12	0	0	0	0	0
malachit. zeleň celková	0,002 $\mu\text{g/kg}$	2	0	0	0	0	0
malachit. zeleň volná	0,002 $\mu\text{g/kg}$	2	0	0	0	0	0

Příloha 5: Sladkovodní ryby – chov – kapři – monitoring 2005 (hodnoty v mg/kg) (µg/kg)

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
2,4'-DDT	87	15	17,2	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
4,4'-DDD	87	77	88,5	0	0,0	0,001	0,002	n.d.	0,006	0,025
4,4'-DDE	87	84	96,6	0	0,0	0,003	0,007	0,001	0,017	0,106
4,4'-DDT	87	45	51,7	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,003
suma DDT	87	84	96,6	0	0,0	0,004	0,010	0,001	0,023	0,131
aldrin	87	1	1,1	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,001
dieldrin	87	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
alfa-HCH	87	12	13,8	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
beta-HCH	87	11	12,6	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
alfa + beta-HCH	87	12	13,8	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
gama-HCH (lindan)	87	15	17,2	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,002
hexachlorbenzen	87	55	63,2	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,002	0,004
PCB 28 (kongener)	87	10	11,5	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
PCB 52 (kongener)	87	13	14,9	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,002
PCB 101 (kongener)	87	27	31,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,003
PCB 118 (kongener)	87	22	25,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
PCB 138 (kongener)	87	67	77,0	0	0,0	0,001	0,001	n.d.	0,002	0,006
PCB 153 (kongener)	87	66	75,9	0	0,0	0,001	0,001	n.d.	0,002	0,010
PCB 180 (kongener)	87	64	73,6	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,004
PCB - suma kongenerů	87	67	77,0	0	0,0	0,002	0,003	n.d.	0,006	0,025
toxafen P26 (kongener)	86	1	1,2	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,001
toxafen P40 (kongener)	29	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P41 (kongener)	29	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P42 (kongener)	29	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P44 (kongener)	29	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P50 (kongener)	86	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P62 (kongener)	86	1	1,2	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,001
toxafen (suma P26, P50, P62)	87	1	1,1	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,002
arzén	83	74	89,2	0	0,0	0,022	0,046	n.d.	0,076	1,300
kadmium	87	32	36,8	1	0,0	n.d.	0,010	n.d.	0,026	0,078
olovo	87	26	29,9	0	0,0	n.d.	0,031	n.d.	0,058	0,105
rtuť	87	87	100,0	0	0,0	0,023	0,031	0,011	0,053	0,155
aflatoxin B1	78	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,062	n.d.	n.d.	n.d.
Σ aflatoxinů (B1, B2, G1, G2)	78	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,092	n.d.	n.d.	n.d.
histamin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,450	-	-	n.d.

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
beta laktamová ATB	0,050 mg/kg	48	0	0	0	0	0
sulfadiazin	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfadimethoxin	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfadimidin	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfadoxin	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfachlorpyridazin	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfamerazin	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfamethoxazol	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfamethoxydiazin	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfaquinoxalin	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
sulfathiazol	0,100 mg/kg	72	0	0	0	0	0
tetracykliny (skupina)	0,100 mg/kg	48	0	0	0	0	0
suma DDT	0,500 mg/kg	87	0	0	0	0	0
alfa + beta-HCH	0,020* mg/kg	87	0	0	0	0	0
gama-HCH (lindan)	0,050 mg/kg	87	0	0	0	0	0
hexachlorbenzen	0,050 mg/kg	87	0	0	0	0	0
PCB - suma kongenerů	2,000 mg/kg	87	0	0	0	0	0
toxafen P26 (kongener)	0,100 mg/kg	86	0	0	0	0	0
toxafen P40 (kongener)	0,001 mg/kg	29	0	0	0	0	0
toxafen P41 (kongener)	0,001 mg/kg	29	0	0	0	0	0
toxafen P42 (kongener)	0,001 mg/kg	29	0	0	0	0	0
toxafen P44 (kongener)	0,001 mg/kg	29	0	0	0	0	0
toxafen P50 (kongener)	0,100 mg/kg	86	0	0	0	0	0
toxafen P62 (kongener)	0,100 mg/kg	86	0	0	0	0	0
arzén	1,000* mg/kg	82	0	0	1	0	0
kadmium	0,050 mg/kg	79	3	4	0	1	0
olovo	0,200 mg/kg	85	2	0	0	0	0
rtuť	0,500 mg/kg	87	0	0	0	0	0
aflatoxin B1	20,000* µg/kg	78	0	0	0	0	0
Σ aflatoxinů (B1, B2, G1, G2)	40,000* µg/kg	78	0	0	0	0	0

\* jedná se o akční hladiny v rámci dlouhodobého sledování (ne MRL nebo NPM)

Příloha 6: Sladkovodní ryby – chov – pstruži – monitoring 2005 (hodnoty v mg/kg) (µg/kg)

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
2,4'-DDT	15	11	73,3	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,000	0,000
4,4'-DDD	15	13	86,7	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,002	0,003
4,4'-DDE	15	15	100,0	0	0,0	0,002	0,002	0,001	0,004	0,005
4,4'-DDT	15	15	100,0	0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
suma DDT	15	15	100,0	0	0,0	0,003	0,003	0,001	0,007	0,008
aldrin	15	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
dieldrin	15	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
alfa-HCH	15	5	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
beta-HCH	15	6	40,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
alfa + beta-HCH	15	5	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,002
gama-HCH (lindan)	15	6	40,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
hexachlorbenzen	15	14	93,3	0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
PCB 28 (kongener)	15	8	53,3	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,004	0,005
PCB 52 (kongener)	15	9	60,0	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,007	0,012
PCB 101 (kongener)	15	12	80,0	0	0,0	0,001	0,003	n.d.	0,017	0,024
PCB 118 (kongener)	15	12	80,0	0	0,0	0,001	0,003	n.d.	0,018	0,027
PCB 138 (kongener)	15	15	100,0	0	0,0	0,001	0,006	0,000	0,035	0,053
PCB 153 (kongener)	15	15	100,0	0	0,0	0,001	0,007	0,000	0,037	0,057
PCB 180 (kongener)	15	15	100,0	0	0,0	0,000	0,002	0,000	0,009	0,015
PCB - suma kongenerů	15	15	100,0	0	0,0	0,005	0,022	0,001	0,123	0,193
toxafen P26 (kongener)	12	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P40 (kongener)	10	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P41 (kongener)	10	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P42 (kongener)	10	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P44 (kongener)	10	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P50 (kongener)	12	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
toxafen P62 (kongener)	12	1	8,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,001
toxafen (suma P26, P50, P62)	15	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
arzén	13	13	100,0	0	0,0	0,854	0,844	0,118	1,942	2,350
kadmium	15	2	13,3	0	0,0	n.d.	0,007	n.d.	0,027	0,053
olovo	15	1	6,7	0	0,0	n.d.	0,027	n.d.	n.d.	0,154
rtuť	15	15	100,0	0	0,0	0,038	0,041	0,004	0,089	0,114
afiatoin B1	15	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,043	n.d.	n.d.	n.d.
Σ aflatoinů (B1, B2, G1, G2)	15	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,098	-	-	n.d.

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
beta laktamová ATB	0,050 mg/kg	2	0	0	0	0	0
flumequine	0,600 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfadiazin	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfadimethoxin	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfadimidin	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfadoxin	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfachlorpyridazin	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfamerazin	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfamethoxazol	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfamethoxydiazin	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfaquinoxalin	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
sulfathiazol	0,100 mg/kg	16	0	0	0	0	0
tetracykliny (skupina)	0,100 mg/kg	2	0	0	0	0	0
suma DDT	0,500 mg/kg	15	0	0	0	0	0
alfa + beta-HCH	0,020* mg/kg	15	0	0	0	0	0
gama-HCH (lindan)	0,050 mg/kg	15	0	0	0	0	0
hexachlorbenzen	0,050 mg/kg	15	0	0	0	0	0
PCB - suma kongenerů	2,000 mg/kg	15	0	0	0	0	0
toxafen P26 (kongener)	0,100 mg/kg	12	0	0	0	0	0
toxafen P40 (kongener)	0,001 mg/kg	10	0	0	0	0	0
toxafen P41 (kongener)	0,001 mg/kg	10	0	0	0	0	0
toxafen P42 (kongener)	0,001 mg/kg	10	0	0	0	0	0
toxafen P44 (kongener)	0,001 mg/kg	10	0	0	0	0	0
toxafen P50 (kongener)	0,100 mg/kg	12	0	0	0	0	0
toxafen P62 (kongener)	0,100 mg/kg	12	0	0	0	0	0
toxafen (suma P26, P50, P62)	0,100 mg/kg	15	0	0	0	0	0
arzén	1,000* mg/kg	5	0	4	3	0	1
kadmium	0,050 mg/kg	14	0	0	1**	0	0
olovo	0,200 mg/kg	14	0	1	0	0	0
rtuť	0,500 mg/kg	15	0	0	0	0	0
afiatoin B1	20,000* µg/kg	15	0	0	0	0	0
Σ aflatoinů (B1, B2, G1, G2)	40,000* µg/kg	15	0	0	0	0	0

\* jedná se o akční hladiny v rámci dlouhodobého sledování (ne MRL nebo NPM)

Příloha 7: Sladkovodní ryby – chov – ostatní druhy – monitoring 2005  
(hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g/kg}$ )

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
2,4'-DDT	6	3	50,0	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,002
4,4'-DDD	6	6	100,0	0	0,0	0,003	0,004	-	-	0,008
4,4'-DDE	6	6	100,0	0	0,0	0,002	0,004	-	-	0,011
4,4'-DDT	6	4	66,7	0	0,0	0,000	0,001	-	-	0,002
suma DDT	6	6	100,0	0	0,0	0,007	0,008	-	-	0,020
aldrin	6	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
dieldrin	6	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
alfa-HCH	6	2	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,000
beta-HCH	6	1	16,7	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,001
alfa + beta-HCH	6	2	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,001
gama-HCH (lindan)	6	3	50,0	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,001
hexachlorbenzen	6	5	83,3	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,002
PCB 28 (kongener)	6	2	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,001
PCB 52 (kongener)	6	2	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,001
PCB 101 (kongener)	6	3	50,0	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,002
PCB 118 (kongener)	6	3	50,0	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,002
PCB 138 (kongener)	6	6	100,0	0	0,0	0,002	0,002	-	-	0,003
PCB 153 (kongener)	6	6	100,0	0	0,0	0,003	0,002	-	-	0,004
PCB 180 (kongener)	6	6	100,0	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,003
PCB - suma kongenerů	6	6	100,0	0	0,0	0,006	0,007	-	-	0,012
toxafen P26 (kongener)	6	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
toxafen P40 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
toxafen P41 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
toxafen P42 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
toxafen P44 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
toxafen P50 (kongener)	6	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
toxafen P62 (kongener)	6	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
toxafen (suma P26, P50, P62)	6	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
arzén	5	5	100,0	0	0,0	0,036	0,116	-	-	0,446
kadmium	6	1	16,7	0	0,0	n.d.	0,004	-	-	0,010
olovo	6	2	33,3	0	0,0	n.d.	0,040	-	-	0,104
rtuť	6	6	100,0	0	0,0	0,051	0,049	-	-	0,100
afatoxin B1	8	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,056	-	-	n.d.
$\Sigma$ afatoxinů (B1, B2, G1, G2)	8	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,094	-	-	n.d.
histamin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	1,983	-	-	n.d.

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
beta laktamová ATB	0,050 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfadiazin	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfadimethoxin	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfadimidin	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfadoxin	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfachlorpyridazin	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfamerazin	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfamethoxazol	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfamethoxydiazin	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfaquinoxalin	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
sulfathiazol	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
tetracykliny (skupina)	0,100 mg/kg	1	0	0	0	0	0
suma DDT	0,500 mg/kg	6	0	0	0	0	0
aldrin	0,020 mg/kg	6	0	0	0	0	0
dieldrin	0,020 mg/kg	6	0	0	0	0	0
alfa + beta-HCH	0,020 mg/kg	6	0	0	0	0	0
gama-HCH (lindan)	0,050 mg/kg	6	0	0	0	0	0
hexachlorbenzen	0,050 mg/kg	6	0	0	0	0	0
PCB - suma kongenerů	2,000 mg/kg	6	0	0	0	0	0
arzén	1,000* mg/kg	5	0	0	0	0	0
kadmium	0,050 mg/kg	6	0	0	0	0	0
olovo	0,200 mg/kg	5	1	0	0	0	0
rtuť	0,500 mg/kg	6	0	0	0	0	0
afatoxin B1	20,000* $\mu\text{g/kg}$	8	0	0	0	0	0
$\Sigma$ afatoxinů (B1, B2, G1, G2)	40,000* $\mu\text{g/kg}$	8	0	0	0	0	0

\* jedná se o akční hladiny v rámci dlouhodobého sledování (ne MRL nebo NPM)

Příloha 8: Sladkovodní ryby – chov – kapři – monitoring 2006  
(hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g/kg}$ )

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a 2,4'-DDT	19	1	5,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,001
B3a 4,4'-DDD	19	16	84,2	0	0,0	0,001	0,003	n.d.	0,007	0,010
B3a 4,4'-DDE	19	18	94,7	0	0,0	0,007	0,014	0,000	0,045	0,100
B3a 4,4'-DDT	19	2	10,5	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,002
B3a DDT (suma)	19	18	94,7	0	0,0	0,010	0,017	0,000	0,053	0,107
B3a aldrin	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a dieldrin	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a endrin	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a alfa-HCH	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a beta-HCH	19	1	5,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,000
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	19	1	5,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,000
B3a gama-HCH (lindan)	19	3	15,8	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
B3a heptachlor	19	1	5,3	0	0,0	n.d.	0,001	n.d.	n.d.	0,017
B3a hexachlorbenzen	19	9	47,4	0	0,0	n.d.	0,001	n.d.	0,003	0,003
B3a endosulfan (suma)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a chlordan	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 28 (kongener)	28	2	7,1	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,000
B3a PCB 52 (kongener)	28	2	7,1	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,001
B3a PCB 101 (kongener)	28	5	17,9	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,003
B3a PCB 118 (kongener)	28	7	25,0	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,001
B3a PCB 138 (kongener)	28	23	82,1	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,001	0,006
B3a PCB 153 (kongener)	28	23	82,1	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,001	0,007
B3a PCB 180 (kongener)	28	21	75,0	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,002
B3a PCB - suma kongenerů	28	24	85,7	0	0,0	0,001	0,002	n.d.	0,003	0,020
B3a toxafen P26 (kongener)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a toxafen P50 (kongener)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a toxafen P62 (kongener)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a toxafen (suma kongenerů)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3c arzén	17	17	100,0	0	0,0	0,060	0,067	0,018	0,124	0,138
B3c kadmium	17	2	11,8	0	0,0	n.d.	0,003	n.d.	0,007	0,007
B3c olovo	17	6	35,3	0	0,0	n.d.	0,014	n.d.	0,043	0,056
B3c rtuť	17	17	100,0	0	0,0	0,023	0,037	0,014	0,106	0,195

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
B1 kyselina oxolinová	0,10000 mg/kg	31	0	0	0	0	0
B3a DDT (suma)	0,50000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	0,02000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3a gama-HCH (lindan)	0,05000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3a hexachlorbenzen	0,05000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3a PCB 28 (kongener)	2,00000 mg/kg	28	0	0	0	0	0
B3a PCB 52 (kongener)	2,00000 mg/kg	28	0	0	0	0	0
B3a PCB 101 (kongener)	2,00000 mg/kg	28	0	0	0	0	0
B3a PCB 118 (kongener)	2,00000 mg/kg	28	0	0	0	0	0
B3a PCB 138 (kongener)	2,00000 mg/kg	28	0	0	0	0	0
B3a PCB 153 (kongener)	2,00000 mg/kg	28	0	0	0	0	0
B3a PCB 180 (kongener)	2,00000 mg/kg	28	0	0	0	0	0
B3a PCB - suma kongenerů	2,00000 mg/kg	28	0	0	0	0	0
B3a toxafen (suma kongenerů)	0,10000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3c arzén	1,00000 mg/kg	17	0	0	0	0	0
B3c kadmium	0,05000 mg/kg	17	0	0	0	0	0
B3c olovo	0,20000 mg/kg	17	0	0	0	0	0
B3c rtuť	0,50000 mg/kg	17	0	0	0	0	0
B3d aflatoxin B1	20,00000 $\mu\text{g/kg}$	15	0	0	0	0	0
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	40,00000 $\mu\text{g/kg}$	15	0	0	0	0	0
B3e leucomalachitová zeleň	0,30000 $\mu\text{g/kg}$	11	0	0	1	0	2
B3e malachitová zeleň	0,30000 $\mu\text{g/kg}$	13	0	0	0	1	0
B3f histamin	100,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3f Cesium 134	600,00000 Bq/kg	8	0	0	0	0	0
B3f Cesium 137	600,00000 Bq/kg	8	0	0	0	0	0

Příloha 9: Kapři – dioxiny – chov – monitoring 2006 (hodnoty v pg/g)

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a PCB 77 (kongener)	7	5	71,4	0	0,0	6,510	16,296	-	-	63,300
B3a PCB 81 (kongener)	7	5	71,4	0	0,0	0,647	1,331	-	-	5,490
B3a PCB 105 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	24,400	50,505	-	-	155,000
B3a PCB 114 (kongener)	7	6	85,7	0	0,0	1,810	3,965	-	-	13,500
B3a PCB 118 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	92,700	220,800	n.d.	605,000	639,000
B3a PCB 123 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	10,200	28,693	-	-	108,000
B3a PCB 126 (kongener)	7	6	85,7	0	0,0	1,310	2,309	-	-	9,630
B3a PCB 156 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	19,100	54,083	-	-	151,000
B3a PCB 157 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	2,560	6,010	-	-	18,200
B3a PCB 167 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	12,900	36,105	-	-	110,000
B3a PCB 169 (kongener)	7	3	42,9	0	0,0	n.d.	0,226	-	-	0,654
B3a PCB 189 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	2,840	7,748	-	-	23,100
B3a PCB - suma kongenerů	7	7	100,0	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,002
B3a 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,151	-	-	0,839
B3a 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,198	-	-	1,155
B3a 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,174	-	-	1,028
B3a 1,2,3,4,7,8-HxCDD	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,138	-	-	0,726
B3a 1,2,3,4,7,8-HxCDF	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,106	-	-	0,502
B3a 1,2,3,6,7,8-HxCDD	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,070	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,6,7,8-HxCDF	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,107	-	-	0,564
B3a 1,2,3,7,8,9-HxCDD	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,062	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8,9-HxCDF	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,168	-	-	0,983
B3a 1,2,3,7,8-PeCDD	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,086	-	-	0,377
B3a 1,2,3,7,8-PeCDF	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,112	-	-	0,538
B3a 2,3,4,6,7,8-HxCDF	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,141	-	-	0,780
B3a 2,3,4,7,8-PeCDF	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,080	-	-	0,332
B3a 2,3,7,8-TCDD	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,031	-	-	n.d.
B3a 2,3,7,8-TCDF	7	3	42,9	0	0,0	n.d.	0,172	-	-	0,550
B3a WHO-PCDD/F-TEQ	7	6	85,7	0	0,0	0,241	0,361	-	-	1,149
B3a WHO-PCDD/F-PCB-TEQ	7	7	100,0	0	0,0	0,433	0,677	-	-	1,410
B3a OCDD	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,211	-	-	1,718
B3a OCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,222	-	-	n.d.

Příloha 10: Sladkovodní ryby – chov – pstruzi – monitoring 2006 (hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a 2,4'-DDT	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a 4,4'-DDD	3	3	100,0	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,002
B3a 4,4'-DDE	3	3	100,0	0	0,0	0,003	0,003	-	-	0,005
B3a 4,4'-DDT	3	3	100,0	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,001
B3a DDT (suma)	3	3	100,0	0	0,0	0,004	0,005	-	-	0,009
B3a aldrin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a dieldrin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a endrin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a alfa-HCH	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a beta-HCH	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a gama-HCH (lindan)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a heptachlor	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a hexachlorbenzen	3	1	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,000
B3a endosulfan (suma)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a chlordan	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 28 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 52 (kongener)	3	1	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,001
B3a PCB 101 (kongener)	3	2	66,7	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,001
B3a PCB 118 (kongener)	3	2	66,7	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,001
B3a PCB 138 (kongener)	3	3	100,0	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,001
B3a PCB 153 (kongener)	3	2	66,7	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,001
B3a PCB 180 (kongener)	3	3	100,0	0	0,0	0,000	0,001	-	-	0,001
B3a PCB - suma kongenerů	3	3	100,0	0	0,0	0,003	0,003	-	-	0,004
B3a toxafen P26 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P40 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P41 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P42 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P44 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P50 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P62 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen (suma kongenerů)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3c arzén	3	3	100,0	0	0,0	0,608	0,689	-	-	0,920
B3c kadmium	3	1	33,3	0	0,0	n.d.	0,004	-	-	0,009
B3c olovo	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,008	-	-	n.d.
B3c rtuť	3	3	100,0	0	0,0	0,028	0,033	-	-	0,046

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
B1 flumequine	0,60000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B1 kyselina oxolinová	0,10000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a DDT (suma)	0,50000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	0,02000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a gama-HCH (lindan)	0,05000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a hexachlorbenzen	0,05000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB 28 (kongener)	2,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB 52 (kongener)	2,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB 101 (kongener)	2,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB 118 (kongener)	2,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB 138 (kongener)	2,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB 153 (kongener)	2,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB 180 (kongener)	2,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB - suma kongenerů	2,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a toxafen (suma kongenerů)	0,10000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3c arzén	1,00000 mg/kg	0	2	1	0	0	0
B3c kadmium	0,05000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3c olovo	0,20000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3c rtuť	0,50000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3d aflatoxin B1	20,00000 $\mu\text{g}/\text{kg}$	3	0	0	0	0	0
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	40,00000 $\mu\text{g}/\text{kg}$	3	0	0	0	0	0
B3e leucomalachitová zeleň	0,30000 $\mu\text{g}/\text{kg}$	43	0	0	0	0	14
B3e malachitová zeleň	0,30000 $\mu\text{g}/\text{kg}$	57	0	0	0	0	0
B3f Cesium 134	600,00000 Bq/kg	1	0	0	0	0	0

Příloha 11: Sladkovodní ryby – chov – ostatní ryby – monitoring 2006  
(hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g/kg}$ )

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a 2,4'-DDT	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a 4,4'-DDD	3	3	100,0	0	0,0	0,002	0,002	-	-	0,003
B3a 4,4'-DDE	3	2	66,7	0	0,0	0,008	0,009	-	-	0,019
B3a 4,4'-DDT	3	1	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,000
B3a DDT (suma)	3	3	100,0	0	0,0	0,012	0,011	-	-	0,020
B3a aldrin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a dieldrin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a endrin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a alfa-HCH	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a beta-HCH	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a gama-HCH (lindan)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a heptachlor	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a hexachlorbenzen	3	1	33,3	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,000
B3a endosulfan (suma)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	-	-	-	-
B3a chlordan	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 28 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 52 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 101 (kongener)	4	2	50,0	0	0,0	0,000	0,003	-	-	0,012
B3a PCB 118 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,002
B3a PCB 138 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,002	0,008	-	-	0,027
B3a PCB 153 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,002	0,010	-	-	0,034
B3a PCB 180 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,001	0,008	-	-	0,027
B3a PCB - suma kongenerů	4	3	75,0	0	0,0	0,006	0,028	-	-	0,101
B3a toxafen P26 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P50 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P62 (kongener)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen (suma kongenerů)	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3c arzén	2	2	100,0	0	0,0	0,304	0,304	-	-	0,587
B3c kadmium	5	1	20,0	0	0,0	n.d.	0,002	-	-	0,005
B3c olovo	5	2	40,0	0	0,0	n.d.	0,008	-	-	0,015
B3c rtuť	5	5	100,0	0	0,0	0,030	0,082	-	-	0,264

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
B1 kyselina oxolinová	0,10000 mg/kg	5	0	0	0	0	0
B3a DDT (suma)	0,50000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	0,02000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a gama-HCH (lindan)	0,05000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a hexachlorbenzen	0,05000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3a PCB 28 (kongener)	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a PCB 52 (kongener)	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a PCB 101 (kongener)	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a PCB 118 (kongener)	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a PCB 138 (kongener)	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a PCB 153 (kongener)	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a PCB 180 (kongener)	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a PCB - suma kongenerů	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a toxafen (suma kongenerů)	0,10000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3c arzén	1,00000 mg/kg	1	1	0	0	0	0
B3c kadmium	0,05000 mg/kg	5	0	0	0	0	0
B3c olovo	0,20000 mg/kg	5	0	0	0	0	0
B3c rtuť	0,50000 mg/kg	4	1	0	0	0	0
B3d aflatoxin B1	20,00000 $\mu\text{g/kg}$	2	0	0	0	0	0
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	40,00000 $\mu\text{g/kg}$	2	0	0	0	0	0
B3e leucomalachitová zeleň	0,30000 $\mu\text{g/kg}$	10	0	0	0	1	0
B3e malachitová zeleň	0,30000 $\mu\text{g/kg}$	11	0	0	0	0	0
B3f Cesium 134	600,00000 Bq/kg	3	0	0	0	0	0
B3f Cesium 137	600,00000 Bq/kg	3	0	0	0	0	0



Příloha 12: Sladkovodní ryby – chov – kapři – monitoring 2007 (hodnoty v mg/kg) (µg/kg)

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a 2,4'-DDT	19	9	47,4	0	0,0	n.d.	0,001	n.d.	0,002	0,013
B3a 4,4'-DDD	19	17	89,5	0	0,0	0,001	0,002	n.d.	0,004	0,010
B3a 4,4'-DDE	19	18	94,7	0	0,0	0,003	0,005	0,000	0,013	0,022
B3a 4,4'-DDT	19	10	52,6	0	0,0	0,000	0,000	n.d.	0,001	0,002
B3a aldrin	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	19	1	5,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	0,000
B3a alfa-HCH	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a beta-HCH	19	2	10,5	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,001
B3a DDT (suma)	19	16	84,2	0	0,0	0,004	0,006	n.d.	0,018	0,025
B3a dieldrin	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a endosulfan - suma	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a endrin	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a gama-HCH (lindan)	19	2	10,5	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,000
B3a heptachlor	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a hexachlorbenzen	19	9	47,4	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
B3a chlordan	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a PCB - suma kongenerů	26	21	80,8	0	0,0	0,002	0,004	n.d.	0,009	0,030
B3a PCB 101 (kongener)	26	11	42,3	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,002
B3a PCB 118 (kongener)	26	9	34,6	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,001
B3a PCB 138 (kongener)	26	22	84,6	0	0,0	0,001	0,001	n.d.	0,003	0,009
B3a PCB 153 (kongener)	26	21	80,8	0	0,0	0,001	0,001	n.d.	0,003	0,011
B3a PCB 180 (kongener)	26	22	84,6	0	0,0	0,000	0,001	n.d.	0,002	0,009
B3a PCB 28 (kongener)	26	4	15,4	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,001	0,002
B3a PCB 52 (kongener)	26	3	11,5	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	0,000	0,000
B3a toxafen (suma kongenerů)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a toxafen P26 (kongener)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a toxafen P50 (kongener)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a toxafen P62 (kongener)	19	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	n.d.	n.d.	n.d.
B3a WHO-PCDD/F-PCB-TEQ	7	7	100,0	0	0,0	0,512	0,708	-	-	1,390
B3c arzén	19	19	100,0	0	0,0	0,053	0,053	0,012	0,080	0,169
B3c kadmium	19	3	15,8	0	0,0	n.d.	0,003	n.d.	0,010	0,010
B3c olovo	19	2	10,5	0	0,0	n.d.	0,006	n.d.	0,010	0,013
B3c rtuť	19	19	100,0	0	0,0	0,021	0,026	0,009	0,041	0,080
B3d aflatoxin B1	14	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,055	n.d.	n.d.	n.d.
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	14	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,084	n.d.	n.d.	n.d.
B3e leucomalachitová zeleň	20	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,150	n.d.	n.d.	n.d.
B3e malachitová zeleň	20	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,150	n.d.	n.d.	n.d.
B3f Cesium 134	10	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,050	n.d.	n.d.	n.d.
B3f Cesium 137	10	3	30,0	0	0,0	n.d.	0,094	n.d.	0,297	0,310
B3f histamin	3	0	0,0	0	0,0	n.d.	3,500	-	-	n.d.

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
B1 kyselina oxolinová	0,10000 mg/kg	35	0	0	0	0	0
B3a DDT (suma)	0,50000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	0,02000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3a gama-HCH (lindan)	0,05000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3a hexachlorbenzen	0,05000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3a PCB - suma kongenerů	2,00000 mg/kg	26	0	0	0	0	0
B3a toxafen (suma kongenerů)	0,10000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3c arzén	1,00000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3c kadmium	0,05000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3c olovo	0,20000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3c rtuť	0,50000 mg/kg	19	0	0	0	0	0
B3d aflatoxin B1	20,00000 ug/kg	14	0	0	0	0	0
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	40,00000 ug/kg	14	0	0	0	0	0
B3e leucomalachitová zeleň	0,30000 ug/kg	20	0	0	0	0	0
B3e malachitová zeleň	0,30000 ug/kg	20	0	0	0	0	0
B3f histamin	100,00000 mg/kg	3	0	0	0	0	0
B3f Cesium 134	600,00000 Bq/kg	10	0	0	0	0	0
B3f Cesium 137	600,00000 Bq/kg	9	1	0	0	0	0

Příloha 13: Kapři – dioxiny – chov – monitoring 2007 (hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g/kg}$ )

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a PCB 105 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	39,500	83,560	-	-	169,000
B3a PCB 114 (kongener)	7	6	85,7	0	0,0	3,810	6,691	-	-	15,900
B3a PCB 118 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	242,000	397,439	-	-	1170,000
B3a PCB 123 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	29,000	38,871	-	-	78,000
B3a PCB 126 (kongener)	7	6	85,7	0	0,0	1,760	2,279	-	-	4,320
B3a PCB 156 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	112,000	250,853	-	-	942,000
B3a PCB 157 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	9,860	21,284	-	-	65,600
B3a PCB 167 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	78,600	131,946	-	-	361,000
B3a PCB 169 (kongener)	7	3	42,9	0	0,0	n.d.	0,306	-	-	0,702
B3a PCB 189 (kongener)	7	6	85,7	0	0,0	25,400	46,920	-	-	159,000
B3a PCB 77 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	5,160	27,180	-	-	75,000
B3a PCB 81 (kongener)	7	7	100,0	0	0,0	0,817	2,007	-	-	5,620
B3a WHO-PCDD/F-PCB-TEQ	7	7	100,0	0	0,0	0,512	0,708	-	-	1,390
B3a WHO-PCDD/F-TEQ	7	7	100,0	0	0,0	0,240	0,275	-	-	0,395
B3a 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,161	-	-	0,550
B3a 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,039	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,032	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,4,7,8-HxCDD	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,040	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,4,7,8-HxCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,092	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,6,7,8-HxCDD	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,033	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,6,7,8-HxCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,031	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8,9-HxCDD	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,030	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8,9-HxCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,096	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8-PeCDD	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,037	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8-PeCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,041	-	-	n.d.
B3a 2,3,4,6,7,8-HxCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,034	-	-	n.d.
B3a 2,3,4,7,8-PeCDF	7	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,037	-	-	n.d.
B3a 2,3,7,8-TCDD	7	1	14,3	0	0,0	n.d.	0,042	-	-	0,113
B3a 2,3,7,8-TCDF	7	2	28,6	0	0,0	n.d.	0,152	-	-	0,497
B3a OCDD	7	4	57,1	0	0,0	1,700	1,579	-	-	3,690
B3a OCDF	7	2	28,6	0	0,0	n.d.	0,212	-	-	0,580

Příloha 14: Sladkovodní ryby – chov – pstruzi – monitoring 2007 (hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a 2,4'-DDT	4	1	25,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,000
B3a 4,4'-DDD	4	2	50,0	0	0,0	0,000	0,001	-	-	0,002
B3a 4,4'-DDE	4	3	75,0	0	0,0	0,001	0,002	-	-	0,003
B3a 4,4'-DDT	4	4	100,0	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,002
B3a DDT (suma)	4	4	100,0	0	0,0	0,003	0,003	-	-	0,005
B3a aldrin	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a dieldrin	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a endrin	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a alfa-HCH	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a beta-HCH	4	1	25,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,001
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a gama-HCH (lindan)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a heptachlor	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a hexachlorbenzen	4	1	25,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	0,004
B3a endosulfan - suma	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a chlordan	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 28 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 52 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 101 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 118 (kongener)	4	1	25,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	0,002
B3a PCB 138 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,000	0,002	-	-	0,006
B3a PCB 153 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,001	0,002	-	-	0,008
B3a PCB 180 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,000	0,002	-	-	0,008
B3a PCB - suma kongenerů	4	3	75,0	0	0,0	0,001	0,006	-	-	0,022
B3a toxafen P26 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P50 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen P62 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a toxafen (suma kongenerů)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3c arzén	3	3	100,0	0	0,0	0,370	0,597	-	-	1,220
B3c kadmium	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,002	-	-	n.d.
B3c olovo	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,005	-	-	n.d.
B3c rtuť	4	4	100,0	0	0,0	0,018	0,020	-	-	0,029
B3d aflatoxin B1	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,038	-	-	n.d.
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,075	-	-	n.d.
B3e leucomalachitová zeleň	49	15	30,6	5	10,2	n.d.	0,894	n.d.	2,844	7,710
B3e malachitová zeleň	49	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,150	n.d.	n.d.	n.d.
B3f histamin	1	0	0,0	0	0,0	n.d.	-	-	-	-

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
B1 flumequine	0,60000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B1 kyselina oxolinová	0,10000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a DDT (suma)	0,50000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	0,02000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a gama-HCH (lindan)	0,05000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a hexachlorbenzen	0,05000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a PCB - suma kongenerů	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a toxafen (suma kongenerů)	0,10000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3c arzén	1,00000 mg/kg	2	0	0	1*	0	0
B3c kadmium	0,05000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3c olovo	0,20000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3c rtuť	0,50000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3d aflatoxin B1	20,00000 ug/kg	4	0	0	0	0	0
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	40,00000 ug/kg	4	0	0	0	0	0
B3e leucomalachitová zeleň	0,30000 ug/kg	34	0	0	2	1	11
B3e malachitová zeleň	0,30000 ug/kg	48	0	0	0	0	0
B3f histamin	100,00000 mg/kg	1	0	0	0	0	0

\* výsledek vyhovuje v rámci nejistoty měření

Příloha 15: Sladkovodní ryby – chov – ostatní ryby – monitoring 2007  
(hodnoty v mg/kg) ( $\mu\text{g/kg}$ )

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a 2,4'-DDT	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a 4,4'-DDD	2	2	100,0	0	0,0	0,029	0,029	-	-	0,058
B3a 4,4'-DDE	2	2	100,0	0	0,0	0,073	0,073	-	-	0,146
B3a 4,4'-DDT	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	n.d.
B3a DDT (suma)	2	2	100,0	0	0,0	0,102	0,102	-	-	0,204
B3a aldrin	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a dieldrin	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a endrin	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	n.d.
B3a alfa-HCH	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a beta-HCH	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	n.d.
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	n.d.
B3a gama-HCH (lindan)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a heptachlor	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a hexachlorbenzen	2	1	50,0	0	0,0	0,003	0,003	-	-	0,005
B3a chlordan	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	n.d.
B3a PCB 28 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 52 (kongener)	4	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,000	-	-	n.d.
B3a PCB 101 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,001
B3a PCB 118 (kongener)	4	3	75,0	0	0,0	0,000	0,000	-	-	0,001
B3a PCB 138 (kongener)	4	4	100,0	0	0,0	0,002	0,001	-	-	0,003
B3a PCB 153 (kongener)	4	4	100,0	0	0,0	0,002	0,002	-	-	0,003
B3a PCB 180 (kongener)	4	4	100,0	0	0,0	0,001	0,001	-	-	0,002
B3a PCB - suma kongenerů	4	4	100,0	0	0,0	0,005	0,005	-	-	0,009
B3a toxafen P26 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,003	-	-	n.d.
B3a toxafen P40 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,003	-	-	n.d.
B3a toxafen P41 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,003	-	-	n.d.
B3a toxafen P42 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,003	-	-	n.d.
B3a toxafen P44 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,003	-	-	n.d.
B3a toxafen P50 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,003	-	-	n.d.
B3a toxafen P62 (kongener)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,003	-	-	n.d.
B3a toxafen (suma kongenerů)	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,003	-	-	n.d.
B3c arzén	2	1	50,0	0	0,0	0,040	-	-	-	-
B3c kadmium	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,001	-	-	n.d.
B3c olovo	2	1	50,0	0	0,0	0,010	0,008	-	-	0,010
B3c rtuť	2	2	100,0	0	0,0	0,017	0,017	-	-	0,024
B3d aflatoxin B1	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,050	-	-	n.d.
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,095	-	-	n.d.
B3e leucomalachitová zeleň	12	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,150	n.d.	n.d.	n.d.
B3e malachitová zeleň	12	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,150	n.d.	n.d.	n.d.
B3f Cesium 134	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,050	-	-	n.d.
B3f Cesium 137	2	1	50,0	0	0,0	0,110	0,085	-	-	0,120

Analyt	hygienický limit (HL)	do 50%	50-75%	75-100%	100-150%	150-200%	nad 200%
B1 kyselina oxolinová	0,10000 mg/kg	1	0	0	0	0	0
B3a DDT (suma)	0,50000 mg/kg	2	0	0	0	0	0
B3a alfa-, beta-HCH (suma)	0,02000 mg/kg	2	0	0	0	0	0
B3a gama-HCH (lindan)	0,05000 mg/kg	2	0	0	0	0	0
B3a hexachlorbenzen	0,05000 mg/kg	2	0	0	0	0	0
B3a PCB - suma kongenerů	2,00000 mg/kg	4	0	0	0	0	0
B3a toxafen (suma kongenerů)	0,10000 mg/kg	2	0	0	0	0	0
B3c arzén	1,00000 mg/kg	1	0	0	0	0	0
B3c kadmium	0,05000 mg/kg	2	0	0	0	0	0
B3c olovo	0,20000 mg/kg	2	0	0	0	0	0
B3c rtuť	0,50000 mg/kg	2	0	0	0	0	0
B3d aflatoxin B1	20,00000 ug/kg	2	0	0	0	0	0
B3d suma aflatoxinů B1,B2,G1,G2	40,00000 ug/kg	2	0	0	0	0	0
B3e leucomalachitová zeleň	0,30000 ug/kg	12	0	0	0	0	0
B3e malachitová zeleň	0,30000 ug/kg	12	0	0	0	0	0
B3f Cesium 134	600,00000 Bq/kg	2	0	0	0	0	0
B3f Cesium 137	600,00000 Bq/kg	2	0	0	0	0	0

Příloha 16: Volně žijící ryby – dioxiny – monitoring 2007 (hodnoty pg/g)

Analyt	n	pozit.	%poz.	n+	%+	medián	průměr	10% kvantil	90% kvantil	maximum
B3a PCB 105 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	166,500	166,500	-	-	169,000
B3a PCB 114 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	15,650	15,650	-	-	16,200
B3a PCB 118 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	777,500	777,500	-	-	797,000
B3a PCB 123 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	80,250	80,250	-	-	81,400
B3a PCB 126 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	4,230	4,230	-	-	4,470
B3a PCB 156 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	240,500	240,500	-	-	243,000
B3a PCB 157 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	24,200	24,200	-	-	24,500
B3a PCB 167 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	161,000	161,000	-	-	164,000
B3a PCB 169 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	0,408	0,408	-	-	0,451
B3a PCB 189 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	45,300	45,300	-	-	47,600
B3a PCB 77 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	66,500	66,500	-	-	67,100
B3a PCB 81 (kongener)	2	2	100,0	0	0,0	4,250	4,250	-	-	4,360
B3a WHO-PCDD/F-PCB-TEQ	2	2	100,0	0	0,0	0,945	0,945	-	-	0,958
B3a WHO-PCDD/F-TEQ	2	2	100,0	0	0,0	0,262	0,262	-	-	0,271
B3a 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	2	1	50,0	0	0,0	0,472	0,378	-	-	0,568
B3a 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,039	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,032	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,4,7,8-HxCDD	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,040	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,4,7,8-HxCDF	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,040	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,6,7,8-HxCDD	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,033	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,6,7,8-HxCDF	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,031	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8,9-HxCDD	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,030	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8,9-HxCDF	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,029	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8-PeCDD	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,037	-	-	n.d.
B3a 1,2,3,7,8-PeCDF	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,041	-	-	n.d.
B3a 2,3,4,6,7,8-HxCDF	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,034	-	-	n.d.
B3a 2,3,4,7,8-PeCDF	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,037	-	-	n.d.
B3a 2,3,7,8-TCDD	2	0	0,0	0	0,0	n.d.	0,031	-	-	n.d.
B3a 2,3,7,8-TCDF	2	1	50,0	0	0,0	0,336	0,273	-	-	0,422
B3a OCDD	2	2	100,0	0	0,0	2,150	2,150	-	-	2,690
B3a OCDF	2	1	50,0	0	0,0	0,410	0,320	-	-	0,461

