

## Polychlorované bifenyly (PCB)

Expozice populace indikátorovým kongenerům PCB je zjišťována od roku 1994. Od roku 1999 je kvantifikováno 7 tzv. indikátorových kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). Podrobné informace o monitoringu jsou uvedeny v publikacích Státního zdravotního ústavu v Praze, popisujících dietární expozici člověka v ČR (Ruprich aj., 1995 – 2013).

### Analytické údaje:

V období 2012/2013 byla analyzována sada 7 kongenerů PCB v 220 tzv. reprezentativních kompozitních vzorcích (jeden průměrný spotřební koš potravin pro ČR), které představovaly 205 druhů potravin v podobě 3696 individuálních vzorků (metoda B). Meze stanovitelnosti analytické metody se pohybovaly, v závislosti na povaze matrice a metody, v rozmezí (vztaženo na jeden kongener):

Látka	Anal. metoda	Minimální LoQ	Maximální LoQ	Jednotka
indikátorové kongenery*	B	0.002	0.080	ug/kg

\* (IUPAC number: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

### Charakterizace nebezpečí:

#### • Nekarcinogenní efekt PCB:

- v současnosti není (IPCS, Health and Safety Guide No. 68, 1992) stanovena doporučená limitní expozice pro nekarcinogenní efekt sumě (mixtuře) PCB obecně.
- RfD (IRIS 2014, poslední revize hodnoty - 1994) je stanovena pro některé technické směsi PCB:
  1. Aroclor 1016 RfD = 0.00007 mg / kg t.hm. / den
  2. Aroclor 1248 RfD = není stanovena
  3. Aroclor 1254 RfD = 0.00002 mg / kg t.hm. / den
  4. Aroclor 1260 RfD = není stanovena
  5. "Mixtura PCB" RfD = není stanovena
- Pro hodnocení byla dříve v ČR používána neoficiální hodnota TDI ve výši 1 ug sumy PCB / kg t.hm. / den. Na základě poznatků o obecné toxicitě Arochloru 1242 pro opice makak rhesus (NOAEL stanoven na 40 ug / kg t.hm. / den), úsudku JECFA (Tech. Rep. Ser., 789) a IPCS (HSG, 68), že není praktického dokladu o vyšší toxicitě pro člověka a akceptování této hodnoty i v jiných evropských státech (např. Holandsko, 1995), byla hodnota TDI v ČR snížena na 0.4 ug sumy PCB / kg t.hm. / den (SF = 100). Tato hodnota byla použita i v našem případě.

#### • Karcinogenní efekt PCB (upraveno podle IRIS 2014): je hodnocen pomocí tzv. OSF (oral slope factor)

6. Aroclor 1016 OSF = není stanoven
7. Aroclor 1248 OSF = není stanoven
8. Aroclor 1254 OSF = není stanoven
9. Aroclor 1260 OSF = není stanoven
10. "Mixtura PCB" OSF = stanoven stupňovitě - viz text níže

Karcinogenní potence mixtury PCB vyjádřená pomocí OSF je určena stupňovitě, podle dostupných informací, následujícím způsobem. Zahrnuty jsou všechny expoziční cesty. OSF se pro hodnocení karcinogenního rizika pro člověka pro environmentální expozici PCB použije následovně:

<b>1. stupeň: OSF pro vysoké riziko a perzistence</b>	
Upper-bound slope factor: 2.0 (mg/kg)/den	Central-estimate slope factor: 1.0 (mg/kg)/den
<u>Kritéria užití:</u> expozice potravním řetězcem - ingesce sedimentu nebo půdy - inhalace prachu nebo aerosolu - intradermální expozice, jestliže byl aplikován absorpční faktor - přítomnost dioxin-like, tumory podporujících nebo perzistentních kongenerů - expozice v ranném období života (všechny cesty a mixtury).	
<b>2. stupeň: OSF pro nízké riziko a perzistence</b>	

Upper-bound slope factor: 0.4 (mg/kg)/den	Central-estimate slope factor: 0.3 (mg/kg)/den
<u>Kritéria užití:</u> ingesce ve vodě rozpustných kongenerů - inhalace odpařených kongenerů - intradermální expozice, jestliže nebyl aplikován absorpční faktor.	
<b>3. stupeň: OSF pro nejnižší riziko a perzistence</b>	
Upper-bound slope factor: 0.07 (mg/kg)/den	Central-estimate slope factor: 0.04 (mg/kg)/den
<u>Kritéria užití:</u> pokud kongenerová analýza verifikovala, že kongenery s více než 4 atomy chlóru představují méně než 0.5 % sumy PCB.	

### **Informace zvažované při rozhodování o použití OSF:**

#### Analýza sumy PCB a kongenerová analýza PCB

Jestliže je k dispozici kongenerová analýza, může být odhad karcinogenního rizika na základě OSF doplněn analýzou tzv. dioxin-like toxicity (TEQ TCDD). Riziko z dioxin-like kongenerů by mělo být přičteno k riziku zbytku mixtury (suma PCB bez dioxin-like kongenerů), hodnocené podle OSF.

#### Použití středního a horního odhadu OSF v praxi

V praxi se využívá buď střední odhad (central estimate) OSF nebo horní odhad (upper estimate) OSF. Střední odhad OSF popisuje typické individuální riziko, zatímco použití horního odhadu OSF snižuje pravděpodobnost podhodnocení odhadu rizika. Horní odhad OSF v žádném případě nezabezpečuje pokrytí rizika u citlivých individuí a populace. Střední odhad OSF se používá pro srovnání nebo klasifikaci environmentálních rizik, zatímco horní odhad OSF poskytuje informaci o přesnosti srovnání nebo klasifikace.

#### Vliv perzistence mixtury PCB

Některé kongenery PCB se kumulují v těle a mají biologickou aktivitu i když expozice skončila (Anderson et al., 1991a). Mechanický předpoklad, že kratší expozice proporcionálně představuje nižší riziko vzniku nádorů, není pravdivá. Pokusy na kryších dokazují, že stejně dlouhá expozice perzistentní mixtury PCB (Aroclor 1260) vyvolá vyšší počet nádorů ve srovnání s méně perzistentní mixturou PCB (Aroclor 1016) (Brunner et al., 1996). Pak platí, že může existovat větší než proporcionální karcinogenní efekt (očekávaný) z kratší než celoživotní expozice, zvláště pro perzistentní mixtury PCB a expozice v raném období života.

#### Skupiny populace s vysokou expozicí

Za vysoce exponované skupiny populace jsou považováni konzumenti - sportovní rybáři, konzumenti zvěřiny a živočišných produktů vysoce kontaminovaných prostřednictvím potravního řetězce a kojene děti. Vysoce vnímavé jsou skupiny lidí s narušenými jaterními funkcemi a kojenci (Calabrese and Sorenson, 1977).

#### Expozice v počáteční fázi života, kojenci a děti

Pro vyšší rozsah expozice během počáteční fáze života (ATSDR, 1993; Dewailly et al., 1991, 1994), pro možnost větší perinatální citlivosti (Calabrese and Sorenson, 1977; Rao and Banerji, 1988), a pravděpodobnost interakcí s funkcí štítné žlázy a hormonálním vývojem, je vhodné považovat expozici v počáteční fázi života za zvýšené riziko a používat OSF příslušný pro vysoké riziko.

#### Expozice prostřednictvím potravin

Je potřebné uvědomit si, že komerční mixtury PCB testované na laboratorních zvířatech neodpovídají selektivní retenci perzistentních kongenerů PCB, které se akumulují průchodem potravním řetězcem. Bioakumulované mixtury PCB se jeví jako více toxické než komerční mixtury PCB (Aulerich et al., 1986; Hornshaw et al., 1983) a jsou také více perzistentní v těle (Hovinga et al., 1992). Zdravotní riziko z expozice potravním řetězcem (potraviny, zejména živočišného původu) pak může být vyšší, než odhad na základě uvedených OSF.

#### OSF pro kongenery PCB rozpustné ve vodě

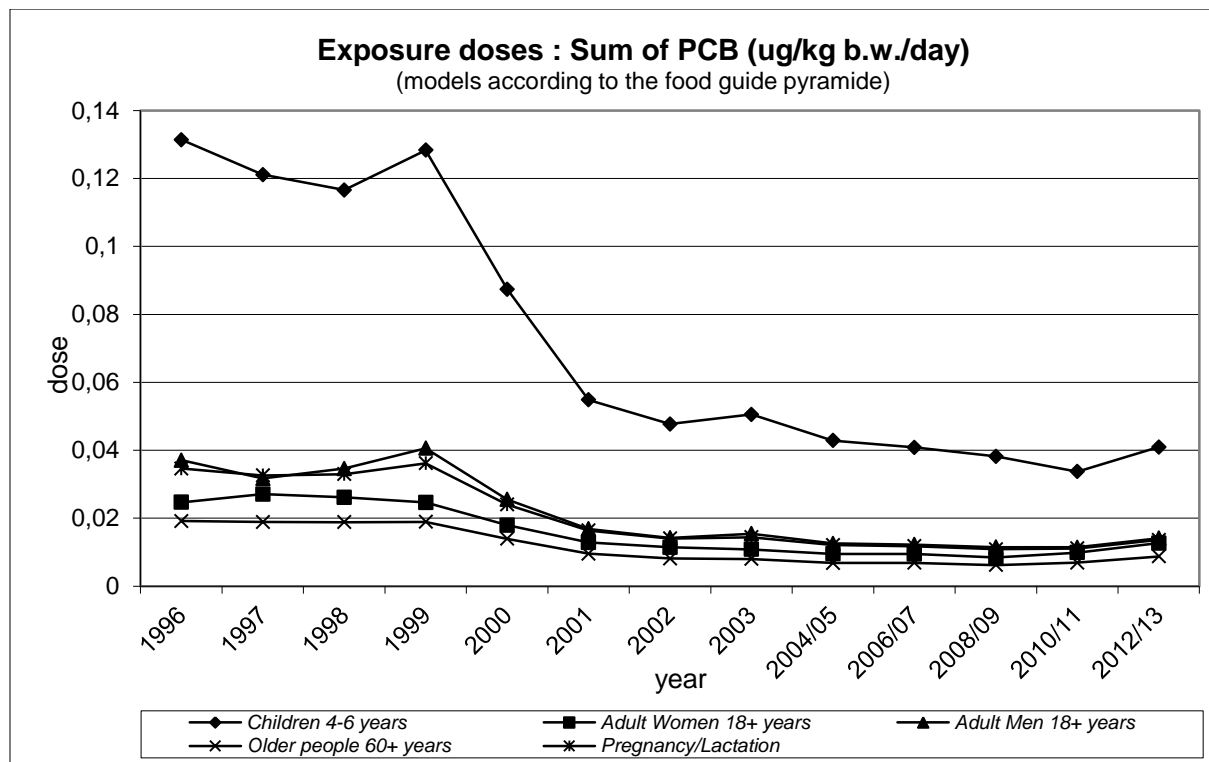
Pro ingesci kongenerů rozpustných ve vodě (balená voda) se používá střední stupeň OSF (do koncentrace 1 mg / litr). Pro expozici potravním řetězcem prostřednictvím sedimentu nebo půdy se používá nejvyšší stupeň OSF.

### **Hodnocení expozice:**

Analýza dat pro populaci v ČR vedla k odhadu průměrné expoziční dávky na úrovni 2.2 % TDI (na základě sumy 7 kongenerů, metoda B).

### Trend expozičních dávek:

Dlouhodobé srovnání odhadu expozičních dávek sumě 7 kongenerů PCB má sestupnou tendenci. Srovnání bylo provedeno pomocí modelu doporučených dávek potravin. Z grafu zřetelně vyplývá asi 3x vyšší zátěž u dětí, kde je spotřeba potravin na kg t.hm. vyšší. Průměrná expoziční dávka se u nich teoreticky pohybuje na úrovni asi 10.2 % TDI.



### **Významné expoziční zdroje:**

Mezi nejvýznamnější expoziční zdroje patří především potraviny živočišného původu. Rezidua pesticidů byla zjištěna v cibulové zelenině, sladkovodních rybách a rybích výrobcích, masných výrobcích a kakau.

### **Charakterizace rizika a závěry pro řízení zdravotních rizik:**

#### **Populace v riziku**

Vyšší expoziční dávky lze očekávat zejména u osob s vyšším příjmem živočišných tuků. Snížení konzumace živočišných tuků může významně přispět ke snížení expoziční dávky. V naší populaci je spotřeba tuků vyšší, než je doporučováno. Klesá sice spotřeba živočišných tuků a roste spotřeba rostlinných tuků, ale pokles stále není dostatečný. Pozornost zasluhují především děti, u kterých je expoziční dávka přirozeně vyšší než u dospělých osob.

#### **Hygienické limity pro potraviny**

Hygienické limity v ČR (vyhláška č. 305/2004 Sb.) se opírají o sumu sedmi tzv. indikátorových kongenerů (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). Suma těchto kongenerů v Deloru 106 činí podle našich zjištění (Cigánek, 1994) asi 46 % plochy zjišťovaných piků. Mechanický přepočítání na Delor 106 lze uskutečnit násobením sumy indikátorových kongenerů koeficientem 2,2. Podle německých údajů se v mateřském mléce nacházely především kongenery č. 138, 153 a 180, které představovaly asi 60 % z celkového množství PCB v mateřském mléce. Pokud bychom přijali hypotézu, že mateřské mléko v ČR má z hlediska PCB přibližně stejné kongenerové složení reprezentující expozici z potravin, že mateřské mléko je modelem pro selektivní biokoncentraci PCB a rovněž, že mléčný tuk může reprezentovat živočišné tuky obecně, pak bychom sumu PCB v živočišném tuku mohli odhadnout na základě násobku sumy kongeneru č. 138, 153 a 180 koeficientem 1,7 (metoda DFG, vol. XIII, 1988).

**Doporučení pro řízení rizik:**

1. Pokračovat v důsledné kontrole potravin, zejména s vysokým obsahem živočišných tuků.
2. Podporovat snižování spotřeby živočišných tuků v populaci.
3. Podporovat zdokonalení analytických metod tak, aby bylo možné přesnější hodnocení zdravotních rizik.
4. Věnovat pozornost i dalším kongenerům PCB, jejichž toxicita ve směsi není ještě přesně definována.

Výběr 10 nejvyšších analytických záchytů v období 2012/2013 po přepočtu na hodnotu „jak nakoupeno“.  
n = 220 (169 pozitivních)

**suma 7 limitovaných indikátorových kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)**

Region	Rok	C	C (sd)	Jednotka	Název
R	2013	18,70	3,90	µg/kg	ZELENINA CIBULOVA
R	2012	9,42	3,05	µg/kg	ZELENINA CIBULOVA
R	2013	3,76	1,20	µg/kg	RYBY UZENE
R	2013	3,14	1,25	µg/kg	SALAM TOCENY
R	2013	3,08	1,23	µg/kg	KAKAO
R	2012	3,04	0,55	µg/kg	RYBY SLADKOVODNI
R	2013	2,83	0,56	µg/kg	TLACENKA VEPROVA
R	2013	2,74	0,54	µg/kg	SPEKACKY
R	2013	2,74	0,57	µg/kg	SALAMY TRV. FERMENTOVANE
R	2013	2,65	0,49	µg/kg	KONZERVY RYBI