# Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR

# ve vztahu k životnímu prostředí

Subsystém 5

## Zdravotní důsledky expozice lidského organismu

## toxickým látkám ze zevního prostředí

## (biologický monitoring)

Odborná zpráva za rok 2017

Státní zdravotní ústav Praha

**září 2018**

# Ústředí systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí

| | |
|---|---|
| **Ředitelka ústředí:** | MUDr. Kubínová Růžena |
| **Subsystém 5:** | Zdravotní důsledky expozice lidského organizmu toxickým látkám ze zevního prostředí (biologický monitoring) |
| **Garant subsystému:** | prof. MUDr. Černá Milena, DrSc. |
| **Řešitelské pracoviště:** | Ústřední monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva Státního zdravotního ústavu v Praze |
| **Spolupracující organizace:** | Dislokovaná pracoviště Státního zdravotního ústavu |
| | Krajská hygienická stanice kraje Vysočina |
| | 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Ústav hygieny |
| | Vysoká škola chemicko-technologická v Praze |
| **Řešitelé:** | prof. MUDr. Černá Milena, DrSc. |
| | Mgr. Hanzlíková Lenka |
| | Mgr. Krsková Andrea, Ph.D. |
| | Mgr. Pinkr Grafnetterová Anna |
| | Mgr. Sochorová Lenka |

# Obsah

**1 Základní informace o subsystému ..... 5**
1.1 Úvod ..... 5
1.2 Cíle subsystému 5 ..... 5
1.3 Obsah odborné zprávy ..... 5
**2 Organizace subsystému 5 v roce 2017 ..... 6**
2.1 Organizace a zodpovědné osoby ..... 6
2.2 Analyzující laboratoře – spektrum činností ..... 7
2.3 Zhodnocení a interpretace výsledků: ..... 7
2.4 Vypracování Odborné zprávy: ..... 7
**3 Metodická část ..... 8**
3.1 Nábor (oslovení) kojících matek ..... 8
3.2 Vstupní kritéria pro nábor kojících matek ..... 8
3.3 Odběry biologického materiálu ..... 8
3.4 Principy použitých analytických metod ..... 9
*3.4.1 Analytické stanovení BFR, OCP A PCB ..... 9*
*3.4.2 Analytické stanovení PFAS a BFR ..... 9*
*3.4.3 Analytické stanovení mastných kyselin ..... 9*
3.5 Meze stanovitelnosti (LOQ) ..... 9
3.6 Charakteristika sledovaných látek ..... 10
*3.6.1 Polychlorované bifenyly (PCB) ..... 10*
*3.6.2 Organochlorované pesticidy (OCP) ..... 11*
*3.6.3 Perfluorované látky a jejich deriváty (PFAS) ..... 13*
*3.6.4 Bromované zpomalovače hoření a jejich deriváty (BFR) ..... 14*
*3.6.5 Trans-mastné kyseliny (TFA) ..... 16*
3.7 Charakteristika sledované populační skupiny (kojící matky prvorodičky) ..... 17
*3.7.1 Věk ..... 17*
*3.7.2 Výška, hmotnost, BMI ..... 17*
*3.7.3 Vzdělání ..... 17*
*3.7.4 Délka bydliště v lokalitě ..... 17*
*3.7.5 Kouření ..... 17*
*3.7.6 Stravovací návyky a frekvence konzumace vybraných potravin ..... 18*
*3.7.7 Subjektivní hodnocení finanční situace ..... 18*

*3.7.8 Chronická onemocnění ..... 19*
*3.7.9 Údaje o novorozenci ..... 19*
**4 Výsledky analýz ..... 20**
4.1 Polychlorované bifenyly (PCB) ..... 20
4.2 Organochlorované pesticidy (OCP) ..... 23
4.3 Perfluorované látky a jejich deriváty (PFAS) ..... 25
4.4 Bromované zpomalovače hoření a jejich deriváty (BFR) ..... 27
4.5 *Trans*-mastné kyseliny (TFA) ..... 28
**5 Závěr ..... 29**
**6 Seznam tabulek ..... 30**
**7 Seznam grafů ..... 30**
**8 Seznam zkratek ..... 31**

# 1 Základní informace o subsystému

## 1.1 Úvod

Biologický monitoring zahrnuje sledování biomarkerů expozice, resp. interní dávky (kontaminanty nebo jejich charakteristické metabolity) i biomarkerů saturace vybranými benefitními prvky analyzovanými v tělních tekutinách a tkáních jednotlivých populačních skupin.

Subsystém 5 (biologický monitoring) vychází z usnesení vlády České republiky č. 369/1991 Sb. V rutinním provozu je od roku 1994 pod garancí Státního zdravotního ústavu v Praze. Do roku 2002 byl realizován ve spolupráci s příslušnými krajskými a okresními hygienickými stanicemi, od r. 2003 ve spolupráci s příslušnými zdravotními ústavy a od roku 2008 s dislokovanými pracovišti Státního zdravotního ústavu.

## 1.2 Cíle subsystému 5

Výsledky biologického monitorování poskytují podklady k hodnocení celkového přívodu toxických látek do organismu z různých zdrojů, k určení referenčních hodnot pro populaci v našich podmínkách, k odhadu úrovně zátěže, k signalizaci potenciálního zdravotního rizika zvýšené expozice a k určení trendů expozice v dlouhodobých časových řadách. Současně přinášejí údaje o saturaci populace vybranými benefitními prvky. Biologický monitoring navazuje na výsledky monitorování toxických látek především v potravě, ovzduší a vodě.

## 1.3 Obsah odborné zprávy

Předmětem Odborné zprávy za rok 2017 jsou výsledky biologického monitoringu mateřského mléka, získané v roce 2017 v lokalitách Praha, Liberec, Ostrava a oblast Vysočiny (Žďár nad Sázavou a Jihlava).

# 2 Organizace subsystému 5 v roce 2017

| | |
|---|---|
| Sledované oblasti | Praha, Liberec, Ostrava, oblast Vysočiny (Žďár nad Sázavou a Jihlava). |
| Populační skupina | kojící matky (prvorodičky) 2-8 týdnů po porodu |
| Požadovaný/plánovaný počet osob | 75/lokalitu |
| Sledované matrice | Mateřské mléko |
| Sledované parametry* | • vybrané kongenery polychlorovaných bifenylů (PCB)<br>• vybrané organochlorované pesticidy (OCP)<br>• perfluorované látky (PFAS) a jejich deriváty<br>• bromované zpomalovače hoření (BFR) a jejich deriváty<br>• *trans*-mastné kyseliny (TFA) – pouze u vybraných žen z Prahy jako pilotní studie |

* detailní seznam sledovaných látek je uveden v příloze (tabulka 12)

## 2.1 Organizace a osoby zodpovědné za odběry vzorků, manipulaci, skladování a transport

| | |
|---|---|
| **SZÚ Praha**<br>Ústředí monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva | Mgr. Hanzlíková Lenka<br>Mgr. Sochorová Lenka<br>Mgr. Tomková Šárka |
| **SZÚ Praha**<br>Centrum zdraví a životního prostředí<br>(pracoviště pro analýzu stopových prvků) | Ing. Čejchanová Mája |
| **SZÚ Praha**<br>Oddělení alternativních toxikologických metod | Ing. Šmíd Jiří |
| **SZÚ Praha**<br>Dislokované pracoviště Liberec | MUDr. Zemanová Dana<br>Jansíková Daniela |
| **SZÚ Praha**<br>Dislokované pracoviště Ostrava | Mgr. Lisníková Petra<br>Žoltá Monika |
| **SZÚ Praha**<br>Dislokované pracoviště Jihlava | Pokorná Hana |
| **KHS kraje Vysočina**<br>Územní pracoviště Žďár nad Sázavou | Říhová Zdeňka |

## 2.2 Analyzující laboratoře – spektrum činností

| Analyt | Matrice | Organizace | Odpovědné osoby |
|---|---|---|---|
| • vybrané kongenery polychlorovaných bifenylů (PCB)<br>• vybrané organochlorované pesticidy (OCP)<br>• perfluorované látky (PFAS) a jejich deriváty<br>• bromované zpomalovače hoření (BFR) a jejich deriváty | mateřské mléko | VŠCHT Technická 5, 166 28 Praha 6 | prof. Ing. Hajšlová Jana, CSc.<br>doc. Ing. Pulkrabová Jana,. Ph. D. |
| • *trans*-mastné kyseliny (TFA) | mateřské mléko | 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Ústav hygieny | Doc. MUDr. Dlouhý Pavel, Ph.D.<br>Mgr. Jaček Martin |

## 2.3 Zhodnocení a interpretace výsledků:

prof. MUDr. Černá Milena, DrSc.

Mgr. Krsková Andrea, Ph.D.

Mgr. Pinkr Grafnetterová Anna

Mgr. Hanzlíková Lenka

Mgr. Sochorová Lenka

RNDr. Fialová Alena, PhD. (statistická analýza)

RNDr. Malý Marek, CSc. (statistická analýza)

## 2.4 Vypracování Odborné zprávy:

prof. MUDr. Černá Milena, DrSc.

Mgr. Pinkr Grafnetterová Anna

Mgr. Krsková Andrea, Ph.D

Mgr. Sochorová Lenka

Mgr. Hanzlíková Lenka

# 3 Metodická část

## 3.1 Nábor (oslovení) kojících matek

Pro studii byla vybrána populační skupina žen prvorodiček, které porodily a kojily pouze jedno dítě. Ženy byly osloveny terénními pracovníky dislokovaných pracovišť přímo v porodnicích ve vybraných lokalitách Praha, Liberec, Ostrava a Vysočina (Žďár nad Sázavou a Jihlava). Odběry vzorků probíhaly od března do srpna 2017.

V jednotlivých lokalitách bylo osloveno 111 matek v Praze, 125 v Liberci, 85 v Ostravě a 75 v lokalitě Žďár nad Sázavou. Z celkového počtu 396 oslovených matek se podařilo získat 232 vzorků mateřského mléka (tj. 58,6 %).

## 3.2 Vstupní kritéria pro nábor kojících matek

- starší 18 let
- prvorodička
- porod a kojení jednoho dítěte (ne dvojčat či vícerčat)
- minimální doba pobytu v dané lokalitě 1 rok
- písemný souhlas s odběrem vzorku

## 3.3 Odběry biologického materiálu

Odběry vzorků biologického materiálu byly definovány Standardním operačním postupem (SOP – Protokol odběru a manipulace se vzorky), který podrobně popisoval populační skupinu, počet požadovaných vzorků, dobu odběru, odběrové nádobky a jejich přípravu před odběrem, značení vzorků, manipulaci s biologickým materiálem po odběru, teplotní požadavky na skladování vzorků, způsob předávání vzorků k analýzám a zodpovědnost jednotlivých osob. SZÚ Praha, ústředí monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva zajistilo pro všechny zúčastněné oblasti jednotné nádobky na vzorky mateřského mléka a další potřebné materiály včetně papírové dokumentace.

Zájemkyním o studii byly předány potřebné informace jak v ústní, tak v písemné formě (informační dopis a leták o sledovaných látkách). Pokud oslovené ženy souhlasily se svou účastí ve studii, byl s nimi vyplněn informovaný souhlas ve dvou vyhotoveních s tím, že jedno vyhotovení zůstalo účastnici studie a druhé bylo určeno pro SZÚ Praha.

Následně byly účastnice požádány o vyplnění dotazníku a poučeny o správném odběru vzorku mateřského mléka. Každé účastnici byl přidělen kód, který charakterizuje oblast, populační skupinu, rok a pořadí odběru. Veškeré údaje z dotazníků byly po skončení všech odběrů zaznamenány do databáze vedené na SZÚ Praha a jsou společně s výsledky analýz vedeny anonymně pod tímto kódem.

## 3.4 Principy použitých analytických metod

### *3.4.1 Stanovení bromovaných zpomalovačů hoření (BFR), polychlorovaných bifenylů (PCB) a organochlorovaných pesticidů (OCP)*

Analytická metoda pro stanovení vybraných BFR, PCB a OCP v mateřském mléce je založena na extrakci sledovaných látek do ethylacetátu, kdy je primární extrakt přečištěný pomocí gelové permeační chromatografie (GPC), či SPE silikagelových kolonek. Identifikace a kvantifikace jednotlivých analytů se provádí pomocí kapilární plynové chromatografie (GC) s využitím hmotnostního detektoru s negativní chemickou ionizací (NCI) v případě vybraných BFR a ve spojení s tandemovým hmotnostním spektrometrem (MS/MS) v módu elektronové ionizace (EI) v případě PBDE, PCB a OCP.

### *3.4.2 Stanovení perfluorovaných látek (PFAS) a vybraných bromovaných zpomalovačů hoření (BFR)*

Analytická metoda pro stanovení perfluorovaných látek (PFAS) a vybraných bromovaných zpomalovačů hoření (BFR) v mateřském mléce je založena na extrakci sledovaných látek do acetonitrilu, kdy je primární extrakt přečištěný pomocí dispersní extrakce na tuhou fázi. Identifikace a kvantifikace jednotlivých analytů se provádí pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (UHPLC) ve spojení s tandemovým hmotnostním spektrometrem (MS/MS) v módu negativní ionizace elektrosprejem (ESI-).

### *3.4.3 Stanovení mastných kyselin*

Vzorek byl připraven přímou esterikací či transesterifikací 100 µl mateřského mléka společně s interním standardem (C13:0) a to varem s esterifikační směsí obsahující methanol, toluen a acetylchlorid. Na plynový chromatograf s FID detektorem byl nastříknut 1 µl toluenu obsahující vzniklé methylestery mastných kyselin. Analýza probíhala na dvou do série spojených kolonách a to SLB-IL111 (100 m × 0,25 mm × 0,2 µm, Supelco, Bellefonte, PA, USA) a koloně SP-2560 (100 m × 0,25 mm × 0,2 µm, Supelco, Bellefonte, PA, USA). Mobilní fází byl vodík o průtoku 1,7 ml/min.

## 3.5 Meze stanovitelnosti (LOQ)

Meze stanovitelnosti (LOQ) a meze detekce (LOD) pro jednotlivé analyty jsou uvedeny v tabulce 7 v příloze této odborné zprávy.

## 3.6 Charakteristika sledovaných látek

### *3.6.1 Polychlorované bifenyly (PCB)*

- Obecné informace

Polychlorované bifenyly (PCB) jsou skupinou 209 kongenerů, lišících se fyzikálně-chemickými vlastnostmi i toxicitou. Zdravotně významné jsou PCB, které mají navázán atom chlóru v poloze 2,3,7,8. Polychlorované bifenyly se začaly vyrábět ve 20. letech, jejich průmyslové použití se však rozšířilo především v 50. letech a v důsledku širokého komerčního využití těchto substancí i jejich persistence stoupala jejich koncentrace v prostředí, zejména v potravním řetězci. Současně se však prokazovaly i jejich nežádoucí zdravotní účinky (porušení endokrinní rovnováhy, karcinogenita, neurotoxicita aj.). Proto byla produkce PCB v druhé polovině 70. let zakázána (u nás v r. 1984). Bylo regulováno i používání PCB a hladiny PCB tak v prostředí postupně klesaly.

- Zdroje expozice

Hlavní expoziční cestou těchto látek u člověka představuje z více než 90 % živočišná potrava, resp. živočišný tuk včetně ryb.

- Zdravotní význam

PCB jsou dávány do souvislosti s širokým spektrem nepříznivých zdravotních účinků, zejména poruchy hormonálního systému a karcinogenity. Také proto byly DL-PCB (dioxin like PCB) na základě experimentů na zvířatech zařazeny mezi prokázané lidské karcinogeny (kategorie 1 podle hodnocení IARC). Expozice může souviset i s výskytem diabetu 2. typu.

- Biologický monitoring

Vzhledem k persistenci a depozici v tuku se tyto látky kumulují v tělních tekutinách a tkáních, především ve tkáni tukové. Proto je pro sledování expozice, resp. zátěže populace, využíván jejich průkaz v tělních tekutinách a tkáních obsahujících tuk. Nejdéle a nejčastěji používaná matrice je mateřské mléko. Monitoring zmíněných látek v mateřském mléce je i součástí plnění Stockholmské dohody regulující vybrané persistentní organické látky v prostředí. V posledních letech je stále častěji používána i krev, popř. sérum či plazma. Obsah tuku v séru je však cca 10x nižší než v mateřském mléce, takže tato matrice je náročnější na množství i na analytické postupy. Historicky byly výsledky koncentrace v biologickém materiálu nejprve prezentovány jako suma PCB (v 70. – 80. letech), později byla prováděna kongenerová analýza se zaměřením na indikátorové kongenery, z nichž v živočišných tucích, tedy i u člověka, převažují kongenery 138, 153 a 180. Orientačně lze součet hodnot kongenerů 138, 153 a 180 vynásobený koeficientem 1,7 (popř. 1,64, popř. 2,0) považovat za hodnotu srovnatelnou s hodnotou sumy PCB. V současné době se preferuje pro zjednodušené vyjádření zátěže PCB koncentrace indikátorového kongeneru PCB 153, který má z indikátorových kongenerů zpravidla nejvyšší zastoupení.

- Reference a doplňující informace

**Bláha K.** *Aktualizovaný Národní implementační plán Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech v České republice na léta 2018-2023*, Ministerstvo životního prostředí, Praha, 2017, dostupné online z: http://www.recetox.muni.cz/nc/res/file/nip-sc-2017.pdf

**Holoubek I.** *Národní implementační plán Stockholmské úmluvy o perzistentních*

*organických polutantech, 2006*, dostupný online z: http://www.recetox.muni.cz/nc/res/file/nip-sc-2006.pdf

**Ritter L.** *WHO. Persistent Organic Pollutants: An Assessment Report on DDT-Aldrin-Dieldrin-Endrin-Chlordane; HeptachlorHexachlorobenzene-Mirex-Toxaphene; Polychlorinated Biphenyls; Dioxins and Furans*, 1995, dostupné online z: http://www.who.int/ipcs/assessment/en/pcs_95_39_2004_05_13.pdf

https: //www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=142&tid=26

https://www.irz.cz/node/87

### *3.6.2 Organochlorované pesticidy (OCP)*

- Obecné informace

Jedná se o širokou skupinu perzistentních lipofilních látek, které byly používány jako pesticidy, insekticidy ve 40. - 60. letech 20. století. Tato skupina zahrnuje deriváty DDT (o,p´ a p,p´-DDT, -DDD, -DDE), α-, β-, γ- a δ-HCH (hexachlorcyklohexan), HCB (hexachlorbenzen), a další. Insekticidní účinky DDT byly objeveny v průběhu 2. Světové války, kdy byl preparát používaný v armádě proti vším a blechám a později bylo hojně rozšířené i jeho používání v zemědělství. V současné době je výroba i používání DDT omezeno Stockholmskou úmluvou o perzistentních organických polutantech. Jeho použití je tolerováno pouze v oblastech s výskytem malárie. DDT a jeho metabolity jsou velmi stálé, málo těkavé sloučeniny lipofilní povahy s nízkou rozpustností ve vodě a vysokou schopností se akumulovat v tukových tkáních. Všechny metabolity i izomery DDT jsou zdravotně i ekologicky závadné.

HCB byl široce využívaným fungicidem v zemědělství, především pro ochranu semen před plísněmi. Vzniká také jako vedlejší produkt při výrobě některých chlorovaných organických rozpouštědel, jako je tetrachloethylen, či trichlorethylen a využíval se i v metalurgickém průmyslu, například při zpracování hliníku. Používání HCB bylo v ČR ukončeno v 70. letech 20. století kvůli obavám z nežádoucích efektů na životní prostředí i lidské zdraví. HCH je směsí izomerů α-, β-, γ- a δ-. Nejvýraznější insekticidní účinky má γ-HCH, známý jako lindan, který je také nejvíce toxický. Od roku 2009 je výroba a použití lindanu v zemědělství zakázána.

- Zdroje expozice

K expozici běžné populace dochází téměř výhradně potravou.

- Zdravotní význam

Organochlorované pesticidy mají vliv především na nervový a reprodukční systém člověka. Předpokládá se také jejich karcinogenní účinek, např. DDT je zařazen podle agentury IARC na základě experimentů na zvířatech mezi pravděpodobné lidské karcinogeny v kategorii 2A. HCB je zařazen v kategorii 2B, jakožto možný karcinogen pro člověka a lindan je dle IARC v kategorii 1 jako prokázaný lidský karcinogen. Používání těchto látek bylo u nás zakázáno již v 70. letech minulého století, ale i po několika dekádách je stále možno prokázat jejich přítomnost v lidském organismu.

- Biologický monitoring

Pro sledování zátěže populace se využívá analýza chlorovaných pesticidů v tělních tekutinách a tkáních obsahujících tuk.

V rámci studií biologického monitoringu jsou dlouhodobě sledovány deriváty DDT, HCH (α-, β-, γ-) a HCB a to zejména v mateřském mléce. Vhodnou matricí je také krevní sérum, které bylo poprvé začleněno do biologického monitoringu v roce 2005. Koncentrace jsou vyjadřovány ve vztahu na lipidickou složku.

- Reference a doplňující informace

**Botella** at al. *Exposure of women to organochlorine pesticides in Southern Spain*. Environmental Research. 2004, **96**(1), 34-40. DOI: 10.1016/j.envres.2003.10.001. ISSN 00139351. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001393510300191

**Li**, Y.F. and R.W. **Macdonald**. Sources and pathways of selected organochlorine pesticides to the Arctic and the effect of pathway divergence on HCH trends in biota: a review. Science of The Total Environment. 2005, **342**(1-3), 87-106. DOI:10.1016/j.scitotenv.2004.12.027. ISSN 00489697. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969704008393

https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/ddt-brief-history-and-status

https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/DDT.pdf

https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=81&tid=20

**Hodnocení karcinogenity podle IARC**

http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php

### *3.6.3 Perfluorované látky a jejich deriváty (PFAS)*

- Obecné informace

Perfluorované látky patří mezi perzistentní organické polutanty životního prostředí s bioakumulačním potenciálem. Ve své molekule obsahují pouze atomy uhlíku a fluoru. Mezi nejvýznamnější zástupce patří perfluorooktanová kyselina (PFOA) a perfluorooktansulfonát (PFOS). V přírodě se přirozeně nevyskytují, zdroje jsou pouze antropogenního původu. Hlavní vlastností této skupiny látek je jejich stabilita a nereaktivita. Používaly se jako chladiva a v protipožárních hasících pěnách. Dále se využívají v elektrotechnickém průmyslu při výrobě polovodičových součástek či ve fotografickém průmyslu. PFOA byla dále využívaná především k výrobě a povrchové úpravě textilií, k povrchové úpravě kovů, ve fotografickém průmyslu, k výrobě nátěrových hmot, čisticích prostředků a rovněž jako pomocné činidlo při výrobě polytetrafluorethylenu, známého pod názvy Teflon, GoreTex nebo ochranné spreje značky Scotchgard (do roku 2003). Komerční a průmyslové využití vedlo k značné environmentální akumulaci. Tyto sloučeniny jsou detekovány ve vzduchu, vodě, vzorcích bioty i u volně žijících živočichů a v současné době se jedná o globální kontaminant. V roce 2009 bylo rozhodnuto o zařazení PFOS a jeho derivátů na listinu úmluvy o perzistentních organických látkách. V současné době je také zvažováno zařazení PFOA a perfluorhexansulfonátu (PFHxS) na tuto listinu.

- Zdroje expozice

K expozici člověka dochází především vdechováním domácího prachu, konzumací pitné vody a potravy. Do potravin mohou tyto látky přejít také z obalů během skladování.

- Zdravotní význam

Na rozdíl od ostatních halogenovaných kontaminantů (PCB a BDE) se PFAS neakumulují v tukové tkáni. Jsou vázány na proteinovou složku tkání např. na krevní proteiny a akumulují se zejména v játrech, ledvinách a pohlavních žlázách. Z toxikologického hlediska je PFOA považována za pravděpodobný lidský karcinogen a vzhledem k možnému průchodu PFAS přes placentu se zvažuje i jejich negativní vliv na vývoj plodu.

- Biologický monitoring

Pro sledování zátěže populace se nejčastěji využívá analýza PFAS v mateřském mléku, avšak lze použít i krev.

- Reference a doplňující informace

**Fromme et al.** *Perfluorinated compounds – Exposure assessment for the general population in western countries*. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2009, **212**(3), 239-270. DOI: 10.1016/j.ijheh.2008.04.007. ISSN 14384639. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1438463908000308

**Lankova et al**. The determination of perfluoroalkyl substances, brominated flame retardants and their metabolites in human breast milk and infant formula. Talanta. 2013, **117**, 318-325. DOI: 10.1016/j.talanta.2013.08.040. ISSN 00399140. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S003991401300698X

**Casas et al**. *Exposure to brominated flame retardants, perfluorinated compounds, phthalates and phenols in European birth cohorts: ENRIECO evaluation, first human biomonitoring results, and recommendations*. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2013, **216**(3), 230-242. DOI: 10.1016/j.ijheh.2012.05.009. ISSN 14384639. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1438463912000831

http://www.irz.cz/node/84

http://www.phytosanitary.org/old/projekty/2004/vvf-10-04.pdf

http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/653.pdf

### *3.6.4 Bromované zpomalovače hoření a jejich deriváty (BFR)*

- Obecné informace

Zpomalovače hoření (retardéry hoření, samozhášecí přísady) jsou různorodou skupinou organických sloučenin bromu, které se používají jako přísada do hořlavých materiálů (plasty, textilie, apod.) s cílem omezit či zpomalit jejich hoření a zlepšit jejich požární bezpečnost. Dále se užívají v elektronice a elektronických zařízeních, v podlahových krytinách, v bytových doplňcích, ad. Mezi nejznámější BFR patří polybromované difenylethery (PBDE), které mají 209 kongenerů založených na halogenaci fenylových kruhů. Z dalších látek do této skupiny patří hexabromcyklododekan (HBCD), polybromované bifenyly (PBB) a bromované bisfenoly např. tetrabrombisfenol A (TBBPA). V roce 2009 byly komerční směsi penta-BDE a okta-BDE zařazeny na seznam Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech, v květnu 2013 byl přidán také HBCD za účelem regulace expozice. Jako alternativa zpomalovačů hoření regulovaných legislativou jsou do použití zaváděny tzv. nové zpomalovače hoření. Významnými zástupci této skupiny jsou dekabromdiphenylethan (DBDPE) a bis(tribromfenoxy)ethan (BTBPE). U části těchto látek jsou dnes prokázány rovněž bioakumulativní, toxické a potenciálně karcinogenní účinky.

- Zdroje expozice

Nejpravděpodobnější cesta expozice je inhalace s prachem v prostředí interiérů, přičemž většina pochází ze stavebních materiálů, textilií či elektroniky; do úvahy přichází také přívod konzumací kontaminovaných potravin.

- Zdravotní význam

Nebezpečnost látek skupiny BFR je dána především jejich stabilitou a schopností bioakumulace. BFR se ukládají v těle, zejména ve tkáních a orgánech s vysokým obsahem tuků. Jejich koncentrace stoupá směrem k vrcholu potravního řetězce. PBDE patří do skupiny endokrinních disruptorů/modulátorů, negativně ovlivňujících hormonální rovnováhu organismu. Podle studií na zvířatech jsou i potenciálními neurotoxiny a karcinogeny. HBCD se absorbuje v gastrointestinálním traktu a akumuluje se stejně jako PBDE v tukových tkáních a orgánech s vysokým obsahem tuků. Komerční směs HBCD je spojována s neurobehaviorálními změnami a s neurotoxickými efekty, jako je snížená schopnost soustředění u dětí. PBB mohou podporovat karcinogenní efekty jiných látek a mají vliv na regulaci steroidních hormonů. TBBPA může ovlivňovat hormony štítné žlázy a také neurologické a reprodukční funkce.

- Biologický monitoring

Obsah BFR v těle je možno sledovat analýzou krve nebo mateřského mléka.

- Reference a doplňující informace

**Birnbaum L. S.**, a Daniele F. Staskal. Brominated Flame Retardants: Cause for Concern?. Environmental Health Perspectives. 2003, 112(1), 9-17. DOI: 10.1289/ehp.6559. ISSN 0091-6765. Dostupné online z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241790/

**Covaci A. et al**. Novel brominated flame retardants: A review of their analysis, environmental fate and behaviour. Environment International. 2011, 37(2), 532-556. DOI: 10.1016/j.envint.2010.11.007. ISSN 01604120. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0160412010002370

**Covaci A. et al.** *Hexabromocyclododecanes (HBCDs) in the Environment and Humans: A Review*. [Environmental Science & Technology. 2006, **40**(12), 3679-3688. DOI: 10.1021/es0602492. ISSN 0013-936X. Dostupné online z: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es0602492

**DOMINGO J. L. et al**. *Human exposure to PBDEs through the diet in Catalonia, Spain: Temporal trend*. Toxicology. 2008, 248(1), 25-32. DOI: 10.1016/j.tox.2008.03.006. ISSN 0300483X. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300483X08001315

**Mikula, P. a** Z. Svobodová. *Brominated Flame Retardants in the Environment: their Sources and Effects (A Review)*. Acta Veterinaria Brno. 2006, **75**(4), 587-599. DOI: 10.2754/avb200675040587. ISSN 0001-7213. Dostupné z: http://actavet.vfu.cz/75/4/0587/

**Rahman F. et** al. *Polybrominated diphenyl ether (PBDE) flame retardants*. Science of The Total nvironment. 2001, **275**(1-3), 1-17. DOI: 10.1016/S0048-9697(01)00852-X. ISSN 00489697. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S004896970100852X

**Scientific Opinion on Emerging and Novel Brominated Flame Retardants (BFRs)** in Food. *EFSA Journal*. 2012, **10**(10), 2908. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2908. ISSN 18314732. Dostupné online z: http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2012.2908

**Scientific Opinion on Tetrabromobisphenol A (TBBPA)** and its derivatives in food. EFSA Journal. 2011, 9(12), 2477. DOI: 10.2903/j.efsa.2011.2477. ISSN 18314732. Dostupné z: http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2011.2477

https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=1117&tid=237

https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=94

https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=183

https://www.irz.cz/node/18

### *3.6.5 Trans-mastné kyseliny (TFA)*

- Obecné informace

*Trans* izomery mastných kyselin (TFA) jsou nenasycené mastné kyseliny, které mají jednu nebo více dvojných vazeb v *trans* konfiguraci.

- Zdroje expozice

Hlavním zdrojem TFA ve výživě je částečně ztužený tuk (neúplná hydrogenace) a potraviny, které jej obsahují (margaríny, pokrmové tuky, jemné a trvanlivé pečivo, pokrmy rychlého občerstvení apod.). Přirozeně se *trans*-mastné kyseliny vyskytují v mléce přežvýkavců.

- Zdravotní význam

TFA mohou zvyšovat riziko kardiovaskulárních onemocnění a diabetu. Mají nepříznivý efekt na spektrum krevních lipoproteinů (zvyšují hladinu LDL – cholesterolu a snižují hladinu HDL – cholesterolu). Dále vysoký příjem TFA ovlivňuje imunitní systém a funkci endotelu. Nadměrný příjem TFA v těhotenství může nepříznivě ovlivňovat metabolismus esenciálních mastných kyselin a vývoj plodu.

- Biologický monitoring

*Trans*-mastné kyseliny se v roce 2017 v rámci biologického monitoringu analyzovaly poprvé a to formou pilotní studie pouze u pražských matek. Mateřské mléko je vhodnou matricí pro sledování množství TFA v těle matky a představuje základ pro sledování přívodu TFA do organismu kojence.

- Reference a doplňující informace

Innis, Sheila M. Trans fatty intakes during pregnancy, infancy and early childhood. *Atherosclerosis Supplements* . 2006, **7**(2), 17-20. DOI: 10.1016/j.atherosclerosissup.2006.04.005. ISSN 15675688. Dostupné online z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1567568806000298

**Ruprich J.,** *Studie obsahu a zastoupení trans-mastných kyselin v mateřském mléce v ČR*., Brno, únor 2018

**Dlouhý P. et al**. *Trans Fatty Acids in Subcutaneous Fat of Pregnant Women and in Human Milk in the Czech Republic***.** New York Academy of Sciences, 2002. s. 544-547.

**Vyhláška č. 282/2016 Sb**., částka 109. Dostupné z: http://www.msmt.cz/dokumenty-3/vyhlasky-ke-skolskemu-zakonu

http://www.tuscany-diet.net/2014/06/27/trans-fatty-acids/#Definition-and-chemical-structure-of-trans-fatty-acids

https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/13487/

## 3.7 Charakteristika sledované populační skupiny (kojící matky prvorodičky)

Údaje byly čerpány z dotazníků vyplňovaných při odběrech biologického materiálu (mateřského mléka) od jednotlivých účastnic. Data jsou zpracována formou popisné statistiky (viz tabulky 1 - 6)

51 žen z lokality Praha bylo navíc požádáno o vyplnění dotazníku, vztahujícímu se k obsahu trans-mastných kyselin v mateřském mléce (tab. 6). Do tabulky z důvodu statistického zpracování a nízkého počtu žen jsou kategorie frekvence konzumací sloučeny.

### *3.7.1 Věk*

Biologického monitoringu se v roce 2017 zúčastnilo 232 žen ve věku 18-44 let (průměrný věk činil 29 let). Ve srovnání s předchozí studií v roce 2014 se průměrný věk matek nezměnil.

### *3.7.2 Výška, hmotnost, BMI*

Průměrná výška matek byla 167 cm, což odpovídá průměrné výšce žen v České republice, od předchozího sledování v roce 2014 se průměrná výška nelišila. Tabulka 1. dále ukazuje průměrnou hmotnost žen před těhotenstvím, která byla 65 kg (47 – 142 kg) a průměrnou hmotnost žen v době odběru mateřského mléka, která byla 70 kg (53 - 138 kg). V roce 2014 byla průměrná současná hmotnost i hmotnost před těhotenstvím o 1 kg nižší a to 69 kg (41 – 120 kg) a 64 kg (39 – 98 kg).

Průměrná hodnota BMI ve sledovaném souboru žen byla 25. Žádná ze sledovaných žen nepatřila do kategorie podváha (BMI < 18,5), 68 žen patřilo do kategorie preobezita (BMI 25,0–29,9), 18 žen do kategorie obezita 1. stupně (BMI 30,0–34,9) a 6 žen do kategorie obezita 2. stupně (BMI 35,0–39,9) a dvě ženy do kategorie obezita 3. stupně (BMI 40 a více) (tab. 2). V roce 2014 byla průměrná hodnota BMI 25 s rozmezím 18 – 41.

### *3.7.3 Vzdělání*

V roce 2017 bylo ve sledovaném souboru 133 žen s vysokoškolským vzděláním (57,3 %), 71 žen se středoškolským vzděláním ukončeným maturitou (30,6 %), 20 žen se středoškolským vzděláním bez maturity (8,6 %) a 8 žen se základním vzděláním (3,4 %). V roce 2014 bylo zastoupení v jednotlivých skupinách velmi podobné, 103 žen s vysokoškolským vzděláním (56,6 %), 63 žen s ukončeným středoškolským vzděláním s maturitou (34,7 %), 15 žen s ukončeným středoškolským vzděláním bez maturity (8,2 %) a pouze 1 žena se základním vzděláním (0,5 %).

### *3.7.4 Délka bydliště v lokalitě*

Průměrná délka bydliště v lokalitě byla v roce 2017 16 let (1 - 40 let) a byla o dva roky nižší ve srovnání se ženami z roku 2014 (18 let, 1 – 39).

### *3.7.5 Kouření*

Celkem 12 žen (5 %) ze sledovaného souboru bylo aktivními kuřačkami (tab. 1), údaje o pasivním kouření a bývalém kouření nejsou v roce 2017 k dispozici. V roce 2014 bylo ve sledovaném

souboru 6 aktivních kuřaček (3 %). Údaje o kouření jsou v této populační skupině (kojící matky) pouze orientační vzhledem k citlivosti tématu kouření v těhotenství.

### *3.7.6 Stravovací návyky a frekvence konzumace vybraných potravin*

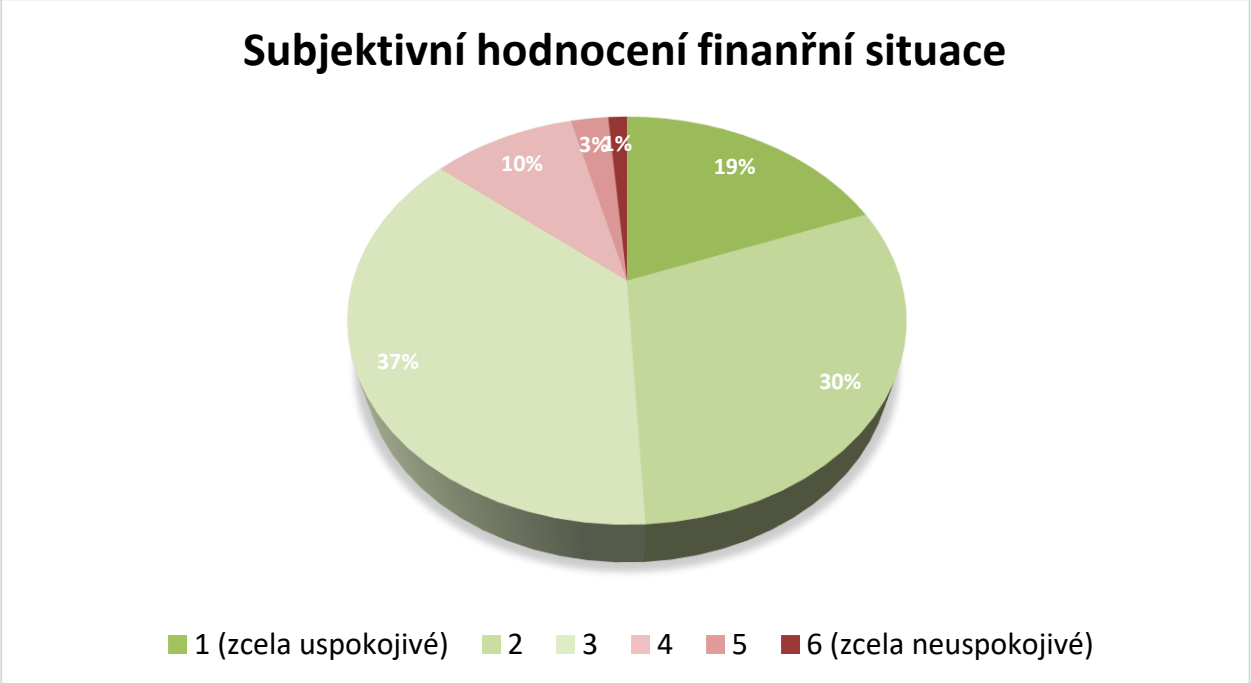
V rámci dotazníku bylo také sledováno, zda kojící ženy preferují smíšenou stravu nebo dávají přednost jinému typu stravování (vegetariánství, veganství, aj.).

221 (95,1 %) žen se stravovalo smíšenou stravou a 3 (1,3 %) ženy byly vegetariánky. 8 (3,5 %) žen uvedlo jiné stravovací návyky (bezlepková dieta, částečně bezmasá strava s konzumací ryb, smíšená strava se sklony k vegetariánství).

Frekvenční dotazník sledoval konzumaci 12ti vybraných skupin potravin v průběhu posledních 3 měsíců. Frekvence konzumací byly z důvodu nízkých počtů žen v některých kategoriích a statistického zpracování sloučeny. I z tohoto důvodu je interpretace výsledků frekvenčního dotazníku obtížná. Tabulka 5 ukazuje počty žen ve sledovaných kategoriích.

### *3.7.7 Subjektivní hodnocení finanční situace*

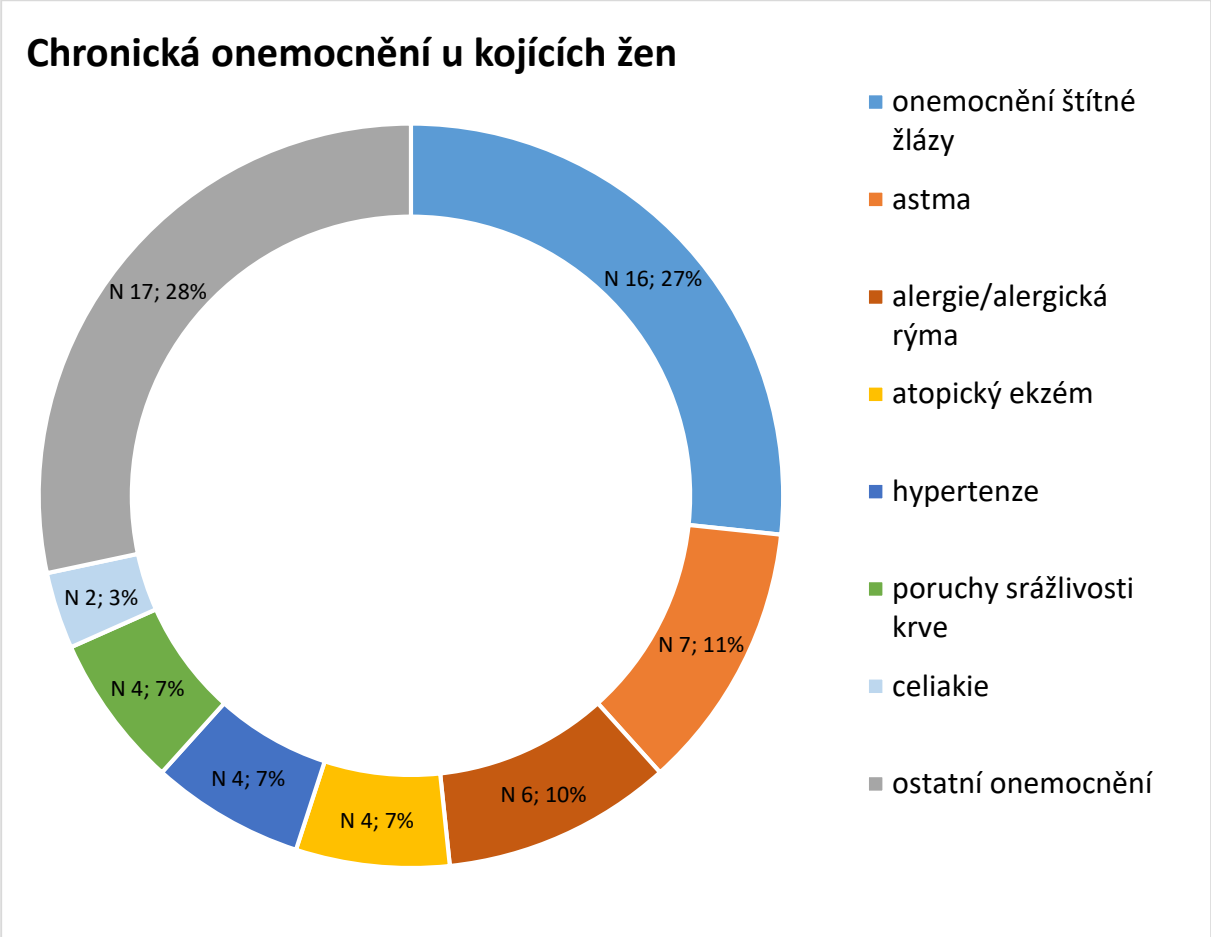
Hodnocení finanční situace mohly matky vyjádřit zaškrtnutím na číselné škále od 1 – 6 (1 – zcela uspokojivá, 6 – zcela neuspokojivá). Zastoupení jednotlivých odpovědí ukazuje graf 1. Z výsledků vyplývá, že 19 % žen bylo se svou finanční situací zcela spokojeno a 1 % žen zcela nespokojeno.




**Graf 1**: Zhodnocení finanční situace rodiny

### *3.7.8 Chronická onemocnění*

Chronickými onemocněními trpělo v roce 2017 20% účastnic. Nejvíce bylo onemocnění štítné žlázy (16 případů), dále astma (7 případů), alergie (6 případů), ostatní onemocnění se vyskytovala v menším počtu případů. Souhrnný graf 2 ukazuje jednotlivá zastoupení v procentech z žen s chronickým onemocněním.




**Graf 2:** Rozdělení chronických onemocnění ve sledované populační skupině

### *3.7.9 Údaje o novorozenci*

Průměrná porodní hmotnost dítěte byla 3293 g (rozmezí 2060g – 4140g), průměrný věk dítěte v době odběru mateřského mléka byl 28 dní. Ve sledovaném souboru bylo 120 chlapců a 112 dívek (tab. 1).

# 4 Výsledky analýz

Výsledky analýz biologického monitoringu jsou prezentovány ve formě tabulek jak pro jednotlivé sledované oblasti, tak souhrnně pro celou populační skupinu. Vybrané analyty, sledované v roce 2017, jsou prezentovány také v časových řadách od roku 2005 (grafy 3-8).

V případě zjištění koncentrace sledované látky v matrici pod mezí stanovitelnosti byla pro další hodnocení použita hodnota rovna ½ meze stanovitelnosti dané metody. Analyty, u kterých byl počet vzorků s hodnotami pod mezí stanovitelnosti dané analytické metody vyšší než 50 %, jsou uvedeny v tabulce 8 a nejsou statisticky hodnoceny.

Předložená Odborná zpráva obsahuje stručné zhodnocení výsledků biologického monitoringu sledovaných látek za rok 2017. Výsledky analýz jsou statisticky zhodnoceny ve vztahu k údajům z dotazníkového šetření.

K hodnocení a interpretaci výsledků je nutno přistupovat s vědomím nejistot ovlivňujících správnost a přesnost analytických výsledků, značných interindividuálních rozdílů typických pro výsledky biologického monitoringu a pravděpodobnostního charakteru zjištěných dat.

## 4.1 Polychlorované bifenyly (PCB)

Polychlorované bifenyly jsou v mateřském mléce kontinuálně sledovány od roku 1994. V roce 2017 byly sledovány PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 170 a 180.

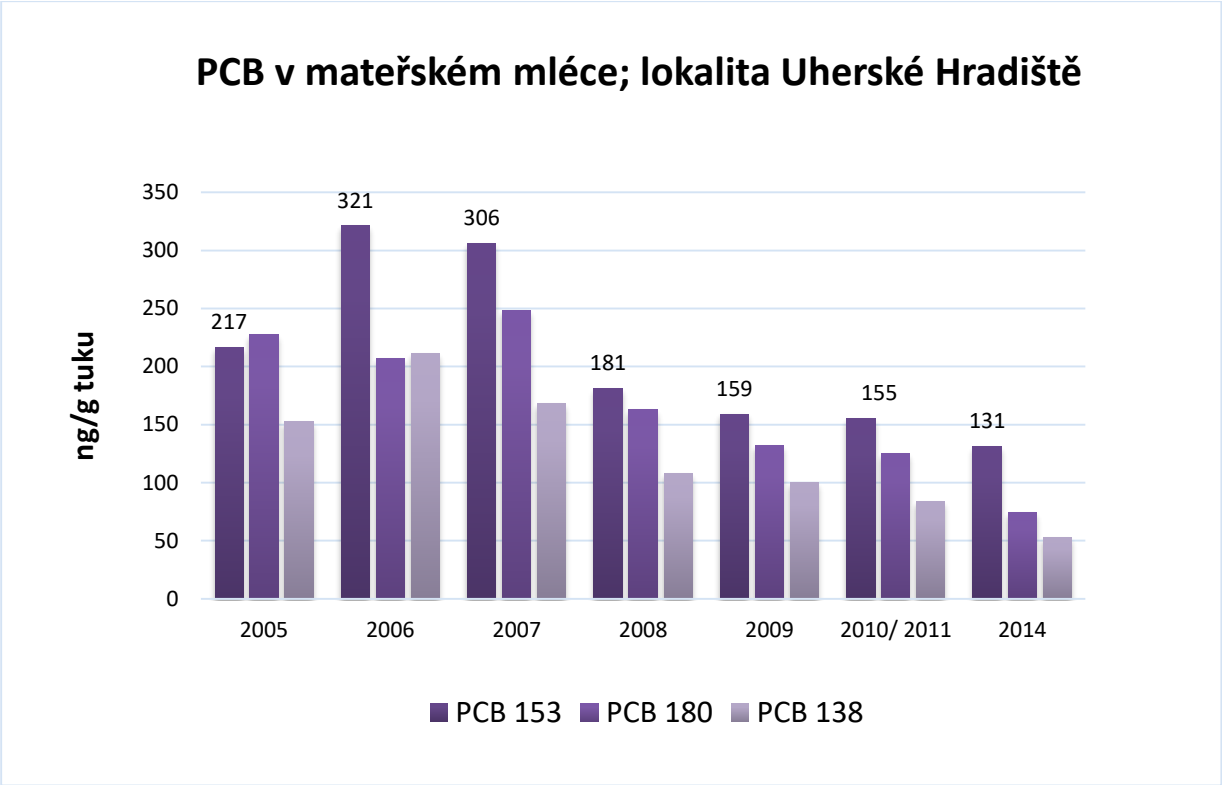
Výsledky monitoringu obsahu PCB v mateřském mléku potvrzují převahu vícechlorovaných kongenerů. Dva ze sledovaných PCB (PCB 52 a 101) byly z více než 50 % hodnot pod mezí stanovitelnosti použité analytické metody (tab. 8). Výsledky jsou uvedeny v tabulce 9.

V roce 2017 byl obsah indikátorového kongeneru PCB 153 (Me 29,8 ng/g tuku). Tato hodnota je ve srovnání s rokem 2014 (80 ng/g tuku nižší). Po lehkém zvýšení hodnot PCB 153 v počátečních letech monitorování je patrný kontinuální pokles v čase s výjimkou let 2010/2011.

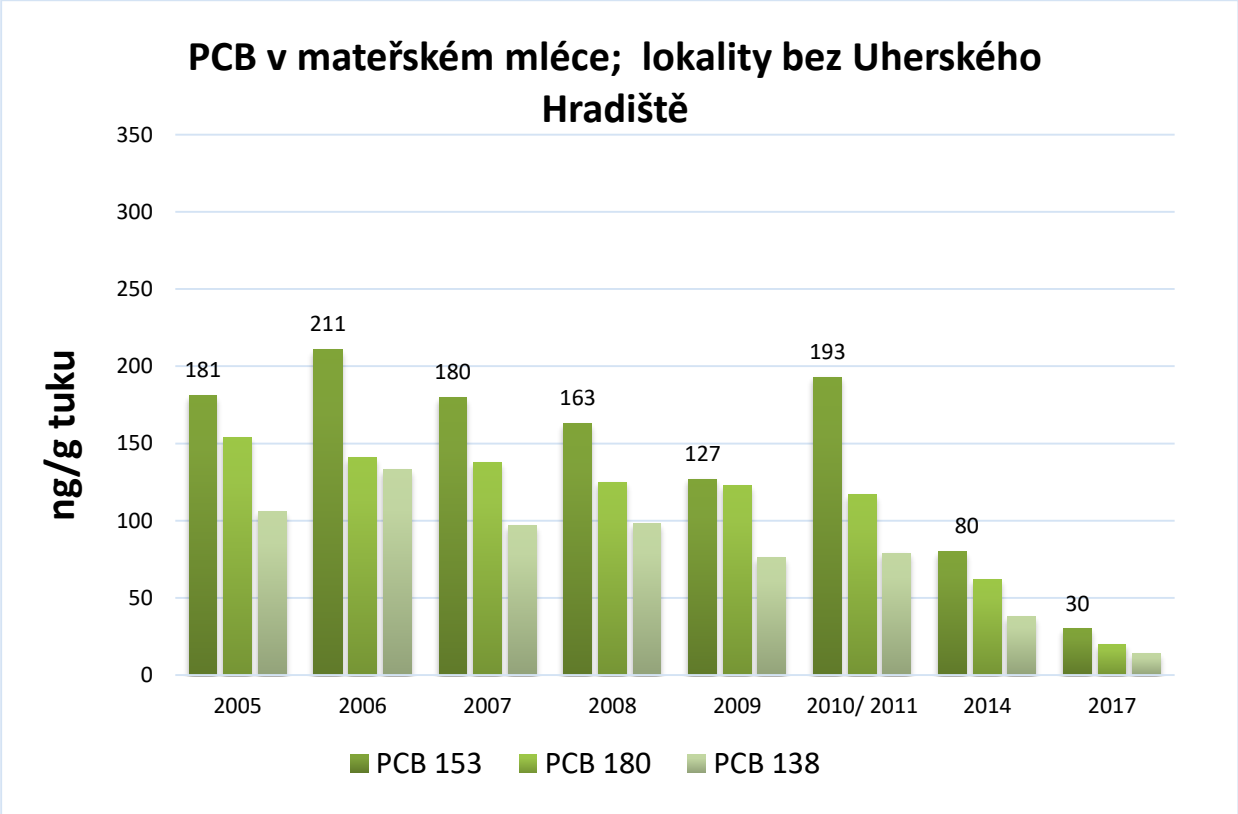
Při statistickém vyhodnocení byly zjištěny signifikantní rozdíly mezi lokalitami pro PCB 118 a věkem pro PCB 28, 118, 138, 153, 170 a 180, což odpovídá výsledků za rok 2014. Dále byl statisticky významný rozdíl nalezen u parametrů, jako je hmotnost současná a hmotnost před těhotenstvím a také BMI (u PCB 153, 170 a 180), kde se lišily zejména kategorie „hmotnost 90 kg +“ a BMI v kategorii „obezita“ od ostatních sledovaných.

Pro srovnání časové řady uvádíme i koncentrace PCB 138, 153 a 180 u lokality Uherské Hradiště samostatně, i když nebyla v roce 2017 tato lokalita sledována (graf 3). Z grafu vyplývají vyšší koncentrace těchto PCB ve srovnání s ostatními sledovanými lokalitami (graf 4), avšak vykazují kontinuální pokles v čase. Důvodem nezařazení lokality Uherské Hradiště v roce 2017 do biomonitoringu byly personální důvody, absence kontaktní osoby v této lokalitě. V předchozích letech byla tato lokalita zařazena jako hot-spot.

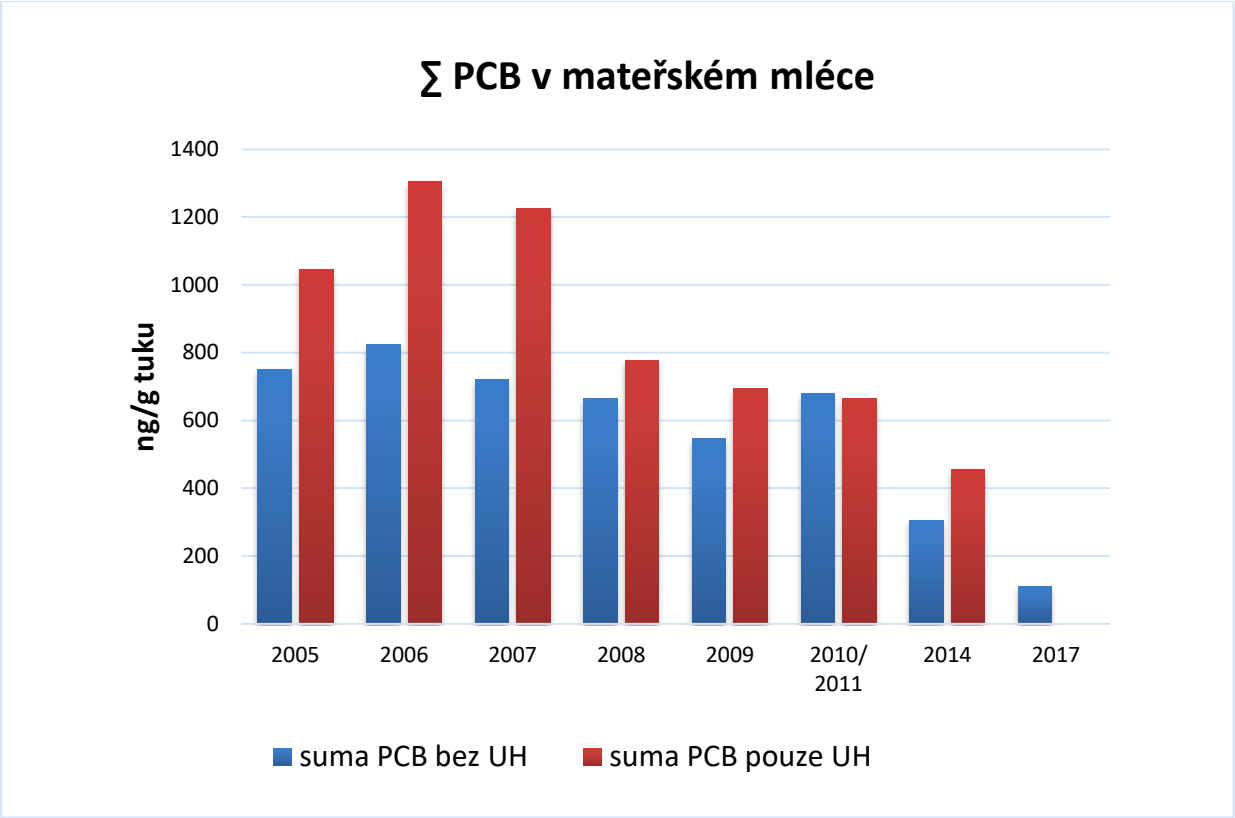
Stejný vývoj v čase ukazuje i graf 5 pro sumu PCB.




**Graf 3:** Mediánové koncentrace PCP 153, 180 a 138 v lokalitě Uherské Hradiště, časový trend od roku 2005.




**Graf 4**: Mediánové koncentrace PCB 153, 180 a 138 ve sledovaných lokalitách bez Uherského Hradiště. Časový trend od roku 2005



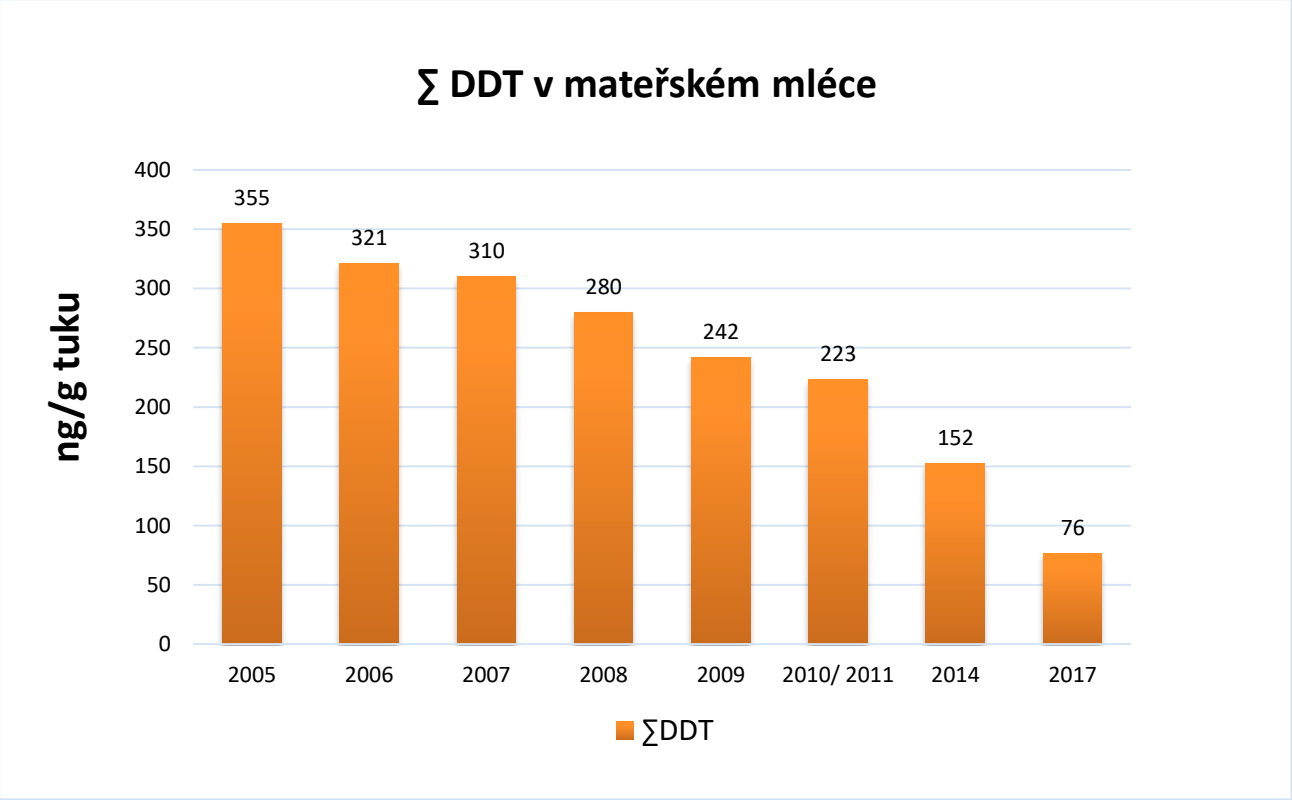

**Graf 5**: Mediánové koncentrace sumy PCB. Časový trend od roku 2005 ve srovnání pro lokality bez Uherského Hradiště a pro Uherské Hradiště.

## 4.2 Organochlorované pesticidy (OCP)

Organochlorované pesticidy jsou v mateřském mléce (stejně jako polychlorované bifenyly) kontinuálně monitorovány od roku 1994.

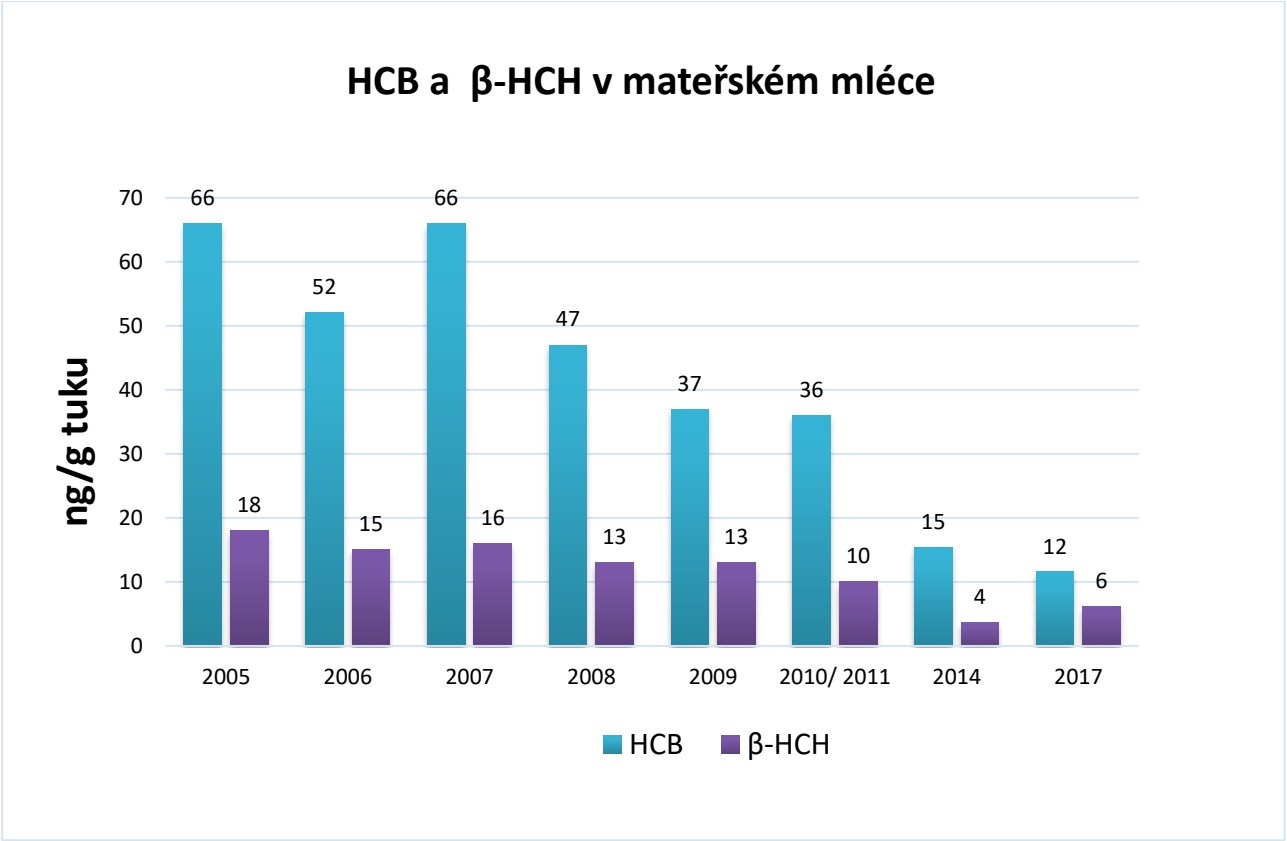
Data, získaná analýzou vzorků odebraných v roce 2017, jsou prezentována formou popisné statistiky v tab. 9.

Obsah DDT, vyjádřený jako suma izomerů DDT (s převahou p,p´-DDE), potvrzuje i v roce 2017 sestupný trend (graf. 6), navazující na postupně klesající zátěž dokumentovanou již od konce 80. let 20. století a opakovaně potvrzovanou v předchozích letech biomonitoringu. V roce 2017 činila koncentrace sumy derivátů DDT (medián) v mateřském mléce 76,5 ng/g tuku.




**Graf 6:** Suma DDT v mateřském mléce, mediánové koncentrace, časový trend od roku 2005**.**

Také zjištěný obsah HCB v mateřském mléce (medián koncentrace 11,5 ng/g tuku) odpovídá pozvolnému poklesu pozorovanému v průběhu let monitorování (jedná se o historicky nejnižší koncentrace HCB). Oproti tomu lze však pozorovat mírně zvýšené hodnoty v případě beta-HCH v porovnání s rokem 2014 (6,17 vs. 3,63 ng/g tuku). Vývoj koncentrace obou analytů v čase od roku 2005 ukazuje graf 7.




**Graf 7:** Mediánové koncentrace HCB a β-HCH. Časový trend od roku 2005.

Ostatní sledované pesticidy (α-HCH, γ-HCH, o,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDD a o,p'-DDT) byly z více než 50 % hodnot pod mezí stanovitelnosti použité analytické metody. Jsou uvedeny v tab. 8 a nejsou statisticky hodnoceny.

Při statistickém vyhodnocení byla zjištěna závislost všech sledovaných OCP na lokalitě bydliště a věku ženy. V případě β-HCH a p,p'-DDT se Praha významně odlišovala od ostatních lokalit; v případě HCB a p,p'-DDE se odlišoval navíc i Žďár n. Sázavou od Liberce a Ostravy.

HCB, β-HCH a p,p'-DDE se statisticky významně lišily mezi věkovými kategoriemi 18–24 let, 25–29 let, 30–34 let a 35+. Výsledky ukazují na možné zvyšování koncentrace látek v organizmu s věkem.

## 4.3 Perfluorované látky a jejich deriváty (PFAS)

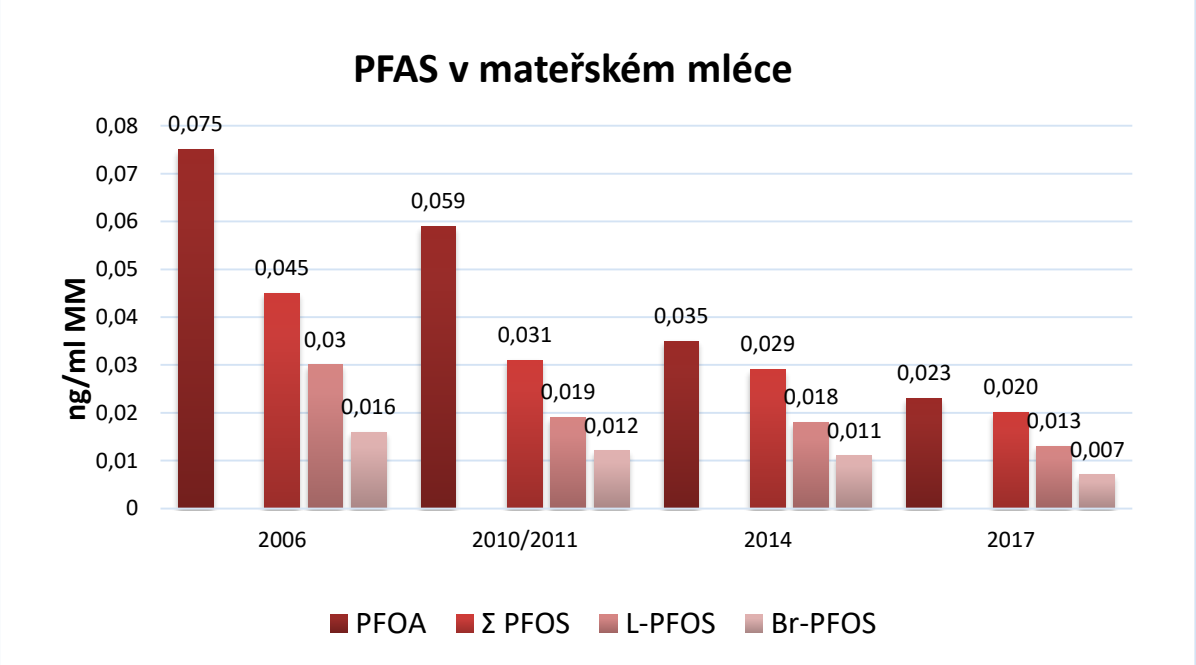
Perfluorované látky a jejich deriváty (PFAS) byly v rámci biologického monitoringu v mateřském mléce analyzovány poprvé v roce 2013 v archivovaných vzorcích mateřského mléka z let 2006, 2010 a 2011. Od roku 2014 jsou PFAS zařazeny do pravidelného sledování.

Sledovány byly perfluoroalkylkarboxylové kyseliny s délkou řetězce C4-C14, perfluoroalkylsulfonáty (C4, C6 a C10) a perfluoralkylsulfonamidy (C8). Z 19 analyzovaných perfluorovaných látek bylo 16 z více než 50 % hodnot pod mezí stanovitelnosti použité analytické metody (tab. 8).

Hodnoty perfluoroktanové kyseliny (PFOA), perfluornonanové kyseliny (PFNA), větveného izomeru perfluoroktansulfonanu (Br-PFOS), lineárního izomeru perfluoroktansulfonanu (L-PFOS) a sumy perfluoroktansulfonanu (Σ PFOS) jsou uvedeny ve formě popisné statistiky v tab. 10. Obsah ostatních sledovaných zástupců PFAS se pohyboval převážně pod limitem kvantifikace a pozitivní nálezy byly ojedinělé.

Graf 8 ukazuje koncentrace PFAS v mateřském mléce v roce 2017 ve srovnání s roky 2006, 2010/2011 a 2014. Medián PFOA 0,023 ng/ml mléka byl ve srovnání s rokem 2014 (0,035 ng/ml mléka) i předchozími sledovanými roky nižší. Stejně tak u Σ PFOS je patrný pokles v čase (0,020 ng/ml mléka v roce 2017 vs. 0,031 ng/ml mléka v roce 2014.

V roce 2017 byly naměřeny hodnoty PFNA u 229 vzorků (98,7 %) vzorků, jedná se o nový záchyt této látky, v roce 2014 její hodnoty zachyceny nebyly.




**Graf 8**: Mediánové koncentrace PFAS v mateřském mléce, časový trend od roku 2006.

Při statistickém vyhodnocení byl nalezen významný rozdíl mezi PFOA, Br-PFOS, L-PFOS a Σ PFOS a hmotností před těhotenstvím, BMI a současnou hmotností (pouze u PFOA). Významně se

odlišovala také lokalita (u PFNA, Br-PFOS, L-PFOS a Σ PFOS), zejména Praha a Liberec od ostatních sledovaných.

## 4.4 Bromované zpomalovače hoření a jejich deriváty (BFR)

Bromované zpomalovače hoření a jejich deriváty (BFR) byly sledovány v rámci biomonitoringu poprvé v roce 2013 a to v archivovaných vzorcích mateřského mléka z roku 2006, 2010 a 2011. Do biologického monitoringu byly pak zařazeny v roce 2014 i 2017.

V roce 2017 bylo ve vzorcích mateřského mléka sledováno 33 BFR. Pozornost byla zaměřena na PBDE, HBCDD, TBBPA a NBFR.

Obdobně jako v minulých letech byla převaha kongenerů u více než 50 % vzorků mateřského mléka pod mezí stanovitelnosti (LOQ 0,1–1,0 ng/g tuku); záchyt těchto kongenerů se v jednotlivých případech pohyboval od 0 % do 42 % (tab 8). Výjimku tvořil kongener BDE 206, který byl v roce 2017 kvantifikován v mateřském mléce poprvé (60,8 % vzorků nad LOQ) a bude nadále v rámci biologického monitoringu sledován. Jeho hodnoty jsou uvedeny formou popisné statistiky v tabulce 10.

Podobně jako ve vzorcích z předchozích let nepřevyšovaly hodnoty hydroxylovaných metabolitů BDE meze stanovitelnosti použité metody (0,006 ng/ml mléka). Izomery hexabromcyklododekanu (α-,β- a γ- HBCDD), které se relativně snadno uvolňují z komerčně vyráběných produktů do prostředí, byly ve vzorcích mateřského mléka detekovány ojediněle (0,4 % – 25 %).

Obsah tetrabrombisfenolu A (TBBPA) nad mezí stanovitelnosti (0,031 ng/ml) byl zjištěn pouze u 2 z 232 vzorků. Jako alternativa zpomalovačů hoření regulovaných legislativou jsou do použití zaváděny tzv. nové zpomalovače hoření. Významnými zástupci této skupiny jsou dekabromdifenylethan (DBDPE) nebo 1,2-bis(2,4,6-tribrom-fenoxy)ethan (BTBPE). U části těchto látek jsou dnes prokázány rovněž bioakumulativní, toxické a potenciálně karcinogenní účinky. U devíti analyzovaných nových zpomalovačů hoření byla z celkového počtu 232 vzorků mateřského mléka nalezena koncentrace přesahující mez stanovitelnosti v 52 případech, nejčastěji u dekabromdifenylethanu.

Hodnoty kongenerů BFR z více než 50 % pod limitem kvantifikace analytické metody jsou uvedeny v tab. 8 a nejsou statisticky dále zpracovávány.

## 4.5 *Trans*-mastné kyseliny (TFA)

*Trans*-mastné kyseliny byly v roce 2017 v rámci biologického monitoringu sledovány poprvé a to pouze u 50 vzorků z pražské lokality.

Pro hodnocení obsahu *trans*-mastných kyselin v mateřském mléce byla využita hodnota **sumy C18:1t**, zahrnující izomery s polohou dvojné vazby na uhlíku 6,7,8,9(elaidová),10,11(vakcenová), izomery C18:1t s dvojnou vazbou na uhlíku 12,13 koeluující s 7-cis a 8-cis **a sumy TFA,** která zahrnuje izomery C18:1t + C14:1n5t, C16:1n7t, C18:2tt, C18:2ct, C18:2tc, C18:3n3ttt, C18:3n3ttc, C18:3n3ctt, C18:3n3cct, C18:3n3ctc, C18:3n3tcc. Výsledky ukazuje Tabulka 11.

Doporučený příjem energie z TFA, podle Světové zdravotnické organizace, by neměl překročit 1 % z celkového denního přívodu energie.

Hodnota mediánu sumy TFA činila v roce 2017 0,92 g/100g tuku, což odpovídá výsledkům studie profesora Rupricha z téhož roku a je 3-4x nižší než výsledky studie doc. Dlouhého z roku 2002. Tyto výsledky reagují na zavedení zvýšené kontroly nad používáním tuků s obsahem TFA.

Česká republika zatím nemá stanovený limit pro obsah TFA v potravinách. Pouze je zakázán

prodej potraviny nebo umisťování reklamy na potraviny, s obsahem *trans*-mastné kyseliny pocházející z částečně ztužených tuků ve školách a školských zařízeních (vyhláška MŠMT č. 282/2016 Sb., „Vyhláška o požadavcích na potraviny, pro které je přípustná reklama a které lze nabízet k prodeji a prodávat ve školách a školských zařízeních“ = „pamlsková vyhláška“).

# 5 Závěr

Předložená zpráva shrnuje výsledky Biologického monitoringu za rok 2017. Výsledky jsou prezentovány formou tabulek a grafů.

Persistentní organické látky (indikátorové kongenery PCB, vybrané chlorované pesticidy) byly sledovány v mateřském mléce v návaznosti na předchozí monitorovací aktivity a v souladu se Stockholmskou úmluvou. Dále byly sledovány v mateřském mléce vybrané perfluorované uhlovodíky a jejich deriváty a bromované zpomalovače hoření a jejich deriváty, které byly na seznam Stockholmské úmluvy přidány v roce 2011. Tyto organické látky navazují na první výsledky Biologického monitoringu z roku 2013, kdy byly analyzovány vzorky mateřského mléka z roku 2006, 2010, 2011 uložené v biobance. Hodnoty koncentrací PCB, HCB a sumy DDT vykazují v mateřském mléce sestupný trend. Naměřené hodnoty těchto organických látek v r. 2017 patří k nejnižším naměřeným koncentracím v rámci biologického monitoringu.

# 6 Seznam tabulek

**Tabulka 1:** Kojící ženy – základní charakteristika souboru, rok 2017 .....32

**Tabulka 2:** Body mass index (BMI), rok 2017 .....33

**Tabulka 3:** Vzdělání kojících matek, rok 2017.....33

**Tabulka 4:** Subjektivní hodnocení finanční situace, rok 2017 .....33

**Tabulka 5:** Konzumace vybraných potravin v posledních 3 měsících, rok 2017[3].....34

**Tabulka 6:** Konzumace potravin u vybrané skupiny kojících žen.....35

**Tabulka 7:** Limity kvantifikace (LOQ) a limity detekce (LOD) .....37

**Tabulka 8:** Analyty s více než 50 % hodnot pod mezí stanovitelnosti, rok 2017.....38

**Tabulka 9**: Počet vzorků (N) a koncentrace chlorovaných pesticidů a polychlorovaných bifenylů v mateřském mléce (ng/g tuku), rok 2017.....40

**Tabulka 10:** Počet vzorků (N) a koncentrace bromovaných zpomalovačů hoření (ng/g tuku) a perfluorovaných látek (ng/ml mléka) v mateřském mléce, rok 2017 .....42

**Tabulka 11:** Počet vzorků (N) a koncentrace *trans*-mastných kyselin v mateřském mléce (g/100g tuku), rok 2017 .....44

**Tabulka 12:** Seznam sledovaných analytů v mateřském mléce, rok 2017 .....45

# 7 Seznam grafů

**Graf 1**: Zhodnocení finanční situace rodiny.....18

**Graf 2**: Rozdělení chronických onemocnění ve sledované populační skupině.....19

**Graf 3**: Mediánové koncentrace PCP 153, 180 a 138 v lokalitě Uherské Hradiště. .....21

**Graf 4**: Mediánové koncentrace PCB 153, 180 a 138 ve sledovaných lokalitách .....21

**Graf 5:** Mediánové koncentrace sumy PCB.....22

**Graf 6:** Suma DDT v mateřském mléce. Mediánové koncentrace, časový trend od roku 2005. .....23

**Graf 7**: Mediánové koncentrace HCB a β-HCH. Časový trend od roku 2005.....24

**Graf 8:** Mediánové koncentrace PFAS v mateřském mléce, časový trend od roku 2006.....25

# 8 Seznam zkratek

| | |
|---|---|
| BFR | bromované zpomalovače hoření |
| BMI | body mass index |
| BTBPE | 1,2-bis(2,4,6-tribrom-fenoxy)ethan |
| DBDPE | dekabromodiphenyletan |
| DL-PCB | dioxin light PCB |
| EFSA | European Food Safety Authority |
| EI- | mód elektronové ionizace |
| ESI- | mód negativní ionizace elektrosprejem |
| GC | kapilární plynová chromatografie |
| GPC | gelová permeační chromatografie |
| HBCD | hexabromcyklododekan |
| IARC | International Agency for Research on Cancer |
| LOD | limit detekce |
| LOQ | limit kvantifikace |
| MS/MS | tandemový hmotnostní spektrometr |
| NCI | negativní chemická ionizace |
| OCP | chlorované pesticidy |
| PBB | polybromované bifenyly |
| PBDE | polybromované difenyletery |
| PCB | polychlorované bifenyly |
| PFAS | perfluorované látky |
| PFNA | Perfluorononanová kyselina |
| PFOA | perfluoroktanová kyselina |
| PFOS | perfluorooktansulfonát |
| SOP | Standardní operační protokol |
| SPE | solid-phase extraction (extraktce na tuhou fázi) |
| SZÚ | Státní zdravotní ústav |
| TBBPA | tetrabrombisfenol A |
| TDI | tolerovatelný denní příjem |
| TFA | *trans*-mastné kyseliny |
| UHPLC | vysokoúčinná kapalinová chromatografie |
| VŠCHT | Vysoká škola chemicko-technologická |

**Tabulka 1:** Kojící ženy – základní charakteristika souboru, rok 2017.

| | Praha | Liberec | Ostrava | Žďár n. S. a Jihlava | Celkem |
|---|---|---|---|---|---|
| Počet kojících žen | 56 | 57 | 65 | 54 | 232 |
| **% kojících žen** | 24 | 25 | 28 | 23 | 100 |
| Věk | | | | | |
| **průměr (v letech)** | 30 | 29 | 29 | 27 | 29 |
| **rozmezí (v letech)** | 21–37 | 19–44 | 22–39 | 18–40 | 18–44 |
| Výška | | | | | |
| **průměr (v cm)** | 169 | 167 | 165 | 168 | 167 |
| **rozmezí (v cm)** | 158–184 | 152–183 | 152–183 | 152–182 | 152–184 |
| Hmotnost současná | | | | | |
| **průměr (v kg)** | 69 | 70 | 70 | 69 | 70 |
| **rozmezí (v kg)** | 53–138 | 53–118 | 53–117 | 53–111 | 53–138 |
| Hmotnost před těhotenstvím | | | | | |
| **průměr (v kg)** | 65 | 65 | 67 | 64 | 65 |
| **rozmezí (v kg)** | 47–142 | 49–126 | 50–120 | 47–110 | 47–142 |
| Pobyt ve sledované lokalitě | | | | | |
| **průměr (v celých rocích)** | 14 | 14 | 19 | 15 | 16 |
| **rozmezí (roky)** | 1–35 | 1–33 | 1–36 | 1–40 | 1–40 |
| Zaměstnání rok před otěhotněním | | | | | |
| **počet žen** | 51 | 51 | 65 | 52 | 219 |
| **% žen** | 91 | 89 | 100 | 96 | 94 |
| Počet kuřaček | 2 | 6 | 3 | 1 | 12 |
| **% kuřaček** | 4 | 11 | 5 | 2 | 5 |
| Kojící ženy s chronickým onemocněním | | | | | |
| **počet žen** | 11 | 10 | 20 | 5 | 46 |
| **% žen** | 20 | 18 | 31 | 9 | 20 |
| Porodní hmotnost dítěte | | | | | |
| **průměr (v gramech)** | 3242 | 3347 | 3311 | 3267 | 3293 |
| Věk dítěte v době odběru mateřského mléka | | | | | |
| **průměr (dny)** | 30 | 24 | 33 | 25 | 28 |
| **rozmezí (ve dnech)** | 4–60 | 7–56 | 11–61 | 7–79 | 4–79 |
| Pohlaví narozeného dítěte | | | | | |
| **počet chlapců** | 35 | 23 | 34 | 26 | 120 |
| **% chlapců** | 62,5 | 40 | 52 | 48 | 52 |
| **počet dívek** | 21 | 34 | 31 | 28 | 112 |
| **% dívek** | 37,5 | 60 | 48 | 52 | 48 |

**Tabulka 2:** Body mass index (BMI), rok 2017.

| | | Praha | Liberec | Ostrava | Žďár n. S. a Jihlava | Celkem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kojící ženy | | | | | | |
| **BMI (průměrná hodnota) (kg/m²)[1]** | | 24 | 25 | 26 | 25 | 25 |
| **rozmezí (kg/m²)** | | 19–41 | 20–38 | 19–38 | 19–41 | 19–41 |
| Počty kojících žen v kategoriích BMI [2] | | | | | | |
| **podváha** | < 18,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **normální hmotnost** | 18,5–24,9 | 39 | 31 | 32 | 34 | 136 |
| **preobezita** | 25,0–29,9 | 11 | 19 | 25 | 13 | 68 |
| **obezita 1. stupně** | 30,0–34,9 | 4 | 5 | 5 | 4 | 18 |
| **obezita 2. stupně** | 35,0–39,9 | 0 | 1 | 3 | 2 | 6 |
| **obezita 3. stupně** | 40 a více | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |

[1] BMI v tabulce 2 je počítáno ze současné hmotnosti kojící ženy

[2] Zdroj kategorií BMI: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html (WHO, poslední aktualizace 23/2/2018)

**Tabulka 3:** Vzdělání kojících matek, rok 2017.

| | Praha | Liberec | Ostrava | Žďár n. S. a Jihlava | Celkem |
|---|---|---|---|---|---|
| Počet kojících žen se vzděláním | | | | | |
| **základním (i neukončeným)** | 1 | 3 | 3 | 1 | 8 |
| **středoškolským bez maturity** | 2 | 6 | 3 | 9 | 20 |
| **středoškolským s maturitou** | 14 | 16 | 17 | 24 | 71 |
| **vysokoškolským** | 39 | 32 | 42 | 20 | 133 |

**Tabulka 4:** Subjektivní hodnocení finanční situace, rok 2017.

| | Praha | Liberec | Ostrava | Žďár n. S. a Jihlava | Celkem |
|---|---|---|---|---|---|
| Počet kojících žen považující svou finanční situaci za: | | | | | |
| **1 (zcela uspokojivou)** | 9 | 12 | 13 | 10 | 44 |
| **2** | 15 | 22 | 22 | 10 | 69 |
| **3** | 26 | 15 | 23 | 21 | 85 |
| **4** | 5 | 4 | 4 | 10 | 23 |
| **5** | 0 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| **6 (zcela neuspokojivou)** | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 |

**Tabulka 5:** Konzumace vybraných potravin v posledních 3 měsících, rok 2017[3].

| Počty kojících žen konzumujících | Praha | Liberec | Ostrava | Žďár n. S. a Jihlava | Celkem |
|---|---|---|---|---|---|
| mléko a mléčné výrobky: | | | | | |
| **denně** | 52 | 46 | 60 | 47 | 205 |
| **2–3x týdně a méně často** | 4 | 11 | 5 | 7 | 27 |
| vejce: | | | | | |
| **2–3x týdně a častěji** | 21 | 14 | 14 | 15 | 64 |
| **1x týdně** | 16 | 27 | 35 | 31 | 109 |
| **1x měsíčně a méně často** | 19 | 16 | 16 | 8 | 59 |
| mořské ryby: | | | | | |
| **1x týdně a častěji** | 25 | 12 | 23 | 8 | 68 |
| **1x měsíčně** | 23 | 32 | 22 | 25 | 102 |
| **nikdy** | 8 | 13 | 18 | 21 | 60 |
| sladkovodní ryby: | | | | | |
| **1x týdně a častěji** | 12 | 9 | 10 | 10 | 41 |
| **1x měsíčně** | 28 | 31 | 36 | 23 | 118 |
| **nikdy** | 15 | 17 | 19 | 21 | 72 |
| maso: | | | | | |
| **denně** | 20 | 15 | 15 | 11 | 61 |
| **2–3x týdně** | 28 | 36 | 46 | 37 | 147 |
| **1x týdně a méně často** | 7 | 6 | 4 | 5 | 22 |
| mořské plody: | | | | | |
| **1x měsíčně a častěji** | 13 | 20 | 12 | 5 | 50 |
| **nikdy** | 43 | 37 | 51 | 48 | 179 |
| vnitřnosti: | | | | | |
| **1x měsíčně a častěji** | 25 | 26 | 27 | 23 | 101 |
| **nikdy** | 31 | 31 | 36 | 30 | 128 |
| ovoce: | | | | | |
| **denně** | 37 | 45 | 39 | 34 | 155 |
| **2–3x týdně a méně často** | 19 | 12 | 26 | 20 | 77 |
| zeleninu: | | | | | |
| **denně** | 33 | 41 | 38 | 25 | 137 |
| **2–3x týdně a méně často** | 23 | 16 | 27 | 39 | 95 |
| pečivo: | | | | | |
| **denně** | 37 | 46 | 51 | 43 | 177 |
| **2–3x týdně a méně často** | 19 | 10 | 14 | 11 | 54 |
| potraviny typu fast food: | | | | | |
| **1x měsíčně a častěji** | 24 | 36 | 43 | 24 | 127 |
| **nikdy** | 32 | 21 | 21 | 30 | 104 |
| potraviny typu pizza, popcorn a podobné: | | | | | |
| **1x týdně** | 4 | 6 | 2 | 7 | 19 |
| **1x měsíčně** | 37 | 42 | 43 | 38 | 160 |
| **nikdy** | 15 | 9 | 20 | 9 | 53 |

[3] původní kategorie konzumací vybraných potravin (denně; 2–3x týdně; 1x týdně; 1x měsíčně; méně často/nikdy) byly sloučeny z důvodu nízkých počtů žen v daných kategoriích a statistického zpracován

**Tabulka 6:** Konzumace potravin u vybrané skupiny kojících žen (vztahující se k výsledkům ***trans*-mastných** kyselin v mateřském mléce), rok 2017[4, 5].

| Počty kojících žen konzumujících | Praha |
|---|---|
| máslo: | |
| **1x denně a častěji** | 25 |
| **několikrát za týden** | 24 |
| **1–3x měsíčně a méně často** | 2 |
| plnotučné mléko: | |
| **1x denně a častěji** | 18 |
| **několikrát za týden** | 10 |
| **1–3x měsíčně a méně často** | 20 |
| smetanu, šlehačku: | |
| **1x denně a častěji** | 2 |
| **několikrát za týden** | 24 |
| **1–3x měsíčně a méně často** | 25 |
| smetanové jogurty: | |
| **1x denně a častěji** | 12 |
| **několikrát za týden** | 27 |
| **1–3x měsíčně a méně často** | 10 |
| sýry a tvarohy (vysokotučné, plnotučné): | |
| **1x denně a častěji** | 4 |
| **několikrát za týden** | 34 |
| **1–3x měsíčně a méně často** | 12 |
| náhražky sýrů (mléčný tuk nahrazen rostlinným tukem): | |
| **1–3x měsíčně a častěji** | 13 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 37 |
| rostlinné nápoje připomínající mléko (např. sójové): | |
| **1–3x měsíčně a častěji** | 13 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 38 |
| margaríny (např. Rama, Flora): | |
| **1–3x měsíčně a častěji** | 16 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 35 |
| pokrmové tuky (např. Omega): | |
| **1–3x měsíčně a častěji** | 14 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 37 |
| směsné tuky (např. AB máslo): | |
| **denně** | 13 |
| **2–3x týdně a méně často** | 38 |
| jemné pečivo (např. koláče, koblihy): | |
| **1x týdně a častěji** | 34 |
| **1–3x měsíčně** | 10 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 5 |
| **z toho** výrobky z listového těsta: | |
| **1x týdně a častěji** | |
| **1–3x měsíčně** | 14 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 22 |
| | 12 |

**Tabulka 6 – pokračování:** Konzumace potravin u vybrané skupiny kojících žen (vztahující se k výsledkům ***trans*-mastných** kyselin v mateřském mléce), rok 2017[4, 5].

| Počty kojících žen konzumujících | Praha |
|---|---|
| oplatky, sušenky, perníky, atp: | |
| **2–3x týdně a častěji** | 19 |
| **1x týdně** | 13 |
| **1x měsíčně a méně často** | 19 |
| **z toho** s náplní/polevou (máčené, polomáčené): | |
| **2–3x týdně a častěji** | 11 |
| **1x týdně** | 12 |
| **1x měsíčně a méně často** | 24 |
| müsli tyčinky s polevou: | |
| **1x týdně a častěji** | 17 |
| **1x měsíčně** | 10 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 24 |
| čokoládové pochoutky („náhražky“ čokolády): | |
| **1x měsíčně a častěji** | 24 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 27 |
| smažené a fritované pokrmy: | |
| **1x týdně a častěji** | 14 |
| **1x měsíčně a častěji** | 16 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 21 |
| hranolky, chipsy: | |
| **1x týdně a častěji** | 8 |
| **1x měsíčně** | 21 |
| **téměř nikdy/nikdy** | 22 |

[4] vzorky mateřského mléka od vybrané skupiny kojících žen z Prahy pro analýzu *trans*-mastných kyselin

[5] původní kategorie konzumací vybraných potravin (několikrát denně; 1x denně; 4–5x týdně; 2–3x týdně; 1x týdně; 1–3x měsíčně; téměř nikdy/nikdy) byly sloučeny z důvodu nízkých počtů žen v daných kategoriích

**Tabulka 7:** Limity kvantifikace (LOQ) a limity detekce (LOD) pro sledované analyty v mateřském mléce, rok 2017.

| Analyt | LOQ *ng/g tuku* | LOD *ng/g tuku* | Analyt | LOQ *ng/ml mléka* | LOD *ng/ml mléka* |
|---|---|---|---|---|---|
| **HCB** | 0,3 | 0,1 | PFBA | 0,006 | 0,002 |
| **α-HCH** | 0,3 | 0,1 | PFPeA | 0,006 | 0,002 |
| **β-HCH** | 0,3 | 0,1 | PFHxA | 0,003 | 0,001 |
| **γ-HCH** | 0,3 | 0,1 | PFHpA | 0,003 | 0,001 |
| **o,p'-DDE** | 0,3 | 0,1 | PFOA | 0,003 | 0,001 |
| **p,p'-DDE** | 0,3 | 0,1 | PFNA | 0,003 | 0,001 |
| **o,p'-DDD** | 0,3 | 0,1 | PFDA | 0,003 | 0,001 |
| **p,p'-DDD** | 0,3 | 0,1 | PFUdA | 0,003 | 0,001 |
| **o,p'-DDT** | 0,3 | 0,1 | PFDoA | 0,003 | 0,001 |
| **p,p'-DDT** | 0,3 | 0,1 | PFTrDA | 0,003 | 0,001 |
| **CB 28** | 0,3 | 0,1 | PFTeDA | 0,003 | 0,001 |
| **CB 52** | 0,3 | 0,1 | PFBS | 0,003 | 0,001 |
| **CB 101** | 0,3 | 0,1 | PFHxS | 0,003 | 0,001 |
| **CB 118** | 0,3 | 0,1 | PFDS | 0,003 | 0,001 |
| **CB 138** | 0,3 | 0,1 | PFOSA | 0,003 | 0,001 |
| **CB 153** | 0,3 | 0,1 | N-MeFOSA | 0,003 | 0,001 |
| **CB 170** | 0,3 | 0,1 | N-EtFOSA | 0,003 | 0,001 |
| **CB 180** | 0,3 | 0,1 | Br-PFOS | 0,0010 | 0,0003 |
| **BDE 28** | 0,10 | 0,03 | L-PFOS | 0,0020 | 0,0007 |
| **BDE 47** | 0,10 | 0,03 | TBBPA | 0,15 | 0,05 |
| **BDE 49** | 0,10 | 0,03 | 2,4-DBP | 0,15 | 0,05 |
| **BDE 66** | 0,3 | 0,1 | 2,4,6-TBP | 0,03 | 0,01 |
| **BDE 85** | 0,3 | 0,1 | PBP | 0,03 | 0,01 |
| **BDE 99** | 0,3 | 0,1 | OH-BDE 47 | 0,006 | 0,002 |
| **BDE 100** | 0,3 | 0,1 | OH-BDE 49 | 0,006 | 0,002 |
| **BDE 153** | 0,3 | 0,1 | OH-BDE 68 | 0,006 | 0,002 |
| **BDE 154** | 0,3 | 0,1 | OH-BDE 99 | 0,006 | 0,002 |
| **BDE 183** | 0,3 | 0,1 | alpha-HBCD | 0,015 | 0,005 |
| **BDE 196** | 0,3 | 0,1 | beta-HBCD | 0,015 | 0,005 |
| **BDE 197** | 0,3 | 0,1 | gamma-HBCD | 0,015 | 0,005 |
| **BDE 203** | 0,3 | 0,1 | HFPO-DA | 0,015 | 0,005 |
| **BDE 206** | 1,0 | 0,3 | NaDONA | 0,015 | 0,005 |
| **BDE 207** | 1,0 | 0,3 | 9Cl-PF3ONS | 0,015 | 0,005 |
| **BDE 209** | 1,0 | 0,3 | 11Cl-PF3OUdS | 0,015 | 0,005 |
| **PBT** | 0,15 | 0,05 | | | |
| **PBEB** | 0,15 | 0,05 | | | |
| **HBB** | 1,0 | 0,3 | | | |
| **BTBPE** | 0,3 | 0,1 | | | |
| **OBIND** | 3 | 1 | | | |
| **DBDPE** | 3 | 1 | | | |

**Tabulka 8:** Analyty s více než 50 % hodnot pod mezí stanovitelnosti, rok 2017.

| Analyt | Název | Hodnot pod LOQ | |
|---|---|---|---|
| | | **N** | **%** |
| Chlorované pesticidy | | | |
| **α-HCH** | α-hexachlorcyklohexan | 227 | 97,8 |
| **γ-HCH** | γ-hexachlorcyklohexan | 213 | 91,8 |
| **o,p'-DDE** | 2,4´-DDE; 1,1-dichloro-2(o-chlorophenyl)-2-(p-chlorophenyl)ethylene [6] | 227 | 97,8 |
| **o,p'-DDD** | 2,4´-DDD; 1,1-dichloro-2-(o-chlorophenyl)2-(p-chlorophenyl)ethane | 232 | 100,0 |
| **p,p'-DDD** | 4,4´-DDD; tetrachlordifenylethan | 125 | 53,9 |
| **o,p'-DDT** | 2,4´-DDT; 1,1,1-trichloro-2(o-chlorophenyl)-2-(p-chlorophenyl)ethane | 158 | 68,1 |
| Polychlorované bifenyly | | | |
| **PCB 52** | 2,2',5,5'-tetrachlorbifenyl | 228 | 98,3 |
| **PCB 101** | 2,2',4,5,5'-pentachlorbifenyl | 225 | 97,0 |
| Bromované zpomalovače hoření a jejich deriváty | | | |
| **BDE 28** | 2,4,4'-tribromdifenylether | 232 | 100,0 |
| **BDE 47** | 2,2',4,4'-tetrabromdifenylether | 134 | 57,8 |
| **BDE 49** | 2,2',4,5'-tetrabromdifenylether | 232 | 100,0 |
| **BDE 66** | 2,3',4,4'-tetrabromdifenylether | 232 | 100,0 |
| **BDE 85** | 2,2',3,4,4'-pentabromdifenylether | 232 | 100,0 |
| **BDE 99** | 2,2',4,4',5-pentabromdifenylether | 229 | 98,7 |
| **BDE 100** | 2,2',4,4',6-pentabromdifenylether | 228 | 98,3 |
| **BDE 153** | 2,2',4,4',5,5'-hexabromdifenylether | 189 | 81,5 |
| **BDE 154** | 2,2',4,4',5,6'-hexabromdifenylether | 215 | 92,7 |
| **BDE 183** | 2,2',3,4,4',5',6-heptabromdifenylether | 212 | 91,4 |
| **BDE 196** | 2,2',3,3',4,4',6,6'-oktabromdifenylether | 222 | 95,7 |
| **BDE 197** | 2,2',3,3',4,4',6,6'-oktabromdifenylether | 221 | 95,3 |
| **BDE 203** | 2,2',3,4,4',5,5',6-oktabromdifenylether | 226 | 97,4 |
| **BDE 207** | 2,2',3,3',4,4',5,6,6'-nonabromdifenylether | 217 | 93,5 |
| **BDE 209** | dekabromdifenyl ether | 144 | 62,1 |
| **PBT** | pentabromtoluen | 232 | 100,0 |
| **PBEB** | pentabromometylbenzen | 232 | 100,0 |
| **HBB** | hexabrombenzen | 231 | 99,6 |
| **BTBPE** | 1,2-bis(2,4,6-tribrom-fenoxy)ethan | 230 | 99,1 |
| **OBIND** | oktabromtrimetylfenylindan | 231 | 99,6 |
| **DBDPE** | dekabromdifenylethan | 184 | 79,3 |
| **TBBPA** | tetrabrombisfenol A | 230 | 99,1 |
| **2,4-DBP** | 2,4-dibromophenol | 232 | 100,0 |
| **2,4,6-TBP** | 2,4,6-tribromophenol | 232 | 100,0 |
| **PBP** | pentabromophenol | 232 | 100,0 |
| **OH-BDE 47** | 6-hydroxy-2,2',4,4'-tetrabromdifenyl ether | 232 | 100,0 |
| **OH-BDE 49** | 4'-hydroxy-2,2',4,5'-tetrabromdifenyl ether | 232 | 100,0 |
| **OH-BDE 68** | 2'-hydroxy-2,3',4,5'-tetrabromdifenyl ether | 232 | 100,0 |
| **OH-BDE 99** | 6'-hydroxy-2,2',4,4',5-pentabrmdifenyl ether | 232 | 100,0 |
| **alpha-HBCD** | α-1,2,5,6,9,10-hexabromcyklododekan | 174 | 75,0 |
| **beta-HBCD** | β-1,2,5,6,9,10-hexabromcyklododekan | 231 | 99,6 |
| **gamma-HBCD** | γ-1,2,5,6,9,10-hexabromcyklododekan | 226 | 97,4 |

**Tabulka 8 – pokračování:** Analyty s více než 50 % hodnot pod mezí stanovitelnosti, rok 2017.

| Perfluorované látky a jejich deriváty | | | |
|---|---|---|---|
| **PFBA** | perfluorbutanová kyselina | 232 | 100,0 |
| **PFPeA** | perfluorpentanová kyselina | 232 | 100,0 |
| **PFHxA** | perfluorhexanová kyselina | 231 | 99,6 |
| **PFHpA** | perfluorheptanová kyselina | 232 | 100,0 |
| **PFDA** | perfludodekanová kyselina | 232 | 100,0 |
| **PFUdA** | perfluoro-n-undekanová kyselina | 232 | 100,0 |
| **PFDoA** | perfluoro-n-dodekanová kyselina | 232 | 100,0 |
| **PFTrDA** | perfluoro-n-tridekanová kyselina | 232 | 100,0 |
| **PFTeDA** | perfluoro-n-tetradekanová kyselina | 232 | 100,0 |
| **PFBS** | perfluorbutansulfonát | 229 | 98,7 |
| **PFHxS** | perfluorhexansulfonát | 230 | 99,1 |
| **PFDS** | perfluordekansulfonát | 232 | 100,0 |
| **PFOSA** | perfluoroktansulfonamid | 232 | 100,0 |
| **N-MeFOSA** | N-methylperfluoro-1-oktansulfonamid | 232 | 100,0 |
| **N-EtFOSA** | N-ethylperfluoro-1-oktansulfonamid | 232 | 100,0 |
| **HFPO-DA** | tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoic acid | 232 | 100,0 |
| **NaDONA** | sodium dodecafluoro-3H-4, 8-dioxanonanoate | 232 | 100,0 |
| **9Cl-PF3ONS** | potassium 9-chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate | 232 | 100,0 |
| **11Cl-PF3OUdS** | potassium 11-chloroeicosafluoro-3-oxaundecane-1-sulfonate | 232 | 100,0 |

[6] názvy DDT, DDE a DDD: https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=20

**Tabulka 9:** Počet vzorků (N) a koncentrace chlorovaných pesticidů a polychlorovaných bifenylů v mateřském mléce (ng/g tuku), rok 2017.

| | Chlorované pesticidy | | | | | Polychlorované bifenyly | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | HCB | β-HCH | p,p'-DDE | p,p'-DDT | Suma DDT[7] | PCB 28 | PCB 118 | PCB 138 | PCB 153 | PCB 170 | PCB 180 | Suma PCB[8] |
| Celkem | | | | | | | | | | | | |
| **N** | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 |
| **$X_a$** | 12,9 | 8,4 | 97,0 | 7,5 | 104,4 | 0,6 | 2,6 | 18,2 | 37,1 | 12,7 | 25,7 | 137,7 |
| **$X_g$** | 11,6 | 6,2 | 70,5 | 4,5 | 76,3 | 0,4 | 2,0 | 14,4 | 28,8 | 9,6 | 19,1 | 107,9 |
| **Me** | 11,5 | 6,2 | 72,0 | 4,3 | 76,5 | 0,4 | 2,1 | 14,3 | 29,8 | 10,0 | 19,7 | 110,5 |
| **$Kv_{0.1}$** | 6,5 | 2,6 | 27,8 | 1,7 | 31,5 | 0,2 | 0,9 | 5,8 | 12,4 | 3,8 | 7,0 | 45,0 |
| **$Kv_{0.25}$** | 8,5 | 3,8 | 43,8 | 2,5 | 45,8 | 0,2 | 1,3 | 9,8 | 18,2 | 5,9 | 11,4 | 67,8 |
| **$Kv_{0.75}$** | 16,1 | 9,8 | 122,0 | 7,0 | 129,1 | 0,7 | 3,1 | 22,4 | 45,9 | 15,4 | 32,5 | 166,8 |
| **$Kv_{0.9}$** | 21,2 | 13,7 | 175,9 | 14,3 | 186,4 | 1,3 | 4,8 | 32,4 | 70,7 | 24,8 | 50,0 | 259,7 |
| **$Kv_{0.95}$** | 24,5 | 18,3 | 283,9 | 19,6 | 302,2 | 1,6 | 5,8 | 40,2 | 81,2 | 31,9 | 66,6 | 316,6 |
| **$H_{min}$** | 1,5 | 0,2 | 4,1 | 0,3 | 4,6 | 0,2 | 0,2 | 1,4 | 1,3 | 0,5 | 1,0 | 6,0 |
| **$H_{max}$** | 32,4 | 146,6 | 670,4 | 112,1 | 686,7 | 4,9 | 38,6 | 153,7 | 251,4 | 94,6 | 179,3 | 904,0 |
| Praha | | | | | | | | | | | | |
| **N** | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| **$X_a$** | 16,3 | 14,4 | 152,5 | 12,7 | 165,1 | 0,7 | 3,9 | 22,5 | 38,3 | 12,2 | 25,7 | 147,1 |
| **$X_g$** | 15,1 | 10,3 | 115,0 | 7,7 | 123,9 | 0,5 | 2,8 | 17,8 | 29,1 | 9,2 | 19,1 | 117,3 |
| **Me** | 15,5 | 10,0 | 114,2 | 5,9 | 121,2 | 0,5 | 2,8 | 18,6 | 31,7 | 9,8 | 20,8 | 122,5 |
| **$Kv_{0.1}$** | 9,1 | 3,8 | 44,0 | 2,7 | 47,8 | 0,2 | 1,3 | 8,9 | 12,5 | 3,8 | 7,4 | 49,0 |
| **$Kv_{0.25}$** | 12,4 | 6,8 | 76,6 | 4,3 | 83,1 | 0,2 | 2,0 | 12,7 | 20,3 | 5,9 | 12,1 | 77,8 |
| **$Kv_{0.75}$** | 20,3 | 14,8 | 152,3 | 13,8 | 165,2 | 0,8 | 3,6 | 27,8 | 44,3 | 15,9 | 35,1 | 180,3 |
| **$Kv_{0.9}$** | 24,4 | 23,7 | 313,4 | 20,1 | 348,9 | 1,3 | 5,5 | 35,7 | 68,5 | 21,6 | 43,6 | 245,5 |
| **$Kv_{0.95}$** | 27,4 | 30,4 | 484,3 | 35,5 | 532,2 | 1,7 | 8,2 | 41,8 | 76,2 | 26,7 | 61,5 | 296,0 |
| **$H_{min}$** | 4,1 | 2,5 | 20,5 | 2,2 | 22,6 | 0,2 | 0,6 | 3,1 | 2,8 | 0,8 | 1,6 | 17,0 |
| **$H_{max}$** | 32,4 | 146,6 | 670,4 | 112,1 | 686,7 | 4,9 | 38,6 | 153,7 | 216,8 | 48,3 | 99,9 | 778,0 |
| Liberec | | | | | | | | | | | | |
| **N** | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| **$X_a$** | 10,5 | 7,1 | 61,8 | 5,2 | 67,0 | 0,6 | 2,3 | 17,5 | 35,6 | 12,7 | 25,6 | 133,8 |
| **$X_g$** | 9,4 | 5,3 | 50,2 | 3,4 | 54,6 | 0,4 | 1,8 | 13,5 | 26,5 | 8,9 | 17,7 | 99,0 |
| **Me** | 9,2 | 5,0 | 55,5 | 3,2 | 58,1 | 0,4 | 1,8 | 14,7 | 26,9 | 9,2 | 18,6 | 102,0 |
| **$Kv_{0.1}$** | 5,3 | 2,6 | 21,0 | 1,2 | 25,6 | 0,2 | 0,9 | 5,5 | 10,6 | 3,3 | 6,6 | 39,6 |
| **$Kv_{0.25}$** | 7,3 | 3,7 | 33,4 | 2,2 | 38,5 | 0,2 | 1,2 | 7,9 | 16,2 | 4,9 | 10,2 | 60,0 |
| **$Kv_{0.75}$** | 14,3 | 9,5 | 75,9 | 5,5 | 82,3 | 0,8 | 2,8 | 23,4 | 44,8 | 16,1 | 31,9 | 165,0 |
| **$Kv_{0.9}$** | 17,6 | 12,4 | 119,1 | 9,4 | 134,0 | 1,3 | 4,4 | 28,5 | 69,2 | 28,6 | 57,1 | 275,4 |
| **$Kv_{0.95}$** | 19,4 | 13,6 | 142,9 | 14,1 | 155,2 | 1,5 | 5,0 | 47,7 | 93,0 | 34,3 | 69,6 | 370,6 |
| **$H_{min}$** | 1,5 | 0,2 | 4,1 | 0,3 | 4,6 | 0,2 | 0,2 | 1,4 | 1,3 | 0,5 | 1,0 | 6,0 |
| **$H_{max}$** | 25,7 | 45,1 | 172,2 | 59,0 | 186,4 | 3,0 | 7,6 | 59,6 | 141,1 | 62,1 | 105,6 | 513,0 |

**Tabulka 9 – pokračování:** Počet vzorků (N) a koncentrace chlorovaných pesticidů a polychlorovaných bifenylů v mateřském mléce (ng/g tuku), rok 2017.

| | Chlorované pesticidy | | | | | Polychlorované bifenyly | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | HCB | β-HCH | p,p'-DDE | p,p'-DDT | Suma DDT[7] | PCB 28 | PCB 118 | PCB 138 | PCB 153 | PCB 170 | PCB 180 | Suma PCB[8] |
| Ostrava | | | | | | | | | | | | |
| **N** | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| **$X_a$** | 11,2 | 5,8 | 64,1 | 4,1 | 68,2 | 0,6 | 2,3 | 15,8 | 36,6 | 12,4 | 25,6 | 132,6 |
| **$X_g$** | 10,5 | 5,2 | 51,8 | 3,2 | 56,1 | 0,4 | 1,9 | 13,1 | 29,7 | 10,1 | 20,1 | 108,1 |
| **Me** | 10,6 | 5,6 | 49,4 | 3,2 | 52,0 | 0,4 | 1,7 | 13,4 | 28,5 | 9,9 | 19,6 | 107,0 |
| **$Kv_{0.1}$** | 6,7 | 2,9 | 25,7 | 1,2 | 27,7 | 0,2 | 1,0 | 5,7 | 13,1 | 4,3 | 9,0 | 51,0 |
| **$Kv_{0.25}$** | 8,5 | 3,8 | 38,4 | 2,0 | 41,4 | 0,2 | 1,2 | 9,4 | 20,6 | 6,7 | 12,6 | 78,0 |
| **$Kv_{0.75}$** | 13,2 | 7,5 | 79,1 | 5,6 | 84,8 | 0,7 | 2,6 | 20,4 | 44,1 | 14,4 | 29,9 | 154,0 |
| **$Kv_{0.9}$** | 16,4 | 9,0 | 116,7 | 7,3 | 122,9 | 1,1 | 4,4 | 29,7 | 73,5 | 24,8 | 49,7 | 265,0 |
| **$Kv_{0.95}$** | 18,8 | 9,9 | 143,1 | 8,4 | 152,1 | 1,6 | 5,8 | 38,3 | 84,0 | 30,8 | 68,2 | 320,0 |
| **$H_{min}$** | 3,8 | 1,2 | 8,9 | 0,5 | 11,1 | 0,2 | 0,5 | 2,5 | 5,4 | 2,2 | 4,1 | 20,0 |
| **$H_{max}$** | 25,9 | 15,2 | 286,5 | 20,5 | 295,9 | 4,6 | 9,2 | 47,0 | 138,3 | 44,8 | 103,3 | 491,0 |
| Žďár n. Sázavou a Jihlava | | | | | | | | | | | | |
| **N** | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| **$X_a$** | 13,8 | 6,9 | 116,1 | 8,5 | 124,6 | 0,7 | 2,2 | 17,4 | 38,0 | 13,5 | 25,8 | 138,1 |
| **$X_g$** | 12,4 | 5,2 | 88,0 | 5,1 | 95,2 | 0,5 | 1,8 | 13,8 | 29,9 | 10,1 | 19,2 | 108,0 |
| **Me** | 12,4 | 5,8 | 102,1 | 4,8 | 111,0 | 0,5 | 1,9 | 14,0 | 29,5 | 10,3 | 19,6 | 106,5 |
| **$Kv_{0.1}$** | 6,3 | 2,1 | 31,2 | 1,9 | 34,6 | 0,2 | 0,8 | 6,0 | 13,0 | 3,8 | 6,7 | 44,1 |
| **$Kv_{0.25}$** | 8,7 | 3,2 | 48,3 | 2,6 | 50,5 | 0,3 | 1,1 | 9,7 | 19,5 | 5,9 | 11,1 | 75,3 |
| **$Kv_{0.75}$** | 17,5 | 8,0 | 153,0 | 7,6 | 161,4 | 0,7 | 2,8 | 20,0 | 48,5 | 16,7 | 32,4 | 175,8 |
| **$Kv_{0.9}$** | 23,1 | 10,4 | 215,7 | 16,1 | 234,8 | 1,3 | 4,0 | 29,6 | 60,6 | 23,1 | 43,6 | 229,1 |
| **$Kv_{0.95}$** | 26,3 | 13,9 | 269,7 | 24,5 | 299,0 | 1,7 | 4,6 | 35,4 | 74,5 | 27,9 | 56,0 | 277,5 |
| **$H_{min}$** | 5,2 | 1,0 | 14,2 | 1,2 | 20,5 | 0,2 | 0,5 | 3,3 | 6,2 | 2,3 | 3,5 | 24,0 |
| **$H_{max}$** | 30,1 | 52,5 | 518,0 | 103,5 | 523,0 | 3,9 | 9,3 | 101,0 | 251,4 | 94,6 | 179,3 | 904,0 |

[7] Suma DDT: p,p'-DDE + p,p'-DDT

[8] Suma PCB: (PCB 138 + PCB 153 + PCB 180) * 1,7

**Tabulka 10:** Počet vzorků (N) a koncentrace bromovaných zpomalovačů hoření (ng/g tuku) a perfluorovaných látek (ng/ml mléka) v mateřském mléce, rok 2017.

| | Bromované zpomalovače hoření | Perfluorované látky | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | BDE 206 | PFOA | PFNA | Br-PFOS | L-PFOS | Suma PFOS [8] |
| Celkem | | | | | | |
| **N** | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 |
| **$X_a$** | 3,72 | 0,028 | 0,007 | 0,012 | 0,021 | 0,032 |
| **$X_g$** | 1,80 | 0,024 | 0,007 | 0,007 | 0,014 | 0,022 |
| **Me** | 1,99 | 0,023 | 0,007 | 0,007 | 0,013 | 0,020 |
| **$Kv_{0.1}$** | 0,50 | 0,013 | 0,004 | 0,002 | 0,007 | 0,010 |
| **$Kv_{0.25}$** | 0,50 | 0,018 | 0,005 | 0,004 | 0,009 | 0,014 |
| **$Kv_{0.75}$** | 4,24 | 0,031 | 0,008 | 0,011 | 0,021 | 0,034 |
| **$Kv_{0.9}$** | 8,22 | 0,042 | 0,011 | 0,025 | 0,032 | 0,051 |
| **$Kv_{0.95}$** | 12,6 | 0,058 | 0,012 | 0,040 | 0,041 | 0,078 |
| **$H_{min}$** | 0,50 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,002 |
| **$H_{max}$** | 52,8 | 0,160 | 0,029 | 0,099 | 0,921 | 1,004 |
| Praha | | | | | | |
| **N** | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| **$X_a$** | 1,64 | 0,027 | 0,006 | 0,010 | 0,015 | 0,025 |
| **$X_g$** | 0,76 | 0,024 | 0,006 | 0,008 | 0,013 | 0,021 |
| **Me** | 0,50 | 0,023 | 0,005 | 0,008 | 0,012 | 0,021 |
| **$Kv_{0.1}$** | 0,50 | 0,014 | 0,004 | 0,004 | 0,006 | 0,011 |
| **$Kv_{0.25}$** | 0,50 | 0,017 | 0,005 | 0,006 | 0,008 | 0,016 |
| **$Kv_{0.75}$** | 0,50 | 0,032 | 0,007 | 0,012 | 0,018 | 0,031 |
| **$Kv_{0.9}$** | 2,35 | 0,043 | 0,008 | 0,018 | 0,029 | 0,043 |
| **$Kv_{0.95}$** | 9,15 | 0,052 | 0,011 | 0,025 | 0,033 | 0,057 |
| **$H_{min}$** | 0,50 | 0,007 | 0,002 | 0,002 | 0,004 | 0,006 |
| **$H_{max}$** | 22,0 | 0,125 | 0,020 | 0,031 | 0,048 | 0,071 |
| Liberec | | | | | | |
| **N** | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| **$X_a$** | 2,18 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,049 |
| **$X_g$** | 1,37 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,037 |
| **Me** | 1,65 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,036 |
| **$Kv_{0.1}$** | 0,50 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,016 |
| **$Kv_{0.25}$** | 0,50 | 0,02 | 0,005 | 0,01 | 0,01 | 0,023 |
| **$Kv_{0.75}$** | 3,45 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,064 |
| **$Kv_{0.9}$** | 4,13 | 0,04 | 0,01 | 0,06 | 0,04 | 0,100 |
| **$Kv_{0.95}$** | 4,71 | 0,05 | 0,01 | 0,07 | 0,06 | 0,138 |
| **$H_{min}$** | 0,50 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,002 |
| **$H_{max}$** | 16,3 | 0,12 | 0,03 | 0,10 | 0,07 | 0,169 |

**Tabulka 10: pokračování:** Počet vzorků (N) a koncentrace bromovaných zpomalovačů hoření (ng/g tuku) a perfluorovaných látek (ng/ml mléka) v mateřském mléce, rok 2017.

| | Bromované zpomalovače hoření | Perfluorované látky | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | BDE 206 | PFOA | PFNA | Br-PFOS | L-PFOS | Suma PFOS [8] |
| Ostrava | | | | | | |
| **N** | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| **$X_a$** | 6,71 | 0,032 | 0,008 | 0,006 | 0,027 | 0,033 |
| **$X_g$** | 3,79 | 0,025 | 0,008 | 0,004 | 0,012 | 0,016 |
| **Me** | 6,08 | 0,025 | 0,007 | 0,004 | 0,011 | 0,015 |
| **$Kv_{0.1}$** | 0,50 | 0,012 | 0,005 | 0,002 | 0,006 | 0,008 |
| **$Kv_{0.25}$** | 1,46 | 0,017 | 0,006 | 0,003 | 0,008 | 0,011 |
| **$Kv_{0.75}$** | 8,23 | 0,033 | 0,010 | 0,006 | 0,016 | 0,020 |
| **$Kv_{0.9}$** | 13,0 | 0,055 | 0,012 | 0,009 | 0,022 | 0,032 |
| **$Kv_{0.95}$** | 15,8 | 0,071 | 0,015 | 0,012 | 0,037 | 0,050 |
| **$H_{min}$** | 0,50 | 0,008 | 0,003 | 0,001 | 0,003 | 0,004 |
| **$H_{max}$** | 49,3 | 0,160 | 0,029 | 0,082 | 0,921 | 1,004 |
| Žďár n. Sázavou a Jihlava | | | | | | |
| **N** | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| **$X_a$** | 3,91 | 0,024 | 0,008 | 0,006 | 0,016 | 0,022 |
| **$X_g$** | 2,39 | 0,023 | 0,008 | 0,005 | 0,013 | 0,018 |
| **Me** | 2,81 | 0,023 | 0,008 | 0,005 | 0,013 | 0,018 |
| **$Kv_{0.1}$** | 0,50 | 0,014 | 0,005 | 0,002 | 0,007 | 0,009 |
| **$Kv_{0.25}$** | 1,97 | 0,019 | 0,006 | 0,003 | 0,009 | 0,013 |
| **$Kv_{0.75}$** | 3,83 | 0,027 | 0,009 | 0,007 | 0,018 | 0,026 |
| **$Kv_{0.9}$** | 5,45 | 0,035 | 0,010 | 0,009 | 0,029 | 0,037 |
| **$Kv_{0.95}$** | 7,97 | 0,041 | 0,011 | 0,013 | 0,034 | 0,043 |
| **$H_{min}$** | 0,50 | 0,010 | 0,004 | 0,001 | 0,004 | 0,006 |
| **$H_{max}$** | 52,8 | 0,058 | 0,013 | 0,018 | 0,083 | 0,096 |

**Tabulka 11:** Počet vzorků (N) a koncentrace ***trans*-mastných** kyselin v mateřském mléce (g/100g tuku), rok 2017.

| | **Suma C18:1t [9]** | **Suma TFA [10]** |
|---|---|---|
| Celkem – Praha | | |
| **N** | 50 | 50 |
| **$X_a$** | 0,55 | 0,90 |
| **$X_g$** | 0,53 | 0,86 |
| **Me** | 0,54 | 0,92 |
| **$Kv_{0.1}$** | 0,38 | 0,63 |
| **$Kv_{0.25}$** | 0,46 | 0,70 |
| **$Kv_{0.75}$** | 0,63 | 1,06 |
| **$Kv_{0.9}$** | 0,73 | 1,23 |
| **$Kv_{0.95}$** | 0,79 | 1,33 |
| **$H_{min}$** | 0,30 | 0,34 |
| **$H_{max}$** | 0,89 | 1,62 |

[9] Suma C18:1t: izomery s polohou dvojné vazby na uhlíku 6,7,8,9(elaidová), 10,11(vakcenová), izomery C18:1t s dvojnou vazbou na uhlíku 12,13 koeluují s 7-cis a 8-cis

[10] Suma TFA: zahrnuje izomery C18:1t + C14:1n5t, C16:1n7t, C18:2tt, C18:2ct, C18:2tc, C18:3n3ttt, C18:3n3ttc, C18:3n3ctt, C18:3n3cct, C18:3n3ctc, C18:3n3tcc

**Tabulka 12:** Seznam sledovaných analytů v mateřském mléce, rok 2017.

| Analyt | Název | CAS # |
|---|---|---|
| Polychlorované bifenyly | | |
| **PCB 28** | 2,4,4'-trichlorbifenyl | 7012-37-5 |
| **PCB 52** | 2,2',5,5'-tetrachlorbifenyl | 35693-99-3 |
| **PCB 101** | 2,2',4,5,5'-pentachlorbifenyl | 37680-73-2 |
| **PCB 118** | 2,3',4,4',5-pentachlorbifenyl | 31508-00-6 |
| **PCB 138** | 2,2',3,4,4',5'-hexachlorbifenyl | 35065-28-2 |
| **PCB 153** | 2,2',4,4',5,5'-hexachlorbifenyl | 35065-27-1 |
| **PCB 170** | 2,2',3,3',4,4',5-heptachlorbifenyl | 35065-30-6 |
| **PCB 180** | 2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorbifenyl | 35065-29-3 |
| Chlorované pesticidy | | |
| **HCB** | hexachlorbenzen | 118-74-1 |
| **α-HCH** | a-hexachlorcyklohexan | 319-84-6 |
| **β-HCH** | b-hexachlorcyklohexan | 319-85-7 |
| **γ-HCH** | g-hexachlorcyklohexan | 58-89-9 |
| **o,p'-DDE** | 2,4'-DDE; 1,1-dichloro-2(o-chlorophenyl)-2-(p-chlorophenyl)ethylene [7] | 3424-82-6 |
| **p,p'-DDE** | 4,4'-DDE; dichlordifenyldichlorethan | 72-55-9 |
| **o,p'-DDD** | 2,4'-DDD; 1,1-dichloro-2-(o-chlorophenyl)2-(p-chlorophenyl)ethane | 53-19-0 |
| **p,p'-DDD** | 4,4'-DDD; tetrachlordifenylethan | 72-54-8 |
| **o,p'-DDT** | 2,4'-DDT; 1,1,1-trichloro-2(o-chlorophenyl)-2-(p-chlorophenyl)ethane | 789-02-6 |
| **p,p'-DDT** | 4,4'-DDT; dichlordifenyltrichlorethan | 50-29-3 |
| Perfluorované látky a jejich deriváty | | |
| **PFBA** | perfluorbutanová kyselina | 375-22-4 |
| **PFPeA** | perfluorpentanová kyselina | 2706-90-3 |
| **PFHxA** | perfluorhexanová kyselina | 307-34-4 |
| **PFHpA** | perfluorheptanová kyselina | 375-85-9 |
| **PFOA** | perfluoroktanová kyselina | 335-67-1 |
| **PFNA** | perfluornonanová kyselina | 375-95-1 |
| **PFDA** | perfludodekanová kyselina | 335-76-2 |
| **PFUdA** | perfluoro-n-undekanová kyselina | 2058-94-8 |
| **PFDoA** | perfluoro-n-dodekanová kyselina | 307-55-1 |
| **PFTrDA** | perfluoro-n-tridekanová kyselina | 72629-94-8 |
| **PFTeDA** | perfluoro-n-tetradekanová kyselina | 376-06-7 |
| **PFBS** | perfluorbutansulfonát | 29420-49-3 |
| **PFHxS** | perfluorhexansulfonát | 82382-12-5 |
| **PFDS** | perfluordekansulfonát | N/A |
| **PFOSA** | perfluoroktansulfonamid | 754-91-6 |
| **N-MeFOSA** | N-methylperfluoro-1-oktansulfonamid | 31506-32-8 |
| **N-EtFOSA** | N-ethylperfluoro-1-oktansulfonamid | 4151-50-2 |

**Tabulka 12 – pokračování:** Seznam sledovaných analytů v mateřském mléce, rok 2017.

| Analyt | Název | CAS # |
|---|---|---|
| **Br-PFOS** | větvený (Br, branched) izomer perfluoroktansulfonanu (PFOS) | N/A |
| **L-PFOS** | lineární (L) izomer perfluoroktansulfonanu (PFOS) | N/A |
| **HFPO-DA** | tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoic acid | 13252-13-6 |
| **NaDONA** | sodium dodecafluoro-3H-4, 8-dioxanonanoate | 958445-44-8 |
| **9Cl-PF3ONS** | potassium 9-chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate | 73606-19-6 |
| **11Cl-PF3OUdS** | potassium 11-chloroeicosafluoro-3-oxaundecane-1-sulfonate | 83329-89-9 |
| Bromované zpomalovače hoření a jejich deriváty | | |
| **BDE 28** | 2,4,4'-tribromdifenylether | 41318-75-6 |
| **BDE 47** | 2,2',4,4'-tetrabromdifenylether | 5436-43-1 |
| **BDE 49** | 2,2',4,5'-tetrabromdifenylether | 243982-82-3 |
| **BDE 66** | 2,3',4,4'-tetrabromdifenylether | 189084-61-5 |
| **BDE 85** | 2,2',3,4,4'-pentabromdifenylether | 182346-21-0 |
| **BDE 99** | 2,2',4,4',5-pentabromdifenylether | 60348-60-9 |
| **BDE 100** | 2,2',4,4',6-pentabromdifenylether | 189084-64-8 |
| **BDE 153** | 2,2',4,4',5,5'-hexabromdifenylether | 68631-49-2 |
| **BDE 154** | 2,2',4,4',5,6'-hexabromdifenylether | 207122-15-4 |
| **BDE 183** | 2,2',3,4,4',5',6-heptabromdifenylether | 207122-16-5 |
| **BDE 196** | 2,2',3,3',4,4',5,6'-oktabromdifenylether | 446255-39-6 |
| **BDE 197** | 2,2',3,3',4,4',6,6'-oktabromdifenylether | 117964-21-3 |
| **BDE 203** | 2,2',3,4,4',5,5',6-oktabromdifenylether | 337513-72-1 |
| **BDE 206** | 2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonabromdifenyl ether | N/A |
| **BDE 207** | 2,2',3,3',4,4',5,6,6'-nonabromdifenylether | N/A |
| **BDE 209** | dekabromdifenyl ether | 1163-19-5 |
| **PBT** | pentabromtoluen | 87-83-2 |
| **PBEB** | pentabromometylbenzen | 85-22-3 |
| **HBB** | hexabrombenzen | 87-82-1 |
| **BTBPE** | 1,2-bis(2,4,6-tribrom-fenoxy)ethan | 37853-59-1 |
| **OBIND** | oktabromtrimetylfenylindan | N/A |
| **DBDPE** | dekabromdifenylethan | 84852-53-9 |
| **TBBPA** | tetrabrombisfenol A | 79-94-7 |
| **2,4-DBP** | 2,4-dibromophenol | 615-58-7 |
| **2,4,6-TBP** | 2,4,6-tribromophenol | 118-79-6 |
| **PBP** | pentabromophenol | 608-71-9 |
| **OH-BDE 47** | 6-hydroxy-2,2',4,4'-tetrabromdifenyl ether | 79755-43-4 |
| **OH-BDE 49** | 4'-hydroxy-2,2',4,5'-tetrabromdifenyl ether | N/A |
| **OH-BDE 68** | 2'-hydroxy-2,3',4,5'-tetrabromdifenyl ether | N/A |
| **OH-BDE 99** | 6'-hydroxy-2,2',4,4',5-pentabrmdifenyl ether | N/A |
| **alpha-HBCD** | α-1,2,5,6,9,10-hexabromcyklododekan | 134237-50-6 |
| **beta-HBCD** | β-1,2,5,6,9,10-hexabromcyklododekan | 134237-51-7 |
| **gamma-HBCD** | γ-1,2,5,6,9,10-hexabromcyklododekan | 134237-52-8 |