

**System monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR
ve vztahu k životnímu prostředí**

Subsystem V



**Zdravotní důsledky expozice lidského organismu
toxickým látkám ze zevního prostředí
(biologický monitoring)**

Odborná zpráva za rok 2020

Státní zdravotní ústav, Praha

září 2021

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

Ředitelka ústředí:	MUDr. Kubínová Růžena
Subsystem V:	Zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí (biologický monitoring)
Garant subsystému:	prof. MUDr. Milena Černá, DrSc.
Řešitelské pracoviště:	Ústředí monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva, Centrum zdraví a životního prostředí Státního zdravotního ústavu v Praze
Autoři:	RNDr. Vladimíra Puklová RNDr. Alena Fialová, Ph.D. Mgr. Nicole Vodrážková

Obsah

1	Základní informace o subsystému.....	4
1.1	Úvod.....	4
1.2	Cíle subsystému V.....	4
1.3	Obsah odborné zprávy.....	4
2	Organizace subsystému V v roce 2020.....	5
2.1	Analyzující laboratoře	5
2.2	Organizace a koordinace studie EHES.....	5
3	Metodická část	6
3.1	Nábor participantů.....	6
3.2	Vstupní kritéria pro nábor participantů	6
3.3	Odběry biologického materiálu	6
3.4	Použité analytické metody	6
3.5	Statistické metody	6
3.6	Charakteristika sledovaných látek.....	7
3.7	Charakteristika sledovaných skupin dospělých.....	8
4	Výsledky analýz	9
4.1	Obsah PFAS v krevním séru účastníků studie EHES a dárců krve	9
4.2	Porovnání obsahu PFAS v séru účastníků studie EHES a dárců krve	10
5	Závěr	12
6	Vysvětlivky	12
	Příloha	13

1 Základní informace o subsystému

1.1 Úvod

Lidský biomonitoring zahrnuje sledování biomarkerů expozice, resp. interní dávky (kontaminanty nebo jejich charakteristické metabolity) i biomarkerů saturace vybranými benefičními 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 roku 2003 ve spolupráci s příslušnými zdravotními ústavu a od roku 2008 s dislokovanými pracovišti Státního zdravotního ústavu.

1.2 Cíle subsystému V

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 a k ověření účinnosti realizovaných preventivních opatření. Současně přináší údaje o saturaci populace vybranými benefičními prvky. Biologický monitoring navazuje na výsledky monitorování toxických látek především v potravě, ovzduší a vodě. Výsledky slouží také k mezinárodnímu porovnání zátěže evropské populace toxickými látkami.

1.3 Obsah odborné zprávy

Předmětem Odborné zprávy za rok 2020 jsou výsledky biologického monitoringu získané ze vzorků krevního séra účastníků šetření zdravotního stavu EHES 2019 koordinovaného Státním zdravotním ústavem (SZÚ) v letech 2019-2020 (www.szu.cz/ehes). V séru byly analyzovány koncentrace perfluoroalkylovaných sloučenin (PFAS), které jsou široce rozšířeny vysoce persistentními toxickými látkami se silným bioakumulativním potenciálem. Výsledky získané u dospělých osob v tomto šetření byly porovnány s obsahem PFAS v krevním séru dárců krve z minulé studie dospělých v roce 2018, odebíraných na transfuzních stanicích stejných měst, kde probíhal i biomonitoring studie EHES 2019. Cílem porovnání bylo posoudit, do jaké míry je vnitřní expozice toxickým látkám vybraných zdravých jedinců – dárců krve podobná zátěži běžné dospělé populace.

2 Organizace subsystému V v roce 2020

Sledované oblasti	Praha, Liberec, Ostrava, Žďár nad Sázavou
Populační skupina	Dospělí
Počet osob	242
Sledované matrice	Krevní sérum
Sledované parametry (zkratky viz Vysvětlivky str.12)	<ul style="list-style-type: none">• PFBS• PFHpA• PFHxS• PFOA• PFNA• PFOS• PFDA• PFUdA• PFDoA• PFTrA• FOSA

2.1 Analyzující laboratoře

Analyt	Matrice	Organizace	Odpovědné osoby
Perfluoalkylované sloučeniny	Krevní sérum	SZÚ	Ing. Adam Vavrouš

2.2 Organizace a koordinace studie EHES

MUDr. Naděžda Čapková
RNDr. Michala Lustigová, PhD.
ve spolupráci s ÚZIS

Biologický monitoring:

Prof. MUDr. Milena Černá, DrSc.
Mgr. Tomáš Jánoš
RNDr. Vladimíra Puklová
Mgr. Zdeňka Tupá
Mgr. Nicole Vodrážková

3 Metodická část

3.1 Nábor participantů

Všichni respondenti zdravotního šetření EHES 2019 ve sledovaných lokalitách byli pozváni k účasti na studii biomonitoringu. Byla jim vysvětlena důležitost biologického monitoringu a byli požádáni o souhlas s uchováním zbylé odebrané krve pro analýzu PFAS v krevním séru.

3.2 Vstupní kritéria pro nábor participantů

- věk 25 – 64 let
- podpis informovaného souhlasu se studií
- vyplnění krátkého dotazníku

3.3 Odběry biologického materiálu

Každému souhlasícímu účastníkovi šetření EHES 2019 byla pro odběry krve předána polypropylénová zkumavka, jednorázová pipeta a štítky s identifikačními kódy účastníka. Odběry krve byly zajišťovány ve zdravotnických zařízeních ve sledovaných lokalitách. Po laboratorní analýze krevního séra pro potřeby studie EHES 2019 bylo zbylé krevní sérum odpipetováno do zkumavek opatřených příslušným kódem, a zamraženo ve svislé poloze při teplotě -18°C až -20°C . Vzorky séra byly svezeny do laboratoře SZÚ v Praze, kde byly poté analyzovány.

3.4 Použité analytické metody

PFAS v krevním séru byly stanovovány vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií (HPLC) ve spojení s tandemovým hmotnostním spektrometrem (MS/MS). Meze stanovitelnosti (LOQ) se v závislosti na objemu vzorku séra pohybovaly v rozmezí 0,009 – 0,15 ng/ml (viz Tabulka 1: příloze zprávy).

3.5 Statistické metody

Pro testování rozdílů v hladinách PFAS v krevním séru mezi dvěma skupinami dospělých, dárců krve a účastníků studie EHES, byl použit neparametrický Mann-Whitney U test a Wilcoxonův test. Obě sledované skupiny osob se lišily věkovým složením a zastoupením mužů a žen. Z důvodu možného vlivu těchto ukazatelů na obsah sledovaných látek v krevním séru a tudíž případného zkreslení při porovnání obou souborů, byla ve statistickém zpracování tato fakta zohledněna. Pro porovnání obou skupin dospělých byla použita vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA), kde závislá proměnná byl přirozený logaritmus obsahu sledovaných PFAS v séru a nezávislé proměnné pohlaví, věk (věkové kategorie) a skupina (účastníci studie EHES 2019, dárci krve). Statistická významnost byla stanovena na hladině $\alpha=0,05$ (oboustranně).

3.6 Charakteristika sledovaných látek

Obecné informace

Perfluoroalkylované látky (PFAS) je společný název pro skupinu fluorovaných alkylovaných sloučenin, jejichž nejvýznamnějšími zástupci jsou kyselina perfluorooktanová (PFOA) a perfluorooktansulfonát (PFOS). Jsou to široce rozšířené vysoce perzistentní organické polutanty s bioakumulačním potenciálem. Tyto látky se používají ke zlepšení odolnosti předmětů vůči vodě a vlhkosti, mastnotě a nečistotě, např. koberců, čalounění, nepromokavého oblečení a obuvi, potravinových obalů, nepřilnavých povrchů apod. Mezi hlavní průmyslová odvětví používající PFAS patří letecký a automobilový průmysl, výroba textilu, výrobků pro domácnost, elektroniky, hasicích přístrojů, medicínských předmětů a zpracování potravin. Do životního prostředí (půdy a vody) se ve velkém dostávají zejména z hasicí pěny používané pro hašení paliv (ropy, benzínu, jiných chemických provozů a také při pravidelných hasičských cvičeních na letištích či ve vojenských objektech. Uvolňují se také z ošetřených výrobků při jejich používání, recyklaci nebo likvidaci [1].

V posledních desetiletích začali světoví výrobci nahrazovat PFAS s dlouhým řetězcem zástupci s kratším řetězcem nebo nefluorovanými látkami, které však mohou mít podobné účinky na zdraví. Od roku 2009 je kyselina perfluoroktansulfonová (PFOS) a její deriváty zahrnuta do mezinárodní Stockholmské úmluvy, a vyloučilo se její použití. Podle nařízení EU o perzistentních organických znečišťujících látkách je PFOS v EU omezen již více než 10 let. Stockholmská úmluva dále reguluje globální eliminaci kyseliny perfluoroktanové (PFOA), jejích solí a sloučenin. PFOA je podle nařízení Evropské komise zakázána od roku 2020. Náhradou za zakázanou PFOA byla používána kyselina perfluorohexansulfonová (PFHxS), která je však rovněž silně bioakumulativní. Proto probíhají kroky pro její zařazení do Stockholmské úmluvy a následnou globální eliminaci. Další zástupci PFAS jsou zařazeni na kandidátní listinu látek Evropské chemické agentury vzbuzujících velké obavy a vyžadujících autorizaci.

V září 2020 stanovil Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) nový bezpečnostní práh pro hlavní perfluoroalkylové látky, které se hromadí v těle: kyselina perfluorooktanová (PFOA), perfluoroktansulfonát (PFOS), kyselina perfluorononanová (PFNA), kyselina perfluorohexansulfonová (PFHxS) [2]. Prahová hodnota - skupinový tolerovatelný týdenní příjem (TWI) 4,4 nanogramů na kilogram tělesné hmotnosti za týden - je součástí vědeckého stanoviska k rizikům pro zdraví lidí z přítomnosti těchto látek v potravinách. Přepracované znění směrnice o pitné vodě, které vstoupilo v platnost 12. ledna 2021, obsahuje limit 0,5 µg/l pro všechny PFAS, což je v souladu s tzv. skupinovým přístupem [3].

Zdroje expozice

Jak často u perzistentních sloučenin bývá, pronikají do potravního řetězce. Cestami expozice je tak především konzumace kontaminovaných potravin a pitné vody, konzumace potravin balených do obalů obsahující PFAS (obaly na pizzu, popcorn, na jídla typu fast food), přenosem z ruky do úst z povrchů ošetřených materiálů (čalounění, oblečení, koberce) potenciálně významné zejména u malých dětí [1].

Zdravotní význam

Studiemi na zvířatech byla prokázána vývojová a reprodukční toxicita, hepatotoxicita, nefrotoxicita a neurotoxicita, buněčná toxicita, karcinogenita a poškozování hormonální rovnováhy (ovlivnění hormonů štítné žlázy, pohlavních hormonů) [1].

Biologický monitoring

Pro sledování zátěže populace se nejčastěji využívá analýza PFAS v krvi a také v mateřském mléku z důvodu odhadu příjmu PFAS kojením a možné zátěže kojenců. V rámci Evropské Iniciativy Lidského Biomonitoringu (HBM4EU) jsou PFAS zařazeny na první seznam prioritních látek [4].

3.7 Charakteristika sledovaných skupin dospělých

V rámci národní studie EHES v období let 2019 až 2020 byly získány vzorky krevního séra od 242 osob. Soubor dárců krve (2018) měl nižší věkový průměr (39 let vs 47 let) a vyšší zastoupení mužů (65 % vs 36 %), než soubor dospělých ze studie EHES, viz tab. 6.2.1.

Průměrná hodnota Body Mass Indexu (BMI) účastníků studie EHES 2019 činila 27,5, dárců krve 26,7.

Tab. 3.7.1 Charakteristiky souborů dárců krve (2018) a účastníků studie EHES (2019) podle pohlaví a věkového složení

Skupina			Věková kategorie (v letech)					Celkem
			<29	30-39	40-49	50-59	60+	
Dárci krve	Pohlaví	Muži	43	93	80	33	6	255
		%	16,9	36,5	31,4	12,9	2,%	100,0
	Ženy		34	29	56	20	1	140
		%	24,3	20,7	40,0	14,3	0,7	100,0
	Celkem		77	122	136	53	7	395
		%	19,5	30,9	34,4	13,4	1,8	100,0
EHES 2019	Pohlaví	Muži	8	18	30	21	11	88
		%	9,1	20,5	34,1	23,9	12,5	100,0
	Ženy		9	24	54	42	25	154
		%	5,8	15,6	35,1	27,3	16,2	100,0
	Celkem		17	42	84	63	36	242
		%	7,0	17,4	34,7	26,0	14,9	100,0

4 Výsledky analýz

V případě zjištění koncentrace sledované látky v matrici pod limitem kvantifikace (LOQ) byla pro další hodnocení použita hodnota rovna ½ meze stanovitelnosti dané metody. U těch zástupců PFAS, kde byl podíl vzorků s hodnotami pod LOQ dané analytické metody vyšší než 50 % nebyla provedena kvantifikace výsledků, viz Příloha.

4.1 Obsah PFAS v krevním séru účastníků studie EHES a dárců krve

Zastoupení 11 sledovaných sloučenin PFAS v krevním séru bylo u obou skupin dospělých podobné. V krevním séru účastníků studie EHES 2019 byly zjištěny pozitivní nálezy (hodnoty nad mezi kvantifikace) ve všech vzorcích (100 %) u kyseliny perfluorooktanové (PFOA), perfluorooktansulfonátu (PFOS) a perfluorohexansulfonátu (PFHxS). V krevním séru dárců krve byly zjištěny pozitivní nálezy ve všech vzorcích rovněž u PFOA a PFOS, a také u kyseliny perfluorononanové (PFNA). Téměř ve všech vzorcích byly pozitivní nálezy také u kyseliny perfluoron-dekanové (PFDA) (EHES i dárci 99,5 %), kyseliny perfluoroundekanové (PFUdA) (EHES 92,6 %, dárci 97,2 %), kyseliny perfluorononanové PFNA (EHES 98,4 %) a perfluorohexansulfonátu (PFHxS) (dárci 99,5 %). Výše uvedené PFAS byly předmětem dalšího zkoumání. Základní statistické charakteristiky jejich obsahu u obou skupin jsou uvedeny v Tabulce 4.1.1 a 4.1.2.

Tab. 4.1.1 Koncentrace PFAS v krevním séru účastníků studie EHES 2019, v ng/ml

N=242	PFOA	PFOS	PFHxS	PFNA	PFDA	PFUdA
GM	0,680	3,483	0,378	0,349	0,158	0,077
CI95	0,626-0,740	3,165-3,834	0,350-0,409	0,324-0,376	0,146-0,171	0,071-0,085
Kv25	0,441	2,121	0,254	0,243	0,105	0,051
Medián	0,687	3,637	0,393	0,362	0,153	0,083
Kv75	1,052	5,504	0,582	0,519	0,235	0,126
Kv95	1,795	11,891	0,941	0,884	0,468	0,243
Min	0,040	0,277	0,027	0,019	0,023	0,006
Max	3,916	40,323	1,490	1,707	1,074	0,342

Tab. 4.1.2 Koncentrace PFAS v krevním séru dárců krve (2018), v ng/ml

N=395	PFOA	PFOS	PFHxS	PFNA	PFDA	PFUdA
GM	1,362	2,836	0,312	0,272	0,141	0,064
CI95	1,277-1,452	2,590-3,105	0,291-0,335	0,254-0,290	0,132-0,151	0,060-0,068
Kv25	1,053	1,681	0,213	0,188	0,092	0,436
Medián	1,475	2,738	0,314	0,281	0,143	0,067
Kv75	2,074	4,493	0,475	0,406	0,203	0,957
Kv95	3,200	13,303	1,011	0,707	0,428	0,176
Min	0,150	0,137	0,014	0,026	0,014	0,007
Max	9,888	89,036	3,018	4,192	1,631	0,356

Pozn. k Tab 4.1.1 a Tab 4.1.2:

GM: geometrický průměr

CI95: 95% interval spolehlivosti pro geometrický průměr

Kv25: 25% kvantil

Medián: 50% kvantil

Kv75: 75% kvantil

Kv95: 95% kvantil

U ostatních sledovaných zástupců PFAS - kyseliny perfluorobutansulfonové (PFBS), kyseliny perfluoroheptanové (PFHpA), kyseliny perfluorododekanové (PFDoA), kyseliny perfluorotridekanové (PFTrA) a perfluorooktansulfonamidu (FOSA) - se pozitivní nálezy v obou skupinách dospělých pohybovaly v rozmezí od 0 % do 45 % případů a tudíž nebyly kvantifikovány. Podíl pozitivních nálezů PFAS v krevním séru v obou skupinách dospělých je uveden v Příloze.

Koncentrace všech zástupců PFAS v krevním séru mezi sebou významně korelovaly (Spearmanův korelační koeficient, $p < 0,01$).

Obsah PFOA a PFOS v krevním séru lze hodnotit porovnáním s mezními hodnotami stanovenými Komisí pro biomonitoring při německé Federální agentuře pro životní prostředí UBA [5, 6]. Pro PFOA bylo u dospělých osob z obou souborů zjištěno překročení bezpečné mezní hladiny I. stupně, pod kterou podle současného poznání nehrozí zdravotní dopady, u 18 % osob, a pro PFOS téměř u jedné čtvrtiny osob (23 %). Překročení mezní hodnoty II. stupně, nad kterou existuje zvýšené riziko poškození zdraví a expozice vyžaduje intervenci, bylo zjištěno u PFOS, a to celkem u 13 osob z 637 účastníků.

4.2 Porovnání obsahu PFAS v séru účastníků studie EHES a dárců krve

Oba porovnávané soubory se lišily věkovým složením a zastoupením mužů a žen. Soubor dospělých ze studie EHES 2019 měl vyšší věkový průměr (47 let vs 39 let) a nižší zastoupení mužů (36 % vs 65%) než soubor dárců krve (2018).

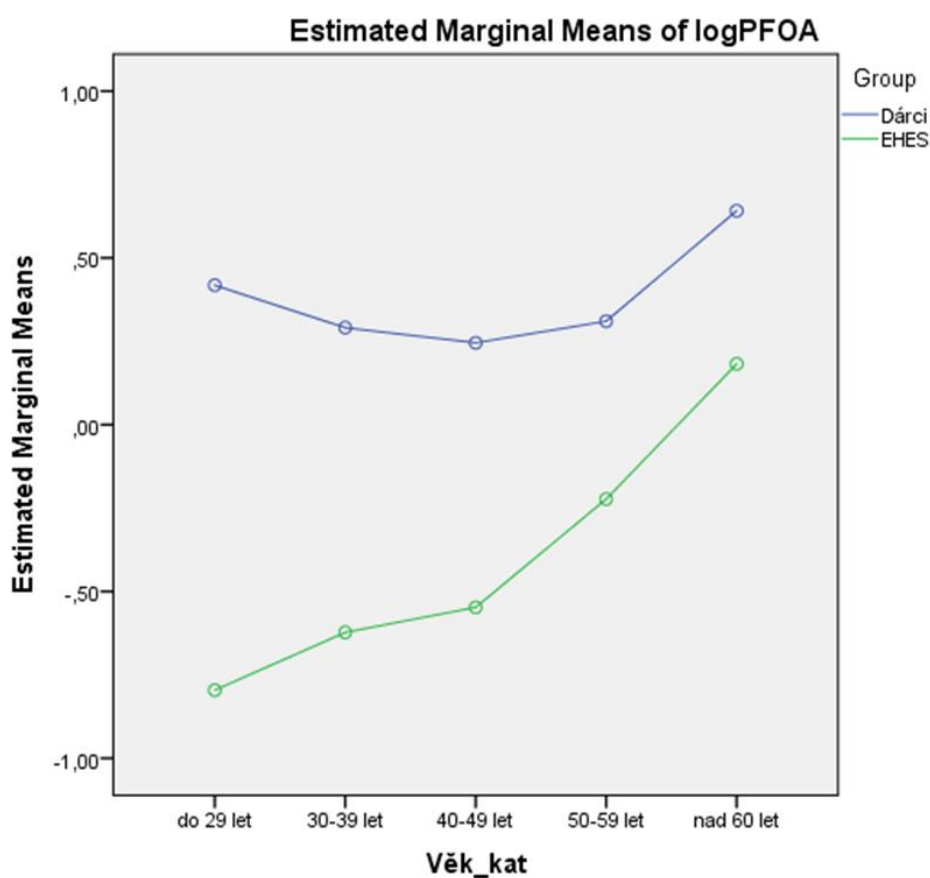
U osob z obou skupin významně vzrůstal obsah všech šesti hodnocených zástupců PFAS s věkem (na hladině významnosti $p \leq 0,001$). Naopak významný vliv pohlaví na obsah PFAS v séru byl nalezen pouze u PFHxS, dosud používané nevhodné náhrady PFOA. Muži měli ve všech věkových kategoriích vyšší koncentrace než ženy. Vliv tělesné hmotnosti, vyjádřené pomocí Body Mass Indexu, na koncentrace PFAS v séru se nepotvrdil.

Hladiny PFAS v krevním séru se mezi oběma soubory dospělých významně lišily. Účastníci studie EHES měli střední koncentrace všech hodnocených PFAS vyšší než skupina dárců krve, což koresponduje s vyšším věkem účastníků EHES. Výjimkou byla kyselina perfluorooktanová (PFOA), u které naopak dárce krve vykazovali hladinu významně vyšší.

Po očištění od vlivu rozdílného složení obou souborů dospělých z hlediska věku a pohlaví, a po zohlednění skupiny jako další nezávislé proměnné, bylo zjištěno, že rozdíly v obsahu PFAS mezi skupinami účastníků studie EHES a dárců krve nejsou významné. Jedinou výjimkou je PFOA, jejíž obsah v séru zůstal významně vyšší ve skupině dárců krve ($p < 0,001$). Navíc zde byl zjištěn významný ($p = 0,008$) spojený efekt kombinace faktorů věku a skupiny (interakce). To znamená, že pouze u PFOA existuje v každé z obou skupin jiný průběh závislosti koncentrace na věku. U účastníků studie EHES

byla koncentrace PFOA s věkem výrazně rostoucí, ale na podstatně nižších hladinách než u dárců (obr. 4.2.1). Podobný průběh závislosti koncentrace na věku byl pozorován pro všechny ostatní PFAS. U dárců krve byl obsah PFOA ve věkových kategoriích zhruba konstantní s mírným růstem až u věkové kategorie 60+, ale celkově ve vyšších hladinách než u druhé skupiny.

Obr. 4.2.1 Průběh závislosti obsahu PFOA v séru na věku ve skupině účastníků studie EHES 2019 a dárců krve vyjádřený pomocí odhadu „marginal means“* logaritmu koncentrace PFOA v séru (ANOVA)



* pojem „marginal means“ vyjadřuje, jaké jsou skupinové průměry pro jednotlivé skupiny dospělých (EHES a dárci) a věkové kategorie.

5 Závěr

Závěrem lze konstatovat, že rozdíly v obsahu persistentních bioakumulativních toxických látek široce rozšířených v prostředí pravděpodobně nebudou významně rozdílné u standardně monitorované skupiny dárců krve oproti běžné dospělé populaci.

6 Vysvětlivky

- PFBS kyselina perfluorobutansulfonová
- PFHpA kyselina perfluoroheptanová
- PFHxS kyselina perfluorohexansulfonová
- PFOA kyselina perfluorooktanová
- PFNA kyselina perfluorononanová
- PFOS perfluorooktansulfonová kyselina, perfluoroktansulfonát
- PFDA kyselina perfluoro-n-dekanová
- PFUdA kyselina perfluoroundekanová
- PFDoA kyselina perfluorododekanová
- PFTrA kyselina perfluorotridekanová
- FOSA perfluorooktansulfonamid
- LOQ mez stanovitelnosti

CITACE:

1. ECHA. Perfluoroalkylové chemické látky (PFAS) [Internet]. Evropská agentura pro chemické látky; [citováno 9.7.2021]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas>
2. Evropský úřad pro bezpečnost potravin. 2020. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA Journal*;18(9):6223. Dostupné z: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2020.6223>
3. Evropský parlament a Rada. 2020. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě v přepracovaném znění. *Official Journal of the European Union*. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=LEGISSUM%3A4499769>
4. HBM4EU project. HBM4EU priority substances [Internet], HBM4EU; [citováno 9.7.2021]. Dostupné z: <https://www.hbm4eu.eu/the-substances/>
5. Umweltbundesamt. 2018. Ableitung von HBM-I-Werten für Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) – Stellungnahme der Kommission „Humanbiomonitoring“ des Umweltbundesamts. *Bundesgesundheitsbl* 61, 474–487. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00103-018-2709-z>
6. Umweltbundesamt. 2020. HBM-II-Werte für Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) in Blutplasma – Stellungnahme der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. *Bundesgesundheitsbl* 63, 356–360. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-020-03101-2>

Příloha

Tabulka 1: Podíl pozitivních nálezů PFAS v obou skupinách dospělých a meze kvantifikace (LOQ)

	% nad LOQ			LOQ* (ng/ml)	
	EHES N=242	Dárci N=395	Celkem N=637	EHES	Dárci
PFBS	28,1	3,8	13,0	0,028-0,113	0,009-0,027
PFHpA	16,5	43,8	33,6	0,125-0,5	0,009-0,027
PFHxS	100	99,5	99,7	0,013-0,05	0,009-0,027
PFOA	100	100	100	0,038-0,15	0,009-0,027
PFNA	98,4	100	99,4	0,038-0,15	0,0095-0,029
PFOS	100	100	100	0,038-0,15	0,014-0,041
PFDA	99,5	99,5	99,5	0,013-0,05	0,009-0,027
PFUdA	92,6	97,2	95,4	0,013-0,05	0,009-0,027
PFDoA	38,8	44,8	42,5	0,013-0,05	0,009-0,027
PFTrA	15,3	29,1	23,9	0,013-0,05	0,009-0,027
FOSA	0	0	84,3	0,013-0,05	0,009-0,027

*Rozpětí mezi stanovitelnosti je dáno různým objemem vzorku séra (0,5, 1, 2 nebo 3 ml).