



ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ – PROSTŘEDÍ PRO ŽIVOT – 2024



Kontaminace textilu a oděvů věčnými chemikáliemi

Prof. RNDr. Tomáš Cajthaml, DSc., RNDr. Jaroslav Semerád, Ph.D., Mgr. Jitka Straková, Sara Brosché, Ph.D., Mgr. Karolína Brabcová, RNDr. Ivana Kopecká, Ph.D.

*Ústav pro životní prostředí, Univerzita Karlova v Praze, Benátská 2, 128 01,
Praha 2*

IPEN (International Pollutants Elimination Network)

Arnika, z.s., Seifertova 327/85, 130 00, Praha 3



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS)

- syntetické fluorované látky (včetně jejich oligomerů a polymerů); persistentní látky s bioakumulačním potenciálem
- od poloviny 90. let se výzkum zaměřuje na fluorované uhlovodíky s delším řetězcem – v průmyslových směsích C4 - C20
- odolnost vůči hydrolýze, fotolýze, mikrobiální degradaci a metabolismu obratlovců
- vazba C-F se rozkládá nad 1000°C
- zdroje: hasící pěny, impregnace, použití s teflonem: tkaniny, papír, nábytek, nádobí...prostě všude
- hepatotoxické, karcinogenní, ED thyroidních hormonů (štítné žlázy); poruchy imunitního a nervového systému a zvýšená mortalita mláďat
- PFOS, PFOA, PFHxS = POPs: 2015, 2019, 2023
- ale celkem cca 15000 látek!!!!



Perfluorocarboxylic acids
(ex. PFOA)



Perfluorosulfonic acids
(ex. PFOS)



Fluorotelomer alcohol
(ex. 8:2 FTOH)



Perfluorophosphonic/phosphinic acids
(ex. If R=OH then PFOPA
If R=C8 perfluoroalkane then 8:8 PFPi)



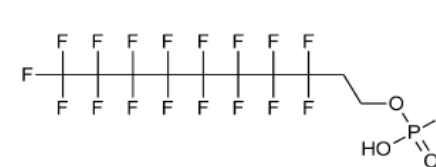
Perfluorosulfonamide
(ex. FOSA)



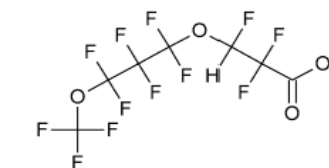
Perfluorinated cyclo sulfonates
(ex. PFECs)



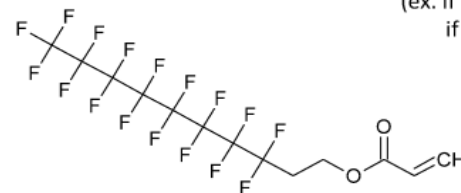
Perfluorosulfonamidoethanol
(ex. N-EtFOSE)



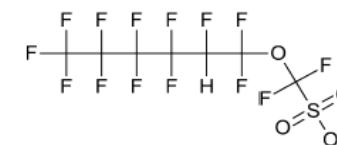
Fluorotelomer phosphate esters
(ex. if R= OH then 8:2 monoPAP
if R= 8:2 FTO ester then 8:2 diPAP)



Polyfluorinated ether carboxylates
(ex. 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoate)



Polyfluorinated polymeric unit
(ex. 1H,1H,2H,2H-perfluorodecyl acrylate)



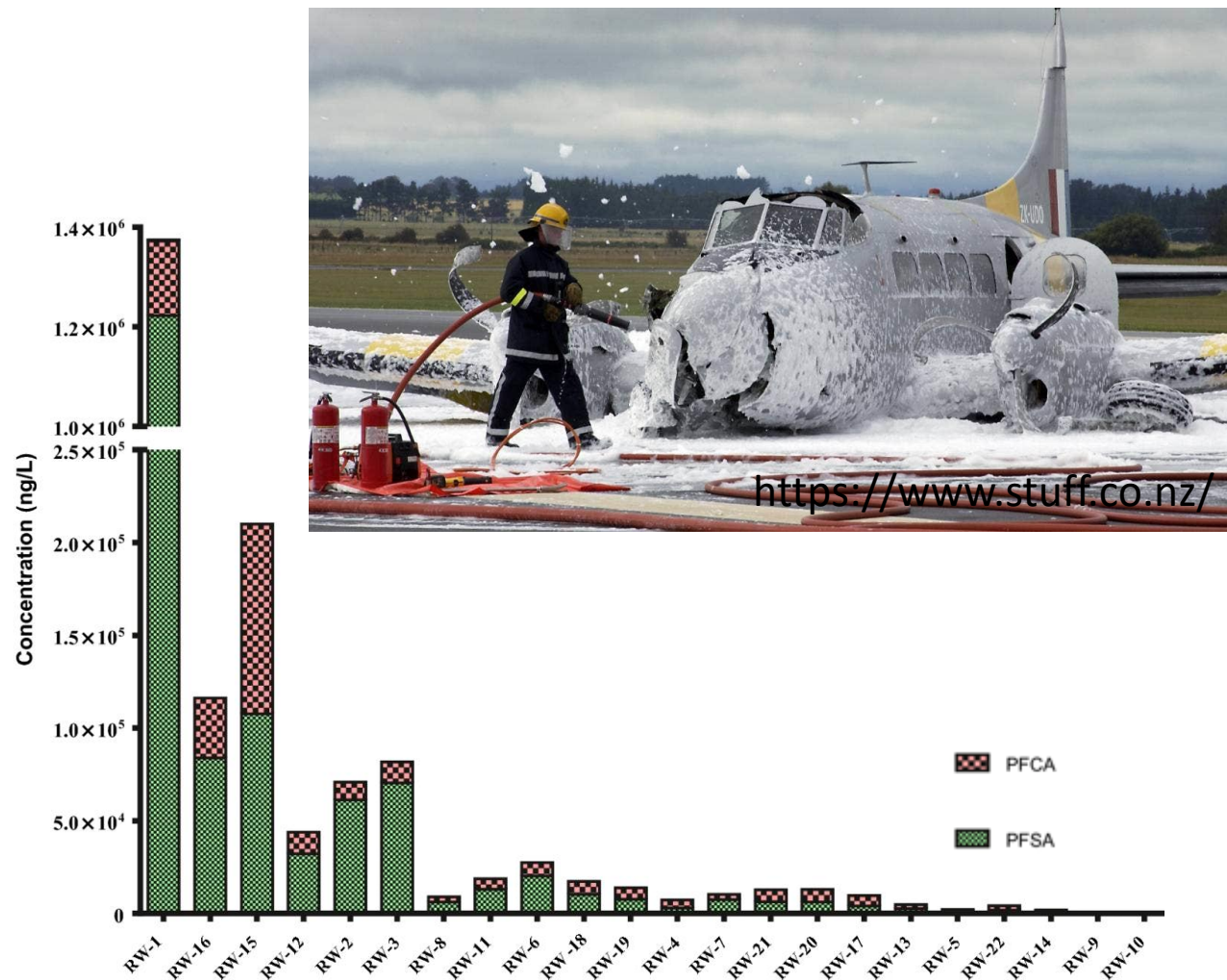
Polyfluorinated ether sulfonates
(ex. Perfluoro [hexyl ethyl ether sulfonate])



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS)

- detekovatelné ve všech oceánech, řekách....
- detekovatelné v krvi všech lidí
- difúzní kontaminace X „hot spots“

- hepatotoxické
- potenciálně karcinogenní (IARC: PFOA – 1A, PFOS – 2B; rakovina jater, prsou, nadledvinek a štítné žlázy)
- thyroïdní endokrinní disruptor; poruchy imunitního a nervového systému
- vliv na transport a metabolismus mastných kyselin, metabolismus cholesterolu, oxidační stres
- zvýšená mortalita mláďat





Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS)

- detekovatelné ve všech oceánech, řekách....
- detekovatelné v krvi všech lidí
- difúzní kontaminace X „hot spots“
- hepatotoxické
- potenciálně karcinogenní (IARC: PFOA – 1A, PFOS – 2B; rakovina jater, prsou, nadledvinek a štítné žlázy)
- thyroïdní endokrinní disruptor; poruchy imunitního a nervového systému
- vliv na transport a metabolismus mastných kyselin, metabolismus cholesterolu, oxidační stres
- zvýšená mortalita mláďat

životní cyklus perfluorovaných látek





Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS)

- detekovatelné ve všech oceánech, řekách....
- detekovatelné v krvi všech lidí
- difúzní kontaminace X „hot spots“

- hepatotoxické
- potenciálně karcinogenní (IARC: PFOA – 1A, PFOS – 2B; rakovina jater, prsou, nadledvinek a štítné žlázy)
- thyroïdní endokrinní disruptor; poruchy imunitního a nervového systému
- vliv na transport a metabolismus mastných kyselin, metabolismus cholesterolu, oxidační stres
- zvýšená mortalita mláďat

Jaká jsou zdravotní rizika PFAS pro člověka? Mohou:





Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS)

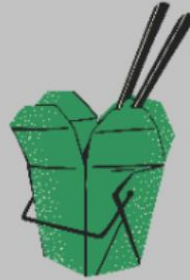
Produkty:



Stain resistant products



Nonstick cookware



Takeout containers



Waterproof apparel



Furniture & textiles



Firefighting foam

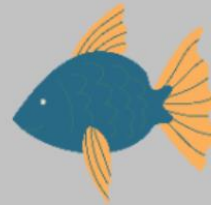
Expozice:



Working in an industrial facility where PFAS chemicals were produced or used



Drinking contaminated municipal water or private well water



Eating fish caught from water contaminated by PFAS chemicals



Eating food that has been contaminated during growing, packaging, and/or processing



Accidentally swallowing contaminated soil or dust



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS)

Produkty:



Stain resistant products



Nonstick cookware



Takeout containers



Waterproof apparel



Furniture & textiles



Firefighting foam

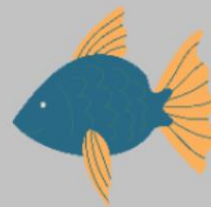
Expozice:



Working in an industrial facility where PFAS chemicals were produced or used



Drinking contaminated municipal water or private well water



Eating fish caught from water contaminated by PFAS chemicals



Eating food that has been contaminated during growing, packaging, and/or processing



Accidentally swallowing contaminated soil or dust



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS)

Nařízení EU 2019/1021 o perzistentních organických znečišťujících látkách, které transponuje omezení Stockholmské úmluvy do evropské legislativy, stanovuje maximální koncentraci pro použití ve spotřebitelských výrobcích, včetně textilu:

- PFOA a PFHxS (včetně jejich solí) jednotlivě: 0,025 mg/kg (25 ng/g nebo ppb)
- sloučeniny související s PFOA: celková koncentrace 1 mg/kg
- sloučeniny související s PFHxS: celková koncentrace 1 mg/kg
- PFOS a její deriváty: 10 mg/kg v látkách nebo směsích
- PFOS a PFOA se nesmí používat v množství větším než 1 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ povrchu ošetřovaného materiálu.

2023 EU omezila (REACH) přibližně 200 PFCA s dlouhým řetězcem (C9-C14) a jejich prekurzorů

- 25 ppb pro kumulativní sumu C9-C14 PFCA
- 260 ppb pro jejich příbuzné látky



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

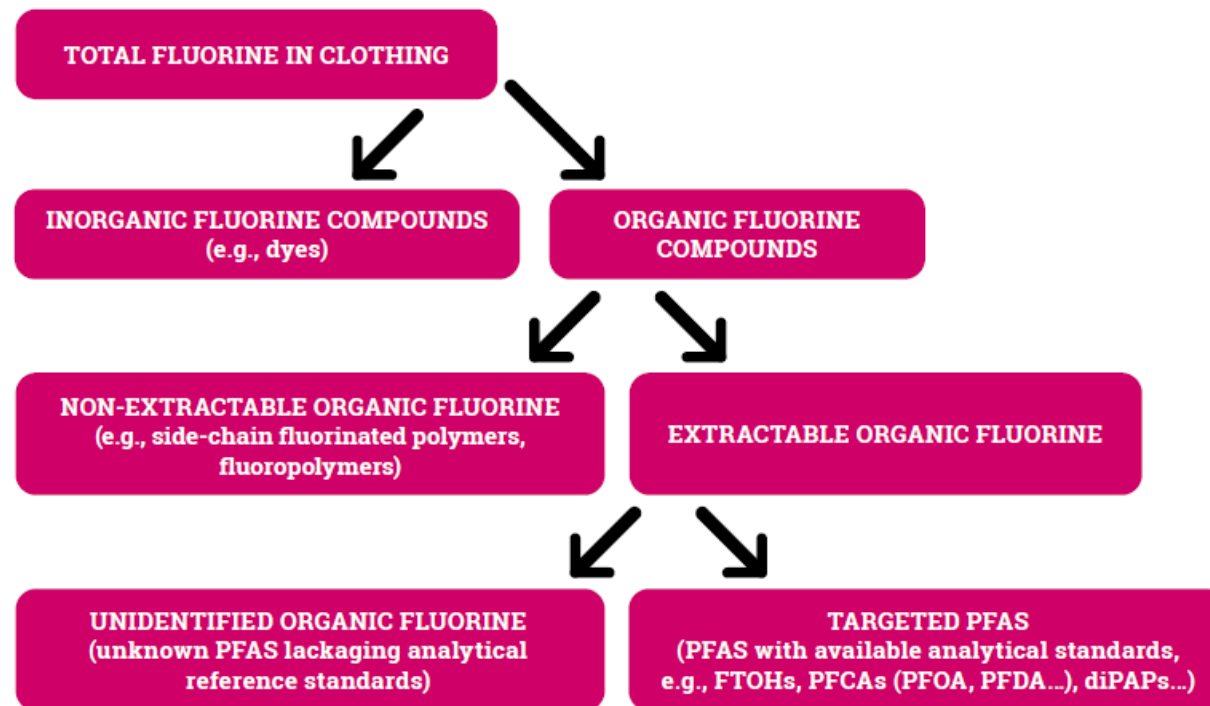
- cílem (2023) studie bylo analyzovat přítomnost per- a polyfluoroalkylovaných látek (PFAS) v oděvech, včetně dětských
- Německo, Česká republika, Nizozemsko, Polsko, Velká Británie, Srbsko, Černá Hora, Keňa, Bangladéš, Indie, Srí Lanka, Thajsko, USA
- celkem bylo zkoumáno 72 vzorků oděvů
- 56 tvořily bundy a 16 jiné textilie
- testy byly zaměřeny na přítomnost 58 specifických PFAS a extrahovatelného organického fluoru (EOF), který indikuje přítomnost PFAS ve vzorcích.





Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

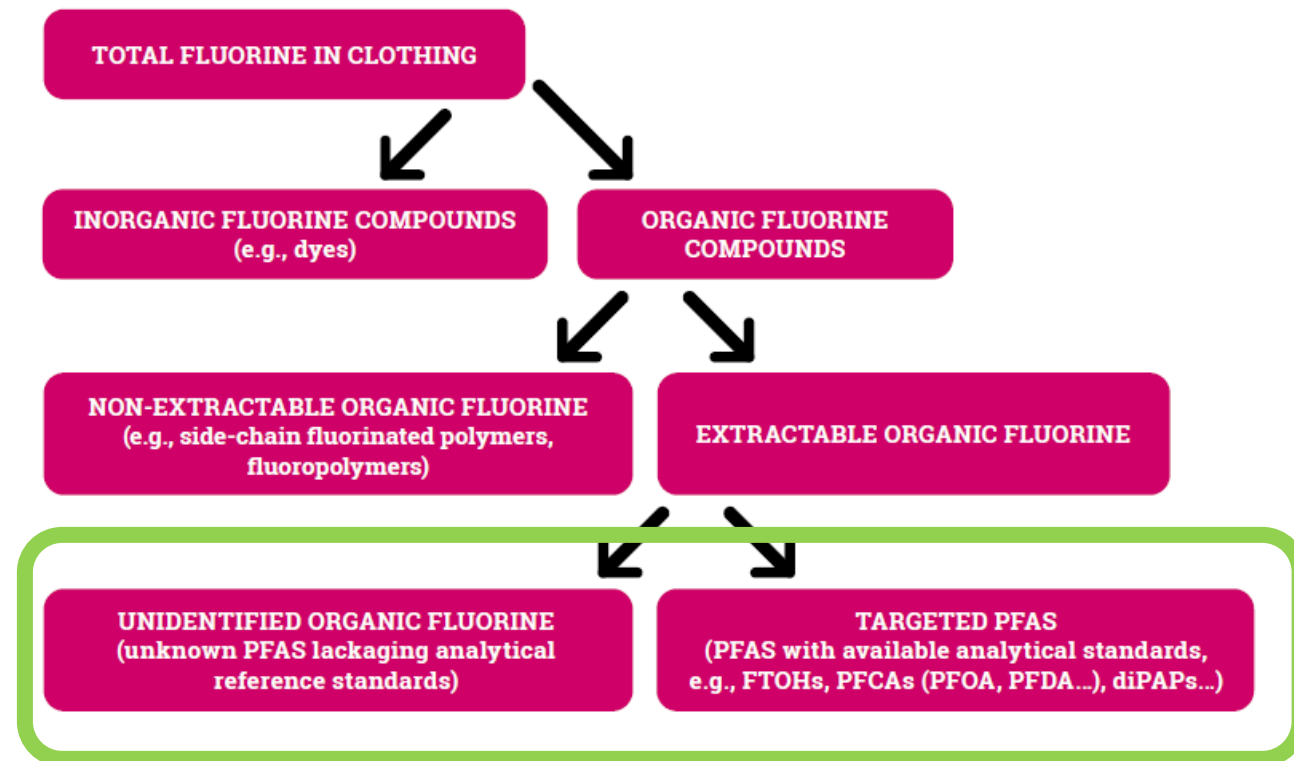
- cílem (2023) studie bylo analyzovat přítomnost per- a polyfluoroalkylovaných látek (PFAS) v oděvech, včetně dětských
- Německo, Česká republika, Nizozemsko, Polsko, Velká Británie, Srbsko, Černá Hora, Keňa, Bangladéš, Indie, Srí Lanka, Thajsko, USA
- celkem bylo zkoumáno 72 vzorků oděvů
- 56 tvořily bundy a 16 jiné textilie
- testy byly zaměřeny na přítomnost 58 specifických PFAS a extrahovatelného organického fluoru (EOF), který indikuje přítomnost PFAS ve vzorcích.





Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

- cílem (2023) studie bylo analyzovat přítomnost per- a polyfluoroalkylovaných látek (PFAS) v oděvech, včetně dětských
- Německo, Česká republika, Nizozemsko, Polsko, Velká Británie, Srbsko, Černá Hora, Keňa, Bangladéš, Indie, Srí Lanka, Thajsko, USA
- celkem bylo zkoumáno 72 vzorků oděvů
- 56 tvořily bundy a 16 jiné textilie
- testy byly zaměřeny na přítomnost 58 specifických PFAS a extrahovatelného organického fluoru (EOF), který indikuje přítomnost PFAS ve vzorcích.





Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

- cílem (2023) studie bylo analyzovat přítomnost per- a polyfluoroalkylovaných látek (PFAS) v oděvech, včetně dětských
- Německo, Česká republika, Nizozemsko, Polsko, Velká Británie, Srbsko, Černá Hora, Keňa, Bangladéš, Indie, Srí Lanka, Thajsko, USA
- celkem bylo zkoumáno 72 vzorků oděvů
- 56 tvořily bundy a 16 jiné textilie
- testy byly zaměřeny na přítomnost 58 specifických PFAS a extrahovatelného organického fluoru (EOF), který indikuje přítomnost PFAS ve vzorcích.

Organický fluor v extraktech vzorků (EOF; extrahovatelný organický fluor) byl stanoven pomocí spalovací iontové chromatografie (CIC)

- vzorek spaluje při 1000 °C v atmosféře kyslíku a argonu a organicky vázaný fluor se zplyňuje a zachycuje ve vodném roztoku peroxidu ve formě fluoride
- koncentrace fluoridu stanoví pomocí iontové chromatografie

58 PFAS v extraktech vzorků bylo stanoveno pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie s tandemovou hmotnostní detekcí s ionizací elektrosprejem pracující v negativním režimu (HPLC-ESI-MS/MS).



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

Organický fluor v extraktech vzorků (EOF; extrahovatelný organický fluor) byl stanoven pomocí spalovací iontové chromatografie (CIC)

- vzorek spaluje při 1000 °C v atmosféře kyslíku a argonu a organicky vázaný fluor se zplyňuje a zachycuje ve vodném roztoku peroxidu ve formě fluoridu
- koncentrace fluoridu se stanoví pomocí iontové chromatografie

Padesát osm cílených PFAS v extraktech vzorků bylo stanoveno pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie s tandemovou hmotnostní detekcí s ionizací elektrosprejem pracující v negativním režimu (HPLC-ESI-MS/MS).

1 CZ-OUTD-01A



2 CZ-OUTD-02A



3 CZ-OUTD-03A



4 CZ-OUTD-04A



5 CZ-OUTD-05A



6 CZ-OUTD-06A



7 CZ-OUTD-07A



8 CZ-OUTD-08A



9 CZ-OUTD-09A



10 CZ-OUTD-10A



11 RS-PFAS-01



12 RS-PFAS-02



13 RS-PFAS-03

14 RS-PFAS-04

15 NL-PFAS-01

16 NL-PFAS-02



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

	Jackets Europe	Jackets US	Jackets Asia	Jackets Kenya	Jackets all
Number of jackets with EOF or targeted PFAS above LOQ	17/32	7/10	9/12	2/2	35/56
EOF range	424.6 – 109 530.9	603.2 – 10 253.4	251.3 – 15 326.6	225 343.2 – 545 667.7	251.3 – 545 667.7
EOF median	5 905.8	687.9	1373.3	x	4 094.1
Total PFAS range	4.9 – 1 304.7	3.8 – 983.0	3.4 – 31.9	251.8 – 526.6	3.4 – 1 304.7
Total PFAS median	66.8	14.8	13.5	x	31.9

72 KE-CO 3



73 KE-CO 4



55 IN-PFAS-11



49 IN-PFAS-04



	Asia textile	Kenya textile	All samples (incl. jackets)
Number of clothing items with EOF or targeted PFAS above LOQ	9/14	2/2	46/72
EOF range	367.8 – 9 624.4	1164.7 – 5084.1	251.3 – 545 667.7
EOF median	663.4	x	3 090.2
Total PFAS range	2.6 – 702.2	47.6- 432.5	2.6 – 1 304.7
Total PFAS median	6.5	x	39.8

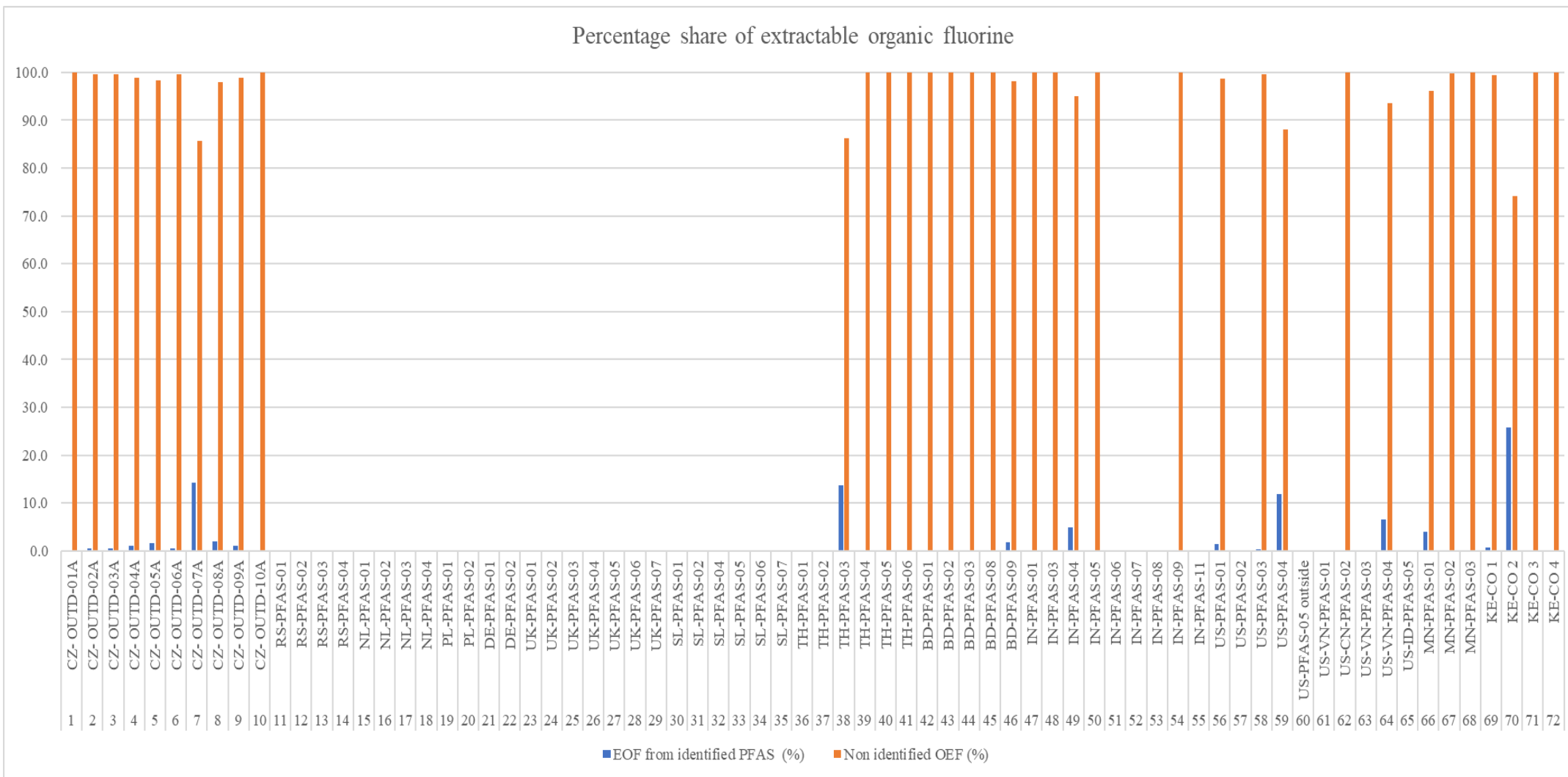


Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

Sample ID	Bought in	Brand	Description	Made in	Total PFAS (ng/g)	PFHxA (ng/g)	PFOA (ng/g)	PFDA (ng/g)	8:2 FTOH (ng/g)	EOF (ng/g)
CZ- OUTD-01A	Czech Republic	AlpinePro	Elsho girl's jacket Pink children's jacket	Bangladesh	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	109 531
CZ- OUTD-02A	Czech Republic	Loop	Inucon boy's jacket Dark blue children's jacket	China	227*	<LOD	<LOD	<LOD	227	36 038
CZ- OUTD-03A	Czech Republic	Kilpi	Milo J Blue-green children's jacket	China	54*	2	3	3	40	9 214
CZ- OUTD-04A	Czech Republic	Husky	Zally kids jacket	China	67*	2	8	2	50	4 254
CZ- OUTD-05A	Czech Republic	Husky	Zunat kids jacket	China	378*	6	29	17	285	15 782
CZ- OUTD-06A	Czech Republic	Hannah	Peeta Junior children's jacket	China	442*	5	50	63	193	73 358
CZ- OUTD-07A	Czech Republic	NordBlanc	children's jacket	China	825*	<LOD	2	<LOD	27	3 935
CZ- OUTD-08A	Czech Republic	Progress	teenager's jacket	China	1 305*	<LOD	9	<LOD	221	45 129
CZ- OUTD-09A	Czech Republic	Woox	teenager's jacket	China	94*	<LOD	4	1	64	5 436
CZ- OUTD-10A	Czech Republic	NorthFinder	teenager's jacket	Vietnam	8*	8	<LOD	<LOD	<LOD	5 906
DE-PFAS-01	Germany	Erima	Children's jacket	Bangladesh	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
DE-PFAS-02	Germany	CMP	Children's jacket	Bangladesh	5	<LOD	3	2	<LOD	<LOD
NL-PFAS-01	Netherlands	Columbia	Flash Challenger Windbreaker	Bangladesh	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NL-PFAS-02	Netherlands	Tribord (Decathlon)	Sailing 300	Vietnam	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NL-PFAS-03	Netherlands	Protest	Centro jr Softshell tussenjas - Swamped	China	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
NL-PFAS-04	Netherlands	Scotch&Soda	Kids' Unisex Amsterdam Proof regenjas	China	6	<LOD	6	<LOD	<LOD	<LOD

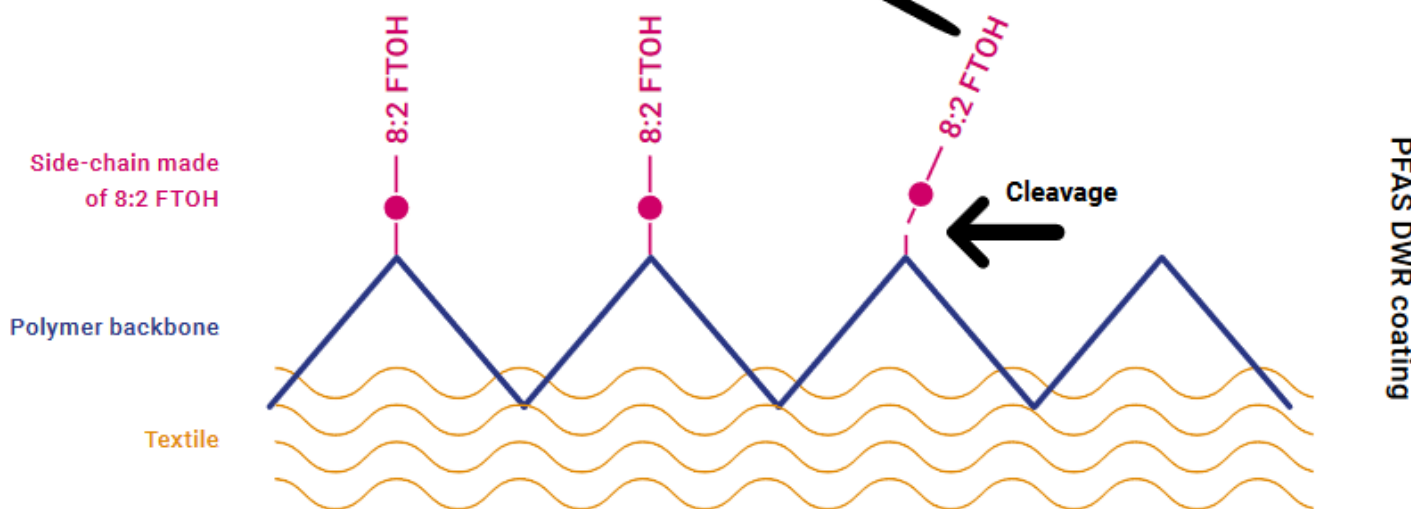
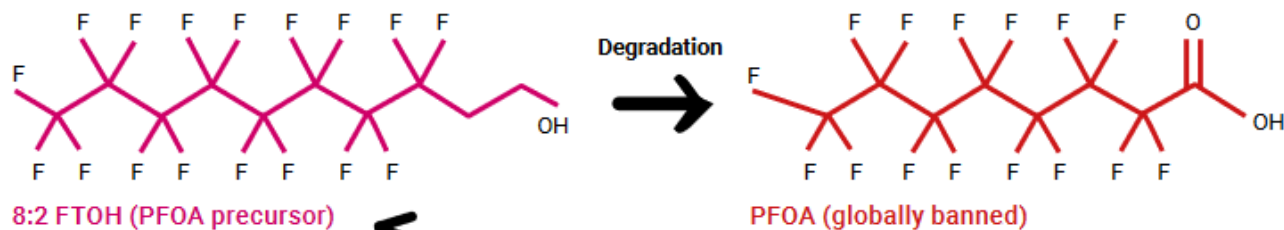


Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech





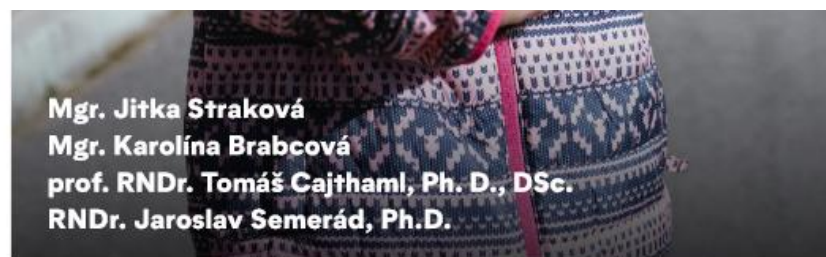
Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech



Toxics in Our Clothing

Forever Chemicals in Jackets and Clothing from 13 Countries

Authors: Mgr. Jitka Straková^{1,2}, Sara Brosché, PhD.¹, Mgr. Karolína Brabcová²





Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

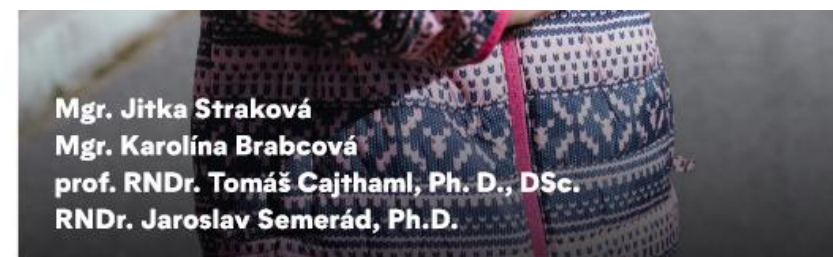
- 72 vzorků ze 13 zemí světa
- 46 ze 72 vzorků (63.8%) obsahovalo PFAS
- PFOA, globálně zakázaná látka byla nalezená v 17 produktech
- bezpečné alternativy existují - 21 bund bez obsahu PFAS
- North Face a Black Diamond jsou jak sami deklarují „PFAS-free“



Toxics in Our Clothing

Forever Chemicals in Jackets
and Clothing from 13 Countries

Authors: Mgr. Jitka Straková^{1,2}, Sara Brosché, PhD.¹, Mgr. Karolína Brabcová²



Mgr. Jitka Straková
Mgr. Karolína Brabcová
prof. RNDr. Tomáš Cajthaml, Ph. D., DSc.
RNDr. Jaroslav Semerád, Ph.D.



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

ALTERNATIVY K PFAS

VOSKY



Zdroj: Grangers.com

PARAFIN

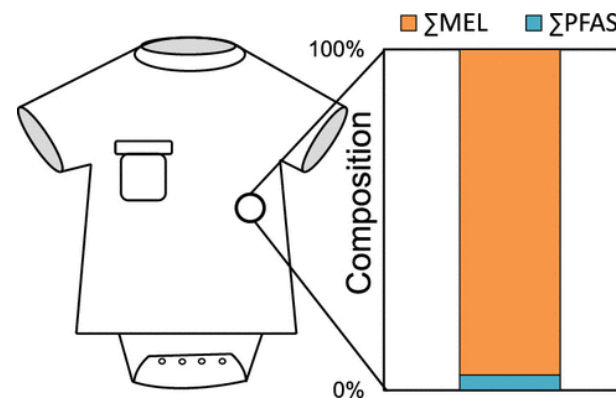


Zdroj: Freshlabel.cz

SILIKONY

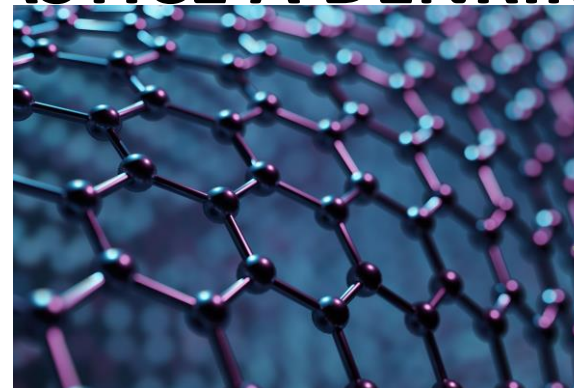


MELAMINOVÉ PRYSKYŘICE



Zdroj: Guomao Zheng a Amina Salamova

NANOČÁSTICE A DENRIMERY





Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

Rizika

- životnost outdoorového oblečení se dle ISO 105-B10 (2011) odhaduje na cca 300 hodin užívání
- UV záření, vlhkost a teplota způsobuje zvýšení koncentrací PFAA (PFOA)
- nošením těchto oděvů se uživatelé vystavují větším rizikům vniknutí těchto látek do jejich organismu
- běžným užíváním oděvů, údržbou nebo praním dochází ke ztrátám mikrovláken či dalších drobných fragmentů
- relativně vysokých koncentracích jsou detekovány také v prací odpadní vodě z domácností



Perfluorované a polyfluorované alkylové látky (PFAS) v oděvech

Závěr

72 vzorků oděvů - 46 (63,8 %) obsahovalo PFAS nebo mělo hodnoty EOF naznačující jejich přítomnost

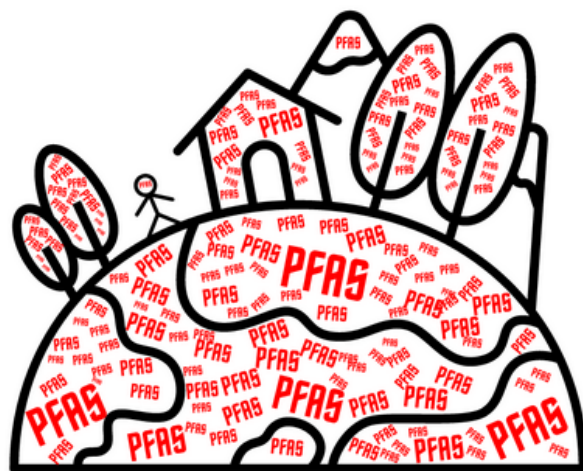
56 tvořily bundy - 35 testovaných dětských bund (62,5 %), u 16 z nich překračovaly hodnoty navrhovaných limitů EU pro PFAS
nejčastěji detekovanou (17) byla kyselina perfluorooktanová (PFOA)

16 jiných textilií (zástěry, trička, plavky, pláštěnky, hidžáb, kalhoty) - 11 z těchto vzorků (68,8 %) obsahovalo PFAS nebo vykazovalo hodnoty EOF indikující jejich přítomnost

21 výrobků známých značek outdoorového oblečení neobsahovalo PFAS



Děkuji za pozornost!



Can you spot the
PFAS pollution?
...it's not hard is it?

#BanPFAS