



Biomonitoringový výskum perzistentných organických látok v prostredí v okolí Cementárne Turňa nad Bodvou, Slovensko, 2023

Ďakujeme sieti Zero Waste Europe za to, že umožnila tento výskum perzistentných organických látok (POP). Osobitné poďakovanie patrí všetkým účastníkom z obcí Dvorníky, Hostovce, Zádiel, Včeláre a Turňa nad Bodvou za spoluprácu a dôveru, v rámci ktorej umožnili analýzu slepačích vajec z drobnochovu, vegetácie, ovocia a strešného prachu. Vaša účasť významne prispela k zlepšeniu nášho chápania environmentálneho zdravia vo vašich komunitách.

AUTORI

A. ARKENBOUT – Vedúci výskumu v nadácii ToxicoWatch

K. J. A. M. BOUMAN – Výskum, Nadácia ToxicoWatch

HARLINGEN, HOLANDSKO, NADÁCIA TOXICOWATCH, MAREC 2024

ČÍSLO PUBLIKÁCIE: 2024-SK-01

KLIENT: Zero Waste Europe

VYHLÁSENIE

Nadácia ToxicoWatch uskutočnila tento biomonitoringový výskum v mene siete Zero Waste Europe. Nadácia ToxicoWatch nenesie žiadnu zodpovednosť voči tretím stranám za akékoľvek straty alebo škody vyplývajúce z interpretácie alebo použitia informácií obsiahnutých v tejto správe alebo zo spoliehania sa na názory v nej vyjadrené.

Copyright © 2024 TOXICOWATCH FOUNDATION

Obsah tejto publikácie je vytvorený a pripravený na verejné šírenie. Povolenie kopírovať alebo šíriť akúkoľvek časť tohto materiálu sa udeľuje pod podmienkou, že sa nepoužije na komerčné účely a že sa uvedie náležitý odkaz na názov a Nadáciu ToxicoWatch. Nadácia ToxicoWatch má akreditáciu ako verejnospoločenská organizácia (VPO).

Všetky fotografie, grafy a tabuľky uvedené v tejto publikácii navrhla nadácia ToxicoWatch alebo boli použité so súhlasom na uverejnenie.

www.toxicowatch.org

Obsah

OBSAH	3
AKRONYMY	4
ÚVOD	5
ODBER VZORIEK	6
VAJCIA.....	6
OVOCIE.....	7
VEGETÁCIA	7
PRACH	7
VODA A SEDIMENT	7
METÓDY ANALÝZY	8
VÝSLEDKY	9
VAJCIA: DIOXÍNY A DIOXÍNOM PODOBNÉ PCB	9
VAJCIA: PFAS	10
OVOCIE.....	11
MACHY	11
IHLIČIE	13
PRACH	14
VODA A SEDIMENTY	15
ŤAŽKÉ KOVY	16
ZÁVER	17
PRÍLOHA	18
PRÍLOHA 1: VÝSLEDKY GC-MS ANALÝZ SLEPAČÍCH VAJEC Z DROBNOCHOVU	18
PRÍLOHA 2: VZORCE KONGENÉROV DL-PCB	19
PRÍLOHA 3: DIOXÍNY A PFAS VO VAJCIACH	20
PRÍLOHA 4: VÝSLEDKY DIOXÍNOV, PAH A PFAS V OVOCÍ.....	21
PRÍLOHA 5: IHLIČIE - VÝSLEDKY DIOXÍNOV, PAH A ŤAŽKÝCH KOVOV.....	22
PRÍLOHA 6: VÝSLEDKY VÝSLEDKY MACHY	23
PRÍLOHA 7: ŤAŽKÉ KOVY.....	24

Akronymy

BAT	Best Available Techniques/ Najlepšie dostupné techniky
BEP	Best Environmental Practice/ Najlepšia environmentálna prax
BEQ	Bioanalytical EQuivalents/ Bioanalytické ekvivalenty
BREF	Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration/ Referenčný dokument o najlepších dostupných technikách (BAT) pre spaľovanie odpadu
dl-PCB	Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyls/ Polychlórované bifenyly podobné dioxínom
DR CALUX®	Dioxin Responsive Chemical-Activated LUCiferase gene eXpression/ EXpresia génu LUCiferáza aktivovaného chemikáliami reagujúcimi na dioxín
EFSA	European Food and Safety Authority/ Európsky úrad pre bezpečnosť potravín
GC-MS	Gas Chromatography Mass Spectrometry GC-MS/ Hmotnostná spektrometria s plynovou chromatografiou GC-MS
LOQ	Limit of Quantification/ Hranica kvantifikácie
MB	Medium Bound/ Stredne viazané
MSWI	Spaľovanie tuhého komunálneho odpadu
ng	Nanogram; 10 ⁻⁹ gram
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons/ Polycyklické aromatické uhľovodíky
PCB	Polychlorinated Biphenyl/ Polychlórované bifenyly
PCDD	Polychlorinated Dibenzodioxins/ Polychlórované dibenzodioxíny
PCDF	Polychlorinated Dibenzofurans/ Polychlórované dibenzofurány
PBDD/F	Polybrominated-dibenzodioxins and furans/ Polybrómované dibenzodioxíny a furány
pg	Picogram; 10 ⁻¹² gram/ Pikogram
POP	Persistent Organic Pollutants/Perzistentné organické znečisťujúce látky
SVHC	Substances of Very High Concern/Látky vzbudzujúce veľmi veľké obavy
TCDD	2,3,7,8-tetrachloordibenzo- <i>p</i> -dioxine/2,3,7,8-tetrachlórdibenzo- <i>p</i> -dioxín
TEQ	Toxic Equivalents/ Toxické ekvivalenty
TW	ToxicoWatch
UPOP	Unintentional POP (Persistent Organic Pollutants)/ Neúmyselné POP (perzistentné organické znečisťujúce látky)
µg	Microgram 10 ⁻³ gram/ Mikrogramy

Úvod

Občianske združenie Zelený živel, o.z., zastupujúce ekologicky orientovaných obyvateľov Turnianskej kotliny, sa v roku 2023 obrátilo na sieť Zero Waste Europe a nadáciu ToxicoWatch (ďalej len „TW“) s podnetom na nezávislý výskum depozície perzistentných organických látok (POP), ako sú dioxíny (PCDD/F/dl-PCB), polycyklické aromatické uhľovodíky (PAH) a PFAS, ako aj ťažké kovy v prostredí v okolí Cementárne Turňa nad Bodvou, ktorá sa nachádza v Košickom kraji na Slovensku.

Podľa webového sídla Cementárne Turňa nad Bodvou¹ je tento závod vybavený najmodernejšími BAT/BREV zariadeniami. Odpadové plyny s objemovým prietokom 165 000 m³/hod sa vypúšťajú do ovzdušia cez textilný filter a následne cez komín s výškou 51,0 m. Prach oddelený textilnými filtrami sa vo forme vysušeného ílu odváža na skládku surovín. Dopravníkové pásy používané na prepravu ílu určeného na drvenie v rámci závodu do preosievacej stanice sú prachotesné.² Výroba cementu patrí medzi energeticky náročné odvetvia. V tomto závode, ktorý je podporovaný z grantov EÚ, sa spaľujú odpadové materiály, a to plastový aglomerát, opotrebované staré ojazdené pneumatiky a odpad obsahujúci PCB olej³ – ako udržateľná alternatíva k fosílnym palivám. Plánuje sa zvýšiť spaľovanie odpadu zo 65 000 ton na 115 000 ton ročne, čo predstavuje takmer 50 % nárast. Cementárske pece sa využívajú na ničenie perzistentných organických látok, ako sú PCB a PFAS, a to vďaka vyšším teplotám spaľovania, ktoré poskytujú.

Emisie znečisťujúcich látok musia spĺňať emisné limity stanovené vyhláškou č. 410/2003 Z. z. (Zákonom o ovzduší č. 137/2010 Z. z. sa rušia viaceré predpisy), v znení neskorších predpisov, pre cementové rotačné pece a mali by odkazovať na smernicu o priemyselných emisiách a BREF 2023.⁴ Je pozoruhodné, že emisie dioxínov sa merajú len niekoľko hodín ročne. Posledná publikácia pochádza z roku 2018 a obsahuje len obmedzené informácie o emisiách dioxínov a chýbajú v nej podrobné údaje o distribúcii toxických ekvivalentov (TEQ). K dispozícii nie sú žiadne aktuálne údaje o emisiách a depozíciách iných perzistentných organických látok (POP), ako sú PAH, zlúčeniny fluóru (PFAS) a dioxínom podobné PCB. Tento výskum nadácie TW (zatiaľ) nezahŕňa monitorovanie brómovaných dioxínov (PBDD/F) alebo iných halogénovaných POP, môže však byť potrebné preskúmať emisie týchto hojne sa vyskytujúcich retardantov horenia.

V tejto správe sa výskum nadácie TW zameriava na posúdenie vplyvu na životné prostredie v okolí cementárne Turňa nad Bodvou. Využívame biomonitringové techniky s použitím slepačích vajec z drobného chovu, ako aj analýzy ovocia a vegetácie na prítomnosť dioxínov, PFAS, PAH a ťažkých kovov. Popri výrobe cementu sa v Košickom kraji nachádzajú aj ďalšie priemyselné zdroje znečistenia ovzdušia. V lomoch Včeláre a Hostovce sa ťaží vápenc (základná surovina na výrobu cementu). V susedstve cementárne sa nachádzajú ekologicky významné územia, vrátane Chráneného vtáčieho územia Slovenský kras (SKCHVÚ 027) a Národnej prírodnej rezervácie Zádielska tiesňava, ktorá je súčasťou Národného parku Slovenský kras.



Cementáreň Turňa nad Bodvou

¹ <https://www.danucem.com/site/2/Turňa-nad-bodvou-cement-plant>

² *Increase in the output of the furnace line VSH, a.s. Turňa nad Bodvou to 3500 tons of clinker per day - OBJECTIVE*

³ *Wastes classified under catalogue numbers 191210, 191211, 19121212, 19121212, 191214 and 160119. In addition, wastes are classified under catalogue numbers 191204 (Plastic agglomerate) and 160103 (Worn tyres).*

⁴ <https://eeb.org/wp-content/uploads/2023/04/Upgrading-Europes-air.pdf>

Odber vzoriek

Tento biomonitoringový výskum bol zameraný na analýzu rôznych biomarkerov: slepačích vajec z drobného chovu, vaječných škrupín, ihličia (*Picea abies*), machov (Bryophyta) a ovocia, ako sú jablká a hrozno, a listov rastlín. Okrem toho sa skúmali vzorky, ako je strešný prach, sediment a voda. Oblasť výskumu zahŕňala päť (5) okolitých dedín v okruhu 2 500 metrov od cementárne. Odber vzoriek bol vykonaný v štyroch (4) lokalitách v obci Dvorníky, troch (3) v obci Včeláre, troch (3) v obci Hostovce, dvoch (2) v obci Zádiel a jednej (1) v obci Turňa nad Bodvou.



Vajcia

V prípade vzoriek vajec sa v každej lokalite odobralo 6 – 10 čerstvých vajec. Obsah (žĺtok a bielok) sa zmiešal a uskladnil v laboratórnej nádobe z HDPE v mrazničke až do vykonania analýzy. Výskumný tím použil dotazník a vykonal kontrolu na mieste lokality s cieľom identifikovať všetky potenciálne mäťúce faktory v každej lokalite s výskytom sliepok z drobného chovu.



Ovocie

Vzorky ovocia s hmotnosťou 200-300 gramov sa odobrali z ovocných stromov a kríkov, vložili sa do špeciálnych laboratórnych vriec z HDPE a uskladnili sa v chladnom a suchom prostredí.

Vegetácia

Vzorky vegetácie, 200 – 300 gramov čerstvého ihličia z ihličnatých stromov – smreku obyčajného (*Picea abies*) a 200 – 300 gramov machov (*Bryophyta*), bolo odobratých zo striech prístreškov na rovnakých miestach ako vzorky vajec. Okrem toho boli odobraté vzorky machov (*Bryophyta*) z vidieckeho otvoreného poľa na kopci pri obci Dvorníky. Všetky vzorky vegetácie boli skladované v laboratórnych vreciach z HDPE v chladnom, tmavom a suchom prostredí.

Prach

Vzorky strešného prachu s hmotnosťou 50 gramov boli odobraté priamym zoškrabaním zo strechy v lokalite obce *Dvorníky*. V lokalite obce *Zádieľ* sme odobrali vzorky strešného prachu, ktorý sa prirodzene usadil v kovovej miske.

Voda a sediment

Vzorky vody a sedimentu v celkovom objeme 200 ml boli odobraté v blízkosti cementárne priamo z dolného toku potoka vlievajúceho sa do rieky Bodva pomocou laboratórnej nádoby z HDPE a boli uložené v chladnom a tmavom prostredí.

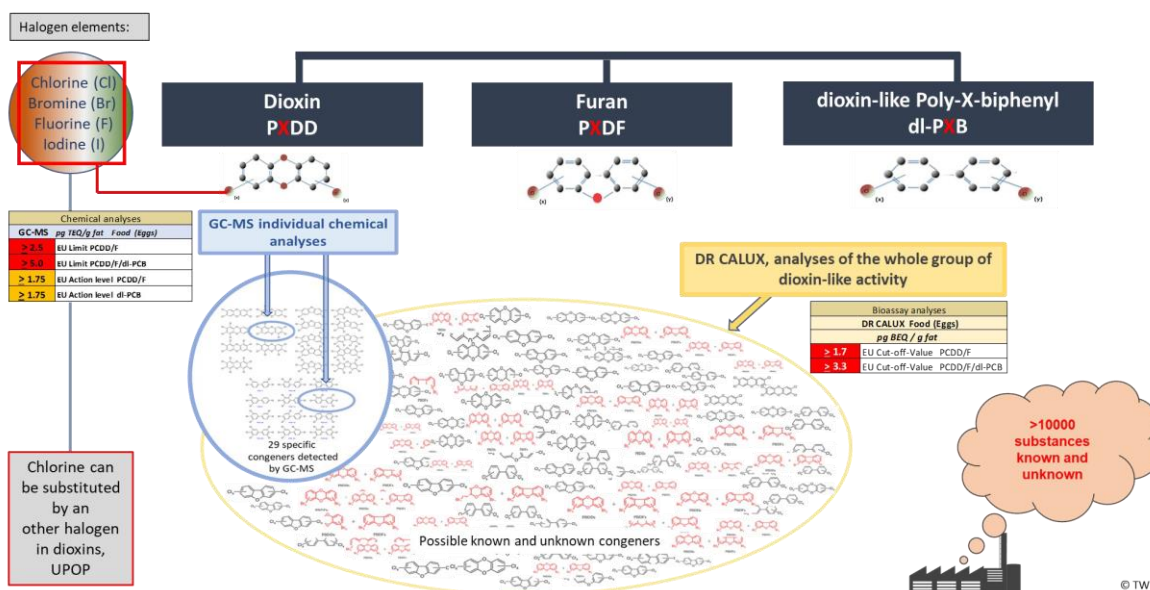


Metódy analýzy

Odobraté vzorky sa analyzujú na prítomnosť perzistentných organických látok (POP) pomocou biologických (CALUX) a chemických analýz. Predmetom záujmu sú látky PCDD/F/dl-PCB (dioxíny), per- a polyfluóralkylové látky (PFAS), polycyklické aromatické uhľovodíky (PAH) a analýzy 6 – 14 ťažkých kovov: arzén, kadmium, kobalt, chróm, olovo, nikel, hliník, bárium, meď, mangán, ortuť, striebro, cín a zinok.

V tomto výskume sa pri biologickej analýze používa test DR CALUX® pre dioxíny/furány (PCDD/F) a dioxínom podobné PCB (dl-PCB), test PAH CALUX pre látky PAH a test FITC-T4 pre PFAS. Okrem toho sa na analýzu dioxínov vo vajciach používajú testy DR CALUX®, PFAS CALUX®, FITC-T4 a GC-MS, ak výsledky z testu DR CALUX prekračujú limity EÚ pre vajcia [1,7 pg BEQ/g tuku pre PCDD/F a 3,3 pg BEQ/g tuku pre sumu dioxínov (PCDD/F/dl-PCB)]. Analýzu vykonáva spoločnosť BioDetection Systems v Amsterdame, Holandsku (NL). Spoločnosť BDS je akreditovaná pod číslom RvA L401. Chemickú analýzu PAH, PFAS a ťažkých kovov vykonáva akreditované laboratórium Normec, Groen Agro Control, so sídlom v meste Delft v Holandsku (NL). Pri chemických analýzach PFAS sa na detekciu 24 PFAS používa LC-MS/MS, zatiaľ čo pri analýze ťažkých kovov sa používa ICP-MS.

Chemické analýzy (GC-MS) vs. biologická analýza DR CALUX pre vajcia sliepok z drobného chovu



Výsledky

Vajcia: dioxíny a dioxínom podobné PCB

V októbri 2023 vykonala nadácia TW odber vzoriek slepačích vajec z drobného chovu v šiestich (6) súkromných lokalitách v piatich (5) susedných dedinách v blízkosti cementárne. Hodnoty s testom DR CALUX sa pohybujú od 1,2 do 9,8 pg BEQ/g tuku. V troch (3) lokalitách bol prekročený limit EÚ 3,3 pg BEQ/g v slepačích vajciach z drobného chovu (DR CALUX), pričom v Hostovciach to bolo 4,70 pg, v Turni nad Bodvou 4,80 pg a v Zádieli 9,80 pg BEQ/g tuku (MB)5. Metódou DR CALUX sa hodnotí celková toxicita dioxínov, vrátane brómovaných, fluórovaných a iných (zmiešaných) halogénovaných zlúčenín. Pri chemických analýzach obmedzených na 29 chlórovaných dioxínov sa vo vajciach z Turne nad Bodvou zistila hodnota 6,6 pg TEQ/g a vo vajciach z lokality Zádiel hodnota 8,8 pg TEQ/g. Hladiny dl-PCB sa pohybujú od 0,1 do 6,7 pg TEQ/g. Najvyššia úroveň dl-PCB sa nachádza v Zádieli. Chemická analýza potvrdila túto hodnotu údajom 6,6 pg TEQ/g v Zádieli a v Hostovciach namerala 3,9 pg TEQ/g. V oboch prípadoch je prekročený akčný limit EÚ 1,7 pg TEQ, pričom je potrebné určiť zdroj. Vzory kongenérů dl-PCB sa na všetkých týchto miestach veľmi podobajú (pozri prílohu 2).



Vajcia: PFAS

Chemickou analýzou (LC-MS/MS) sa vo všetkých vajciach zistili PFAS. **Najvyššia hodnota PFAS** bola zistená v lokalite Zádiel-02, a to **4,57 $\mu\text{g } \Sigma 24 \text{ PFAS/kg}$** . Koncentrácia PFOS (jedna zo 4 zlúčenín PFAS regulovaných EÚ a jedna z 24 analyzovaných zlúčenín PFAS pomocou LC-MS/MS) prekročila limit EÚ o 300 % s hodnotou 3,0 $\mu\text{g/kg}$. Hladina PFOS v Turni nad Bodvou sa tesne držala pod limitom EÚ na úrovni 0,75 $\mu\text{g/kg}$. Zistenia 6 rôznych PFAS vo vajciach z lokality *Zádiel* si vyžadujú ďalšie skúmanie s cieľom zistiť zdroj(e).⁵

Výsledky PFAS v kuracích vajčkách z dvora, Košický kraj, Slovensko 2023



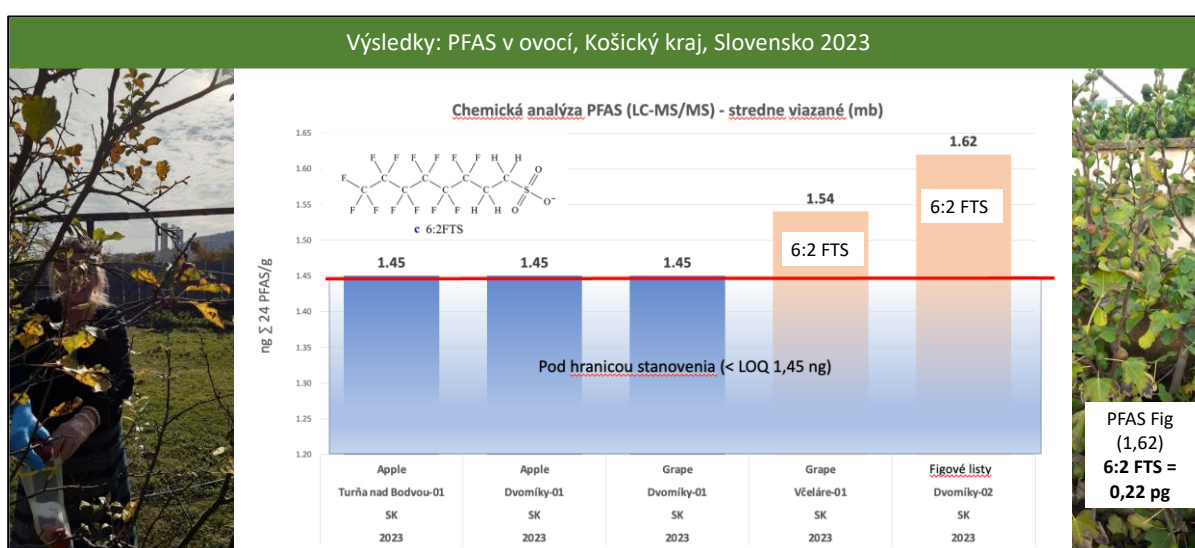
⁵ Koncepcia, ktorá si vyžaduje použitie polovice hranice stanoviteľnosti pri výpočte príspevku každého kongenéra

Ovocie

Dioxíny v ovocí v Turni nad Bodvou sú obsiahnuté na úrovni 0,24 pg TEQ/mokrú hmotnosť (MB) pre súhrn dioxínov (PCDD/F/dl-PCB) a sú tesne pod limitom EÚ 0,30 pg TEQ.⁶ Na ostatných miestach boli všetky namerané hodnoty dioxínov v ovocí pod kvantifikačným limitom (<LOQ).

PFAS boli zistené v hrozne v obci Včeláre a vo figových listoch v obci Dvorníky, a to 0,14 a 0,22 ng /gram sušiny (MB) pre 6:2 fluorotelomér sulfonát (6:2FTS). V ostatných lokalitách sa nenašli žiadne PFAS nad kvantifikačným limitom (>LOQ). Hoci prítomnosť 6:2 fluorotelomér sulfonátu (6:2FTS) vyvoláva veľké obavy z dôvodu hrozby vážnych účinkov na zdravie a potenciálu kumulácie u ľudí, táto PFAS (stále) nie je zahrnutá do predpisov EÚ.

Hladiny PAH v jablkách sa pohybujú v rozmedzí 2,34 – 19,69 ng ekvivalentu benzo(a)pyrénu na gram produktu s metódou PAH CALUX. Najvyššia úroveň bola zistená v Turni nad Bodvou. V hrozne z obcí Dvorníky a Včeláre bolo chemickou analýzou GCMS zistených 19,1 ng a 32,5 ng Σ 16 PAH.



Machy

Hodnoty dioxínov namerané metódou DR CALUX v machoch v Dvorníkoch predstavujú 3,3 pg TCDD ekv./g v machoch na vrchole severného kopca a 23,8 pg TCDD ekv./g v machoch na streche vzdalenej 800 metrov od závodu. V machoch zozbieraných zo striech vo Včelároch bolo nameraných 6,4 pg TCDD ekv./g, v Zádieli 10,8 pg TCDD ekv./g a v Hostovciach 19,0 pg TCDD ekv./g sušiny (MB). Dioxín vo všetkých vzorkách machu prekračuje limit (pre krmivo) 0,83 pg TCDD ekv./g 88 % sušiny (stredná medza, MB). Vo všetkých vzorkách machu odobratých v okolí cementárne boli zistené vysoké hladiny dioxínov. Hladiny dioxínov (PCDD/F/dl-PCB) v machoch Slovenska patria medzi najvyššie zistené v rámci medzinárodného biomonitoringového výskumu, ktorý uskutočnila nadácia TW. Následný výskum v roku 2024 zameraný na machy v tejto oblasti Slovenska sa rozšíri o vzorky machov z oblasti Národného parku Slovenský kras.

V machoch z obcí Hostovce a Dvorníky sa zistili hodnoty 4,6 a 5,4 pg TCDD ekv./g pre dl-PCB. Táto vysoká hodnota by mohla byť dôsledkom neúplného spaľovania PCB odpadov. Na určenie množstva a charakteristík emisií dl-PCB sú potrebné polokontinuálne merania spalín. V obciach Zádiel, Dvorníky (kopec na sever) a Včeláre bolo nameraných 0,1, 0,2 a 1,4 pg TCDD ekv./g.

V porovnaní s ovocím alebo ihličím zozbieraným z rovnakých lokalít vykazovali machy vyššie hladiny dioxínov. Tento rozdiel možno pripísať skutočnosti, že plody dozrievajú z kvetu na zrelý plod v priebehu

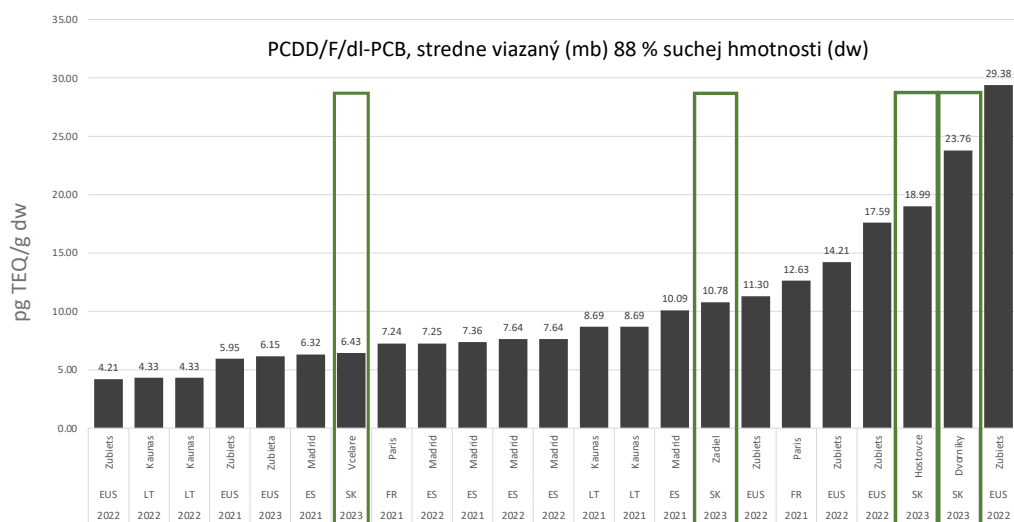
⁶ 2013/711/EU

niekoľkých mesiacov (od mája do septembra), zatiaľ čo machy rastú nepretržite počas celého roka a môžu žiť mnoho rokov.

PAH v machoch analyzované pomocou PAH CALUX sa pohybujú v rozmedzí 355,4 – 4684,7 ng/g ekvivalentu benzo(a)pyrénu. Nástroj chemickej analýzy GC-MS pre 16 PAH je v rozsahu 32,5 – 423 ng PAH/g. Najnižšia úroveň sa nachádza na vrchole kopca v Dvorníkoch a najvyššia úroveň v Hostovciach. Metódou biologickej analýzy PAH CALUX sa meria toxicita celkových PAH namiesto 4 – 16 kongenéroov PAH pomocou chemických analýz (GC-MS).



Výsledky: Dioxíny (DR CALUX) v machoch, Košický kraj, Slovensko 2023 v porovnaní s ostatnými krajinami EÚ



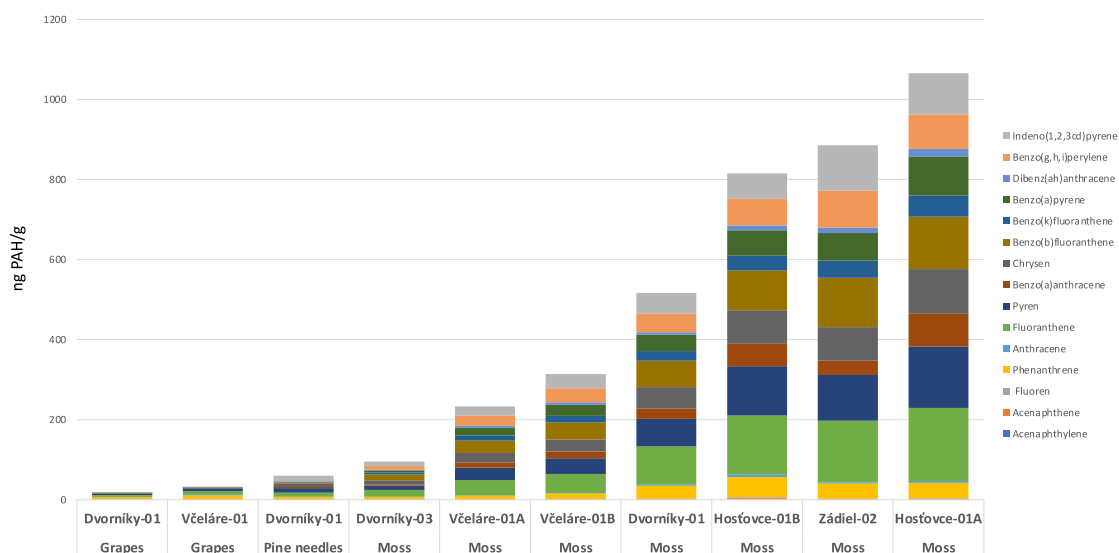
Ihličie

Hladiny dioxínov v ihličí namerané biologickou analýzou DR CALUX sú 0,77 pg TCDD ekv./g v Dvorníkoch, 1,52 pg TCDD ekv./g v Zádieli a 2,85 pg TCDD ekv./g v Hostovciach a Včelároch. Hladiny PAH v týchto 4 lokalitách v ihličí predstavujú 0,08 – 2,16 ng ekvivalentu benzo(a)pyrénu/g podľa metódy PAH CALUX. Chemickou metódou analýzy PAH bol v ihličí v lokalite Dvorníky nameraný podstatne vyšší obsah 60,1 ng Σ 16 PAH/g, čo je pomerne pozoruhodné a je potrebné to zopakovať pri ďalšom odbere vzoriek.

Výsledky: Dioxíny v ihličí – *Picea abies*, Košický kraj, Slovensko 2023



Výsledky: PAH v ovocí, machoch a ihličí



Prach

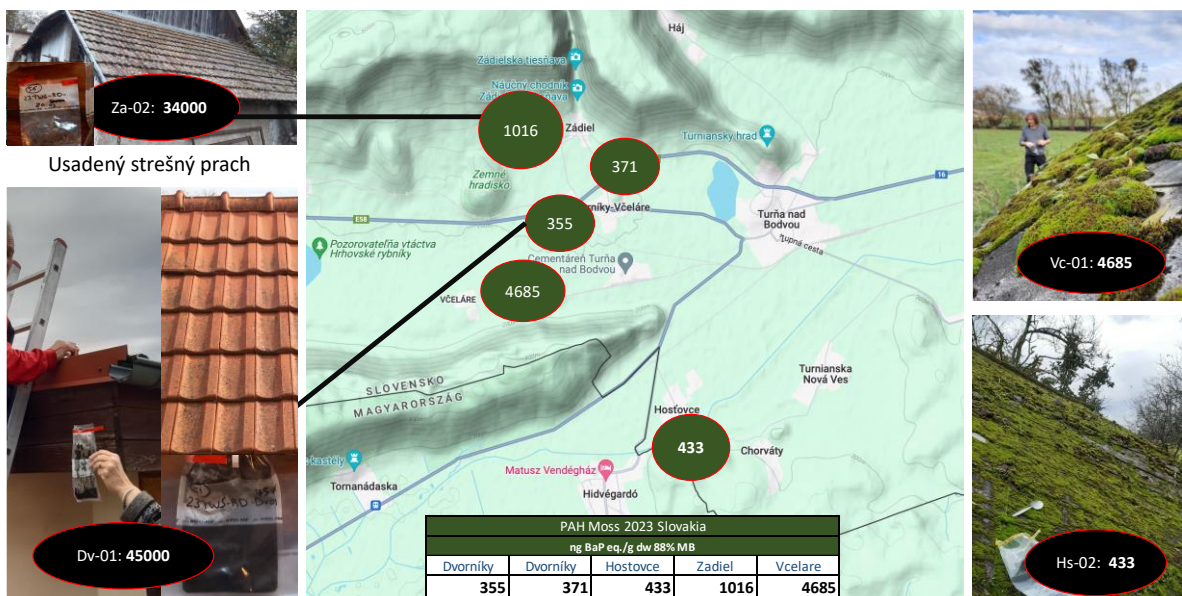
Obyvatelia nahlásili obavy z čierneho prachu, ktorý sa im hromadí na strechách, oknách a okenných tabuliach. V tomto výskume boli zistené vysoké hodnoty PAH v strešnom prachu odobratom priamo zo strechy v lokalite Dvorníky a z kovovej nádoby na zemi pod strechou s prirodzene usadeným prachom v Zádieli. Obsah dioxínov v prachu je 5,50 TCDD ekv./g v Dvorníkoch a 6,30 pg TCDD ekv./g v Zádieli. Hodnoty dl-PCB sú 1,20 a 2,20 TCDD ekv./g.

Hladiny PAH v Zádieli boli 34 000 ng a v Dvorníkoch 45 000 ng ekvivalentu benzo(a)pyrénu na gram. V jablkách a hrozne sa však v neočistených vzorkách ovocia zistili oveľa nižšie hodnoty v rozmedzí 0,32 – 2,50 ng ekvivalentu benzo(a)pyrénu na gram.

Výsledky (odber vzoriek október-november), Košický kraj, Slovensko 2023

Date	Total	Samples	Location Village	Biomarker	TW-RF-NR	Analyse	Dioxins DR CALUX (mb)			PAH
							PCDD/F DR CALUX	dl-PCB DR CALUX	PCDD/F/dl-PCB DR CALUX	
					2023	Method	1.7		3.3	PAH CALUX
							pg BEQ (TCDD)/g fat (veg-product)		ng BaP eq/g product	
30/10/2023	1	Roof dust	Dvorníky - Loc. 1	🏠	23TWS-RD-Dv01	DR CALUX	5.10	1.20	6.30	
		Roof dust	Dvorníky - Loc. 1		23TWS-RD-Dv01	PAH CALUX				45000.00
31/10/2023	2	Roof dust	Zadiel - Loc. 2	🏠	23TWS-RD-Za02	DR CALUX	3.30	2.20	5.50	
		Roof dust	Zadiel - Loc. 2		23TWS-RD-Za02	PAH CALUX				34000.00
TW Indicative scale Vegetation / (Feed)										TW Indicative scale Results
DR CALUX										PAH CALUX
							PCDD/F	dl-PCB	(PCDD/F/dl-PCB)	Benzo(a)pyrene equivalent
pg TCDD eq./g dry weight (dw)										ng BaP eq./g product
							≥ 2.5	≥ 2.5	≥ 3.32	> 500 ng
							≥ 1.0	≥ 1.0	≥ 1.66	> 250 ng
							≥ 0.5	≥ 0.5	≥ 0.83	> 100 ng
							< 0.5	< 0.5	< 0.83	> 10 ng
										< 10 ng

Výsledky: PAH v strešnom prachu a machoch, Košický kraj, Slovensko 2023



Voda a sedimenty

V blízkosti cementárne sa vykonal skrínigový test s metódou FITC-T4 na vzorke vody a sedimente. Hladina PFAS vo vode bola zistená na úrovni 21 000 ng PFOA ekv./l. Tieto hodnoty výrazne prekračujú limit stanovený holandským predpisom 8– 0,3 nanogramu na liter pre PFOA – viac ako 70 000-krát. ⁷ FITC-T4 je metóda, ktorá meria celkový toxický účinok zmesi kongenérovo PFAS a v súčasnosti ju holandská vláda používa na skrínig PFAS v povrchových vodách a na informovanie o politických opatreniach na zníženie zdrojov.

Výsledky (odber vzoriek október-november), Košický kraj, Slovensko 2023								
Dátum	Spolu	Vzorky	Miesto odberu/Obec	Biomarker	TW-RF-NR	Analyse	PFAS: FITC-T4	
							Sedimenty	Voda
Sample	loc. / BioMat.				2023	Method	ng PFOA eq./ g	µg PFOA eq./ lt
Water / Sediment								
31/10/2023	1	Water	Hostovce/Hranica s Maďarskom/ CK Loc. 1		23TWS-H2O-CK-01	PFAS / FITC-T4		21.00
31/10/2023	2	Sediment	Hostovce/border Hungaria/ CK Loc. 1		23TWS-SED-CK-01	PFAS / FITC-T4	1.30	

Orientačná stupnica TW	
Bioassay FITC-4 (PFAS)	
Sedimenty	Voda
ng PFOA eq./ g	µg PFOA eq./ lt
≥ 0,0768 ng	≥ 1,76 µg
≥ 0,0384 ng	≥ 0,88 µg
≥ 0,0192 ng	≥ 0,44 µg
> 0,0096 ng	> 0,22 µg
< 0,0048 ng	< 0,22 µg

V sedimentoch odobratých po prúde sa metódou FITC-T4 zistili hladiny PFAS na úrovni 1 300 ng PFOA ekv./g (suchej hmotnosti). Holandské nariadenie pre pôdu je stanovené na 0,048 ng PFOA ekv./g. Výsledok výrazne prevyšuje holandský predpis pre pôdu. Je potrebný ďalší výskum vzoriek vody a sedimentov, ako aj vzoriek z horných tokov v Národnom parku Slovenský kras, aby sa zistil rozsah znečistenia a či ide o štruktúrne znečistenie alebo o náhodné znečistenie. Pri rozšírených analýzach sa využije chemická analýza LC-MS/MS a biologický test ERA-CALU

Výsledky: PFAS vo vode a sedimentoch, Košický kraj, Slovensko 2023

Voda	Sedimenty
 <p>Holandsko (NL) Limit pre povrchovú vodu: 220 ng PFOA ekv. /L Výsledky v blízkosti cementárne pre PFAS Výsledok Slovensko vzorka vody: 21 (mikrogramov) µg PFOA ekv. /liter = 21000 ng PFOA ekv./l Takmer 1000 x nad holandským (NL) limitom</p>	 <p>Holandský (NL) limit pre zeleninovú záhradu: : 4,8 ng PFOA ekv./kg (Wintersen & Otte, 2021a) Výsledok Slovensko vzorka sedimentu v blízkosti cementárenskej pece: 1300 ng PFOA ekv./gram (dw) nad holandským (NL) limitom</p>

⁷ Smit C.E., Verbruggen E.M.J. (2022). Limity rizika pre PFAS v povrchovej vode /Risicogrenzen voor PFAS in oppervlaktewater RIVM-briefrapport 2022-0074 C.E. Smit | E.M.J. Verbruggen

Ťažké kovy

Výsledky analýz ťažkých kovov v machoch (Bryophyta) v Zádieli sú 6 293 mg/kg zinku, 76 mg/kg olova, 71 mg/kg niklu, 918 mg/kg mangánu a 2,2 mg/kg kadmia v Zádieli. Na interpretáciu výsledkov v kontexte tohto regiónu je potrebný ďalší výskum v referenčných lokalitách.

Hladiny ťažkých kovov v machoch patria medzi najvyššie zaznamenané v rámci biomonitoringového výskumu, ktorý uskutočnila nadácia TW v Európe (2019 – 2023). V prílohe 7 sú výsledky na Slovensku uvedené v rámčekoch pre porovnanie výsledkov v Európe. Následné vzorky sa budú odoberať v neďalekom Národnom parku Slovenský kras a v Národnom parku AGGTELEK, ktorý sa nachádza v Maďarsku a je v tesnej blízkosti cementárne.

Analýza ťažkých kovov v ihličí smreku obyčajného – *Picea abies* v Zádieli, 592 mg/kg mangánu, je v porovnaní s inými výsledkami biomonitoringu v ihličí vykonaného nadáciou TW vysoká. Analýzou vaječných škrupín sliepok z drobnochovu sa zistilo 0,024 mg/kg olova (Pb), 0,056 mg niklu (Ni) a nad hranicou detekcie (< LOD) nebola zistená žiadna ortuť (Hg). Väčšiu pozornosť si zaslúži len pomerne vysoký obsah hliníka (Al) 8,3 mg/kg v škrupinách vajec z obce Dvorníky.

Results Heavy Metals in Pine needles, Mosses and Eggshells

Heavy Metals mg/kg - Medium Bound (mb = LOD/2)														
TW-REF-NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	As	Al	Ba	Cd	Cr	Co	Cu	Pb	Mn	Hg	Ni	Ag	Sn	Zn
	Arsenic	Aluminium	Barium	Cadmium	Chromium	Cobalt	Copper	Lead	Manganese	Mercury	Nickel	Silver	Tin	Zinc
23TWS-PN-HS02	0,066	99,000	67,000	0,005	0,280	0,061	4,800	0,330	591,000	0,026	0,280	0,005	0,040	41,000
23TWS-PN-VC02	0,083	155,000	61,000	0,011	0,330	0,025	3,100	0,410	13,000	0,028	0,240	0,005	0,053	36,000
23TWS-MOS-HS02	3,900	8789,000	141,000	1,300	23,000	17,000	26,000	47,000		0,086	26,000	0,110	2,200	135,000
23TWS-MOS-ZA01	4,500	14727,000	216,000	2,200	64,000	32,000	22,000	76,000	918,000	0,110	71,000	0,150	3,500	6293,000
23TWS-ES-Dv-02	0,010	8,300		0,005				0,024		0,005	0,056			

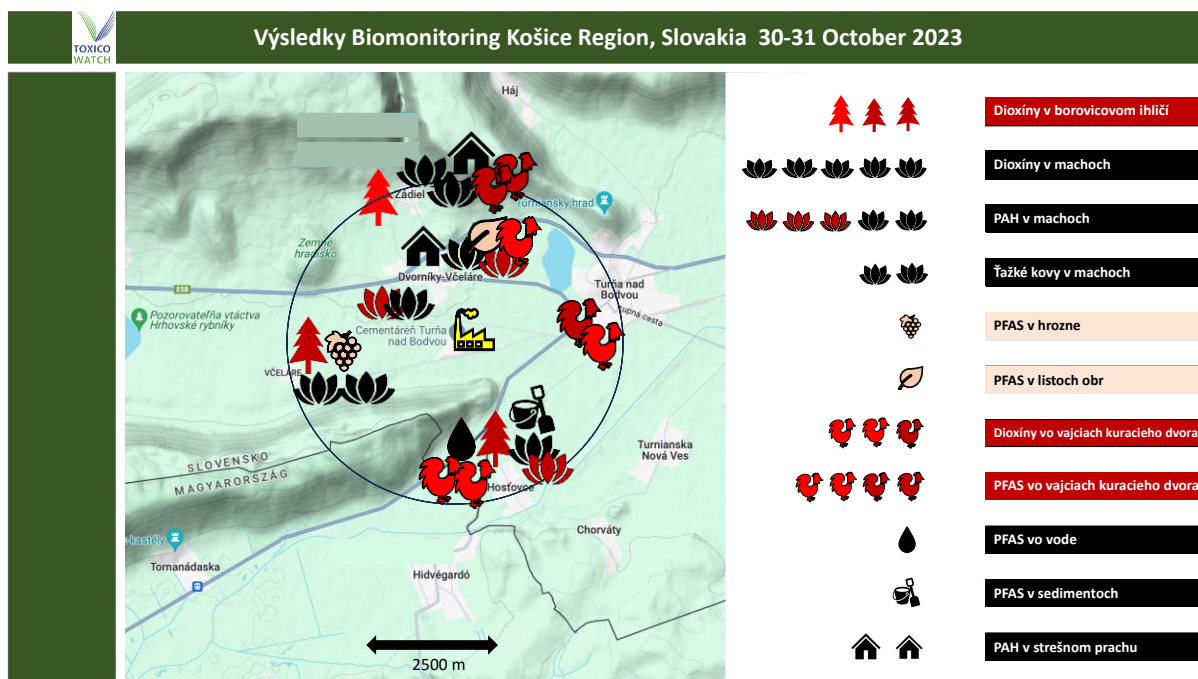


Záver

V nižšie uvedenej infografike sú prezentované prvé zistenia z biomonitringového výskumu nadácie TW, ktorý sa uskutočnil v okolí Cementárne Turňa nad Bodvou v Košickom kraji na Slovensku v roku 2023. Vzorky boli odobraté v okruhu 2 500 metrov okolo cementárne v piatich (5) okolitých dedinách a analyzované na prítomnosť perzistentných organických látok (POP), ako sú dioxíny, PFAS, PAH a ťažké kovy. Vo vajciach, ihličí a machoch boli vykázané vysoké koncentrácie dioxínov (PCCD/F/dl-PCB), polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAH) a per- a polyfluórovaných látok (PFAS). V *Turni nad Bodvou* bolo vo vajciach zistených šesť (6) zlúčenín PFAS. Hladina PFOS vo vajciach z lokality Zádiel – prekročenie limitu EÚ pre PFOS o 300 %.

Obzvlášť znepokojujúce sú výsledky skríningových testov v povrchovom vodnom toku v blízkosti cementárne a v sedimente kvôli alarmujúco vysokým hodnotám PFAS. Hladiny ťažkých kovov v machoch patria medzi najvyššie zaznamenané v rámci biomonitringového výskumu nadácie TW realizovaného v Európe (2019 – 2023). Okrem toho boli zistené zvýšené hodnoty PAH v prachových nánosoch na strechách domov v obciach *Dvorníky* a *Zádiel*.

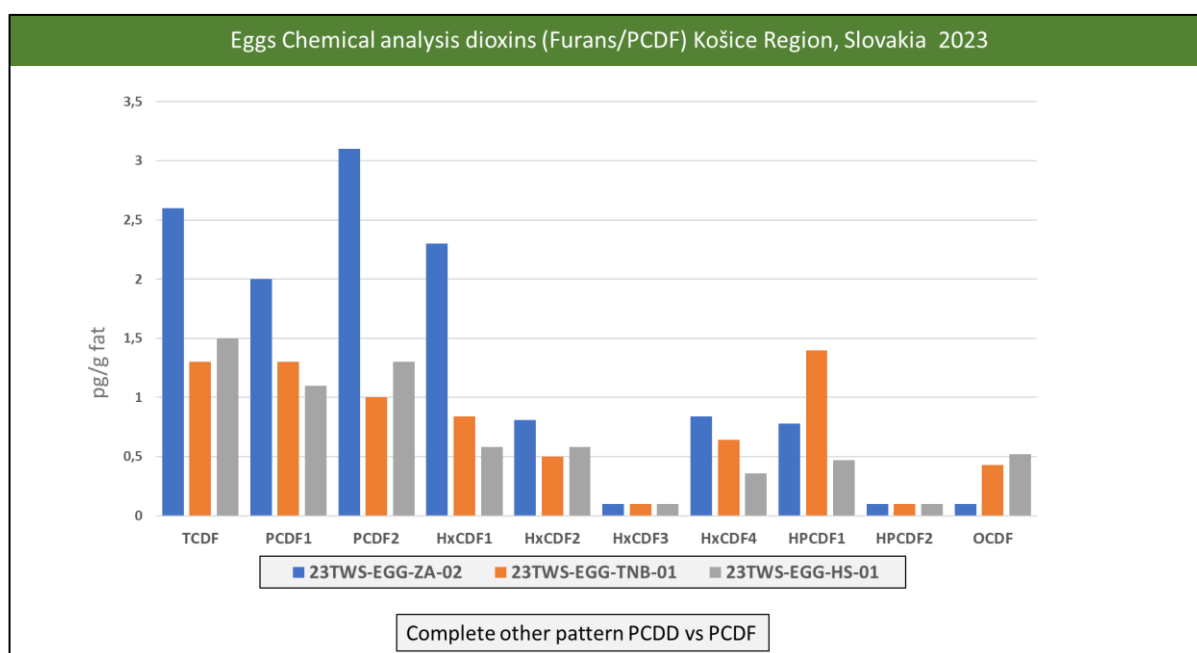
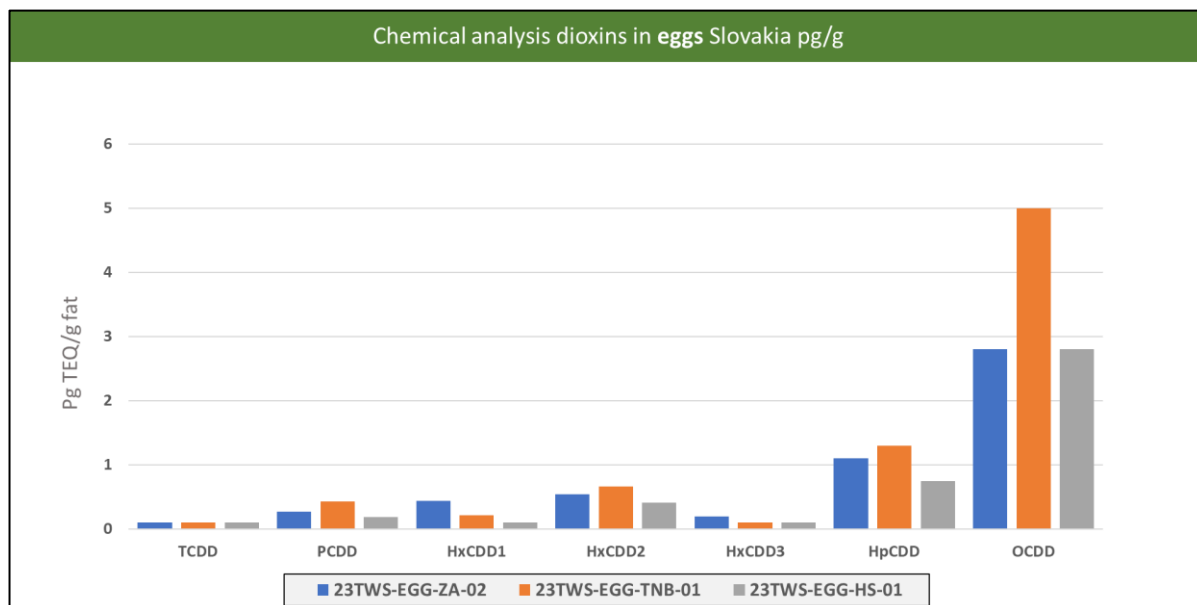
Celkovo možno konštatovať, že zistenia tohto úvodného biomonitringového projektu vyvolávajú znepokojujúce obavy z prítomnosti dioxínov (PCDD/F/dl-PCB), PAH, PFAS a ťažkých kovov v životnom prostredí tejto časti Košického kraja. Na pochopenie zdrojov týchto kontaminantov a spôsobov ich depozície je nevyhnutný ďalší výskum.



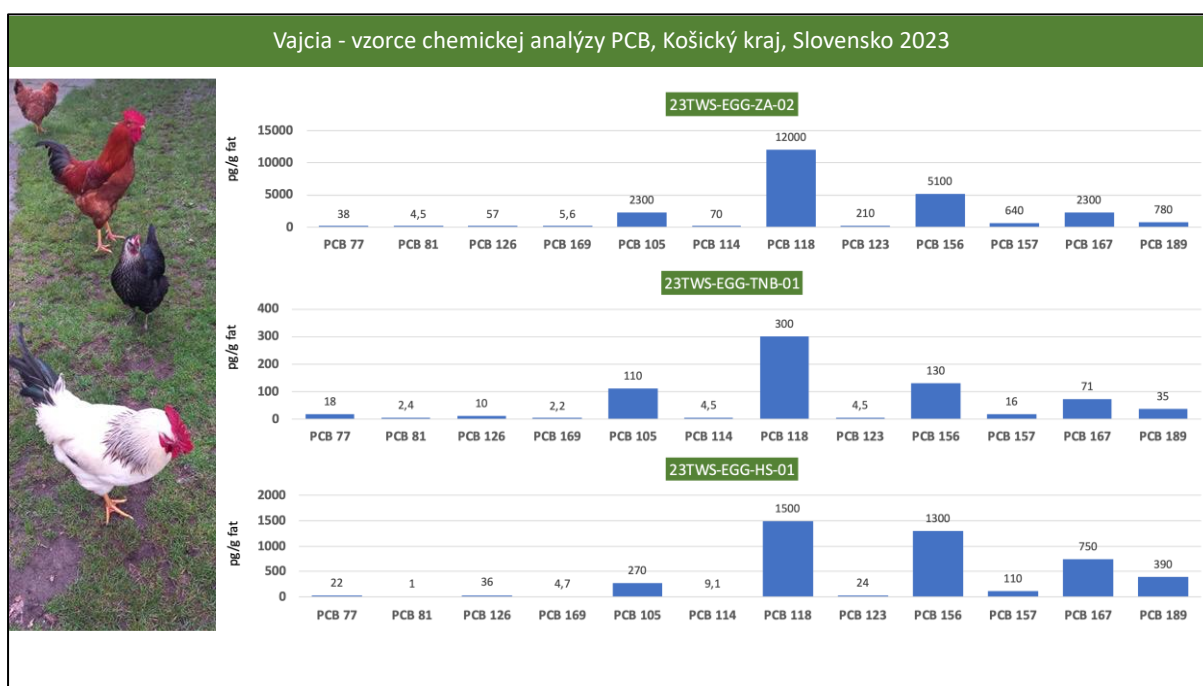
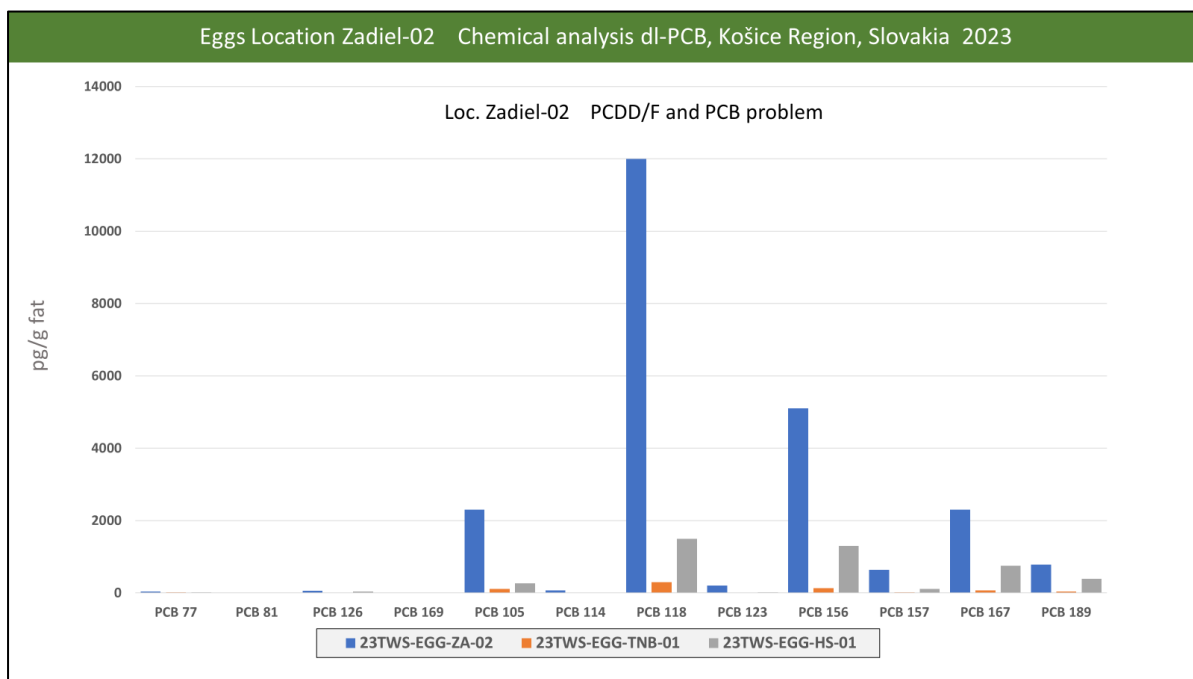
Výsledky biomonitringového výskumu, Košický kraj, Slovensko, 30. – 31. októbra 2023

Príloha

Príloha 1: Výsledky GC-MS analýz slepačích vajec z drobného chovu


















Príloha 2: Vzorce kongenéroov dl-PCB



Príloha 3: Dioxíny a PFAS vo vajciach

Results Eggs (sampling October-November), Košice Region, Slovakia 2023																			
Date	Total	Location Village	Biomarker	TW-NR-NR	Analyse	Dioxins DR CALUX (mb)			Dioxins GC-MS (mb)			PFAS		Heavy Metals					
						PCDD/F	dI-PCB	PCDD/F/dI-PCB	PCDD/F	dI-PCB	PCDD/F/dI-PCB	LC-MS/MS	Σ 24 PFAS						
Sample	Loc. / BioMat.			2023	Method	DR CALUX	DR CALUX	DR CALUX	GC-MS-ab	GC-MS	GC-MS	Σ 4 PFAS	Σ 24 PFAS	14					
						medium bound (mb)			1,75	1,75	medium bound (mb)								
						pg BEQ (TCDD)/g fat (veg: product)				pg TEQ/g fat (veg: product)									
Semi-quantitative																			
30-10-2023	1	Dvorníky - Loc. 2		23TWS-Egg-Dv-02	DR CALUX	1,00	0,20	1,20				0,58	1,83						
		Dvorníky - Loc. 2		23TWS-Egg-Dv-02	LC-MS/MS														
		Dvorníky - Loc. 2 (eggshell)		23TWS-Egg-Dv-02	Heavy Metals									6 HM					
30-10-2023	2	Včeláre - Loc. 2		23TWS-Egg-Vc-01	DR CALUX	1,60	0,10	1,70											
30-10-2023	3	Zádieľ - Loc. 1		23TWS-Egg-Za-01	DR CALUX	0,65	1,05	1,70											
31-10-2023	4	Zádieľ - Loc. 2		23TWS-Egg-Za-02	DR CALUX / GC-MS	3,10	6,70	9,80	2,2	6,6	8,80								
		Zádieľ - Loc. 2		23TWS-Egg-Za-02	LC-MS/MS							3,15	4,57						
30-10-2023	5	Turňa nad Bodvou - Loc. 1		23TWS-Egg-Trb-01	DR CALUX / GC-MS	2,70	2,10	4,80	1,3	1,1	2,50								
		Turňa nad Bodvou - Loc. 1		23TWS-Egg-Trb-01	LC-MS/MS							0,98	2,69						
31-10-2023	6	Hosťovce Loc. 1		23TWS-Egg-Ho-01	DR CALUX / GC-MS	2,20	2,50	4,70	1,1	3,9	4,90								
		Hosťovce Loc. 1		23TWS-Egg-Ho-01	LC-MS/MS							0,58	1,83						
											EU regulation (Upperbound -ub)								
											Chemical PFAS (LC-MS/MS)								
											Eggs (1-1-2023)								
											EU Limit	TW Indicative		Heavy Metals					
											PCDD/F	dI-PCB	PCDD/F/dI-PCB	PCDD/F	dI-PCB	PCDD/F/dI-PCB	Σ 4 PFAS (EFSA)	Σ 24 PFAS	
											pg BEQ / g fat			pg TEQ / g fat			µg / kg - ng/g		
											≥ 6.6	≥ 2.5	≥ 10	≥ 7.5		≥ 15.0	≥ 5.1	≥ 5.1	
											≥ 3.3	≥ 1.0	≥ 6.6	≥ 5.0		≥ 10.0	≥ 2.4	≥ 2.4	
											≥ 1.7	≥ 0.5	≥ 3.3	≥ 2.5	≥ 1.75	≥ 5.0	≥ 1.7	≥ 1.7	
											< 1.7	< 0.5	< 3.3	< 2.5	< 1.75	< 5.0	< 1.7	< 1.7	

Príloha 4: Výsledky dioxínov, PAH a PFAS v ovocí

Sampling October-November, Košice Region, Slovakia 2023														
Date	Total	Samples	Location Village	Biomarker	TW-RF-NR	Analyse	Dioxins DR CALUX (mb)			medium bound (mb)		medium bound (mb)		
							PCDD/F	dl-PCB	PCDD/F/dl-PCB	PAH	4 PAH	16 PAH	PFAS	
Sample	Loc. / BiomSt				2023	Method	DR CALUX	DR CALUX	DR CALUX	PAH CALUX	GC-MS/MS	GC-MS/MS	LC-MS/MS	
							1.7		3.3				Σ 4 PFAS	Σ 24 PFAS
							pg BEQ1(TCDD)/g fat (veg; product)		Benzo(a)pyrene equivalent	Σ 4 PAH	Σ 16 PAH	medium bound (mb)		
									ng B[a]P eq./g product	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	
Fruit / Vegetables														
FOOD / Fruit/ Apples (Wet Weight / ww)														
30-10-2023	1	Apples (pulp)	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-APu-Dw01	DR CALUX	0,03	0,03	0,05					
		Apples (pulp)	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-APu-Dw01	PAH CALUX				0,67				
		Apples (pulp)	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-APu-Dw01	LC-MS/MS							1,45	
		Grape	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-Grp-Dw01	LC-MS/MS							1,45	
		Grape	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-Grp-Dw01	PAH GC-MS/MS				2,0	19,1			
30-10-2023	2	Apples (pulp)	Dvorníke - Loc. 2		23TWS-APu-Dw02	DR CALUX	0,03	0,03	0,05					
		Apples (pulp)	Dvorníke - Loc. 2		23TWS-APu-Dw02	PAH CALUX				0,40				
1-11-2023		Fig	Dvorníke - Loc. 2		23TWS_Fig-02-Dw02	LC-MS/MS							1,62	
	3	Grape	Včeláre - Loc. 2		23TWS-Grp-Vc01	PAH GC-MS/MS				2,7	32,5			
30-10-2023		Apples (pulp)	Včeláre - Loc. 2		23TWS-APu-Vc03	DR CALUX	0,03	0,03	0,05					
		Apples (pulp)	Včeláre - Loc. 2		23TWS-APu-Vc03	PAH CALUX				0,82				
		Grape	Včeláre - Loc. 2		23TWS-Grp-Vc01	LC-MS/MS							1,54	
31-10-2023	4	Apples (pulp)	Turňa nad Bodvou - Loc. 1		23TWS-APu-Tb01	DR CALUX	0,18	0,03	0,21					
		Apples (pulp)	Turňa nad Bodvou - Loc. 1		23TWS-APu-Tb01	PAH CALUX				2,50				
		Apples (pulp)	Turňa nad Bodvou - Loc. 1		23TWS-APu-Tb01	LC-MS/MS							1,45	
							TW Indicative scale Vegetation / (Feed)		TW Indicative scale		TW Ind. Scale		TW Indicative scale	
							DR CALUX		PAH CALUX		PAH GC-MS/MS		PFAS LC-MS/MS	
							PCDD/F		dl-PCB		(PCDD/F/dl-PCB)		Benzo(a)pyrene equivalent	
							pg TCDD eq./g dry weight (dw)		ng B[a]P eq./g product		ng/g product		ng/g product	
							≥ 2.5		≥ 2.5		≥ 3.32		> 500 ng	
							≥ 1.0		≥ 1.0		≥ 1.66		> 250 ng	
							≥ 0.5		≥ 0.5		≥ 0.83		> 100 ng	
							< 0.5		< 0.5		< 0.83		≥ 10 ng	
													> 500 ng	
													> 250 ng	
													> 100 ng	
													≥ 10 ng	
													≥ 1.45	
													< 1.45	

Príloha 5: Ihičie - výsledky dioxínov, PAH a ťažkých kovov

Results (sampling October-November), Košice Region, Slovakia 2023													
Date	Total	Samples	Location Village	Biomarker	TW-RF-IR	Analyse	Dioxins DR CALUX (mb)			medium bound (mb)	medium bound (mb)		
							PCDD/F	di-PCB	PCDD/F/di-PCB	PAH	4 PAH	16 PAH	Heavy Metals
Sample	loc. / Biomark				2023	Method	DR CALUX	DR CALUX	DR CALUX	PAH CALUX	GC-MS/MS	GC-MS/MS	14
							ng BEQ1(TCDD)/g fat (veg: product)	ng BEQ1(TCDD)/g fat (veg: product)	ng BEQ1(TCDD)/g fat (veg: product)	ng B[a]P eq./g product	∑ 4 PAH ng/g	∑ 16 PAH ng/g	ng/g
		Vegetation Pine needles											
30-10-2023	1	Pine needles - <i>Picea abies</i>	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-PH-Ev01	DR CALUX	0,22	0,56	0,77				
		Pine needles - <i>Picea abies</i>	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-PH-Ev01	PAH CALUX				2,16			
		Pine needles - <i>Picea abies</i>	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-PH-Ev01	PAH GC-MS/MS					14,1	60,1	
30-10-2023	2	Pine needles - <i>Picea abies</i>	Včeláre - Loc. 2		23TWS-PH-Vc01	DR CALUX	1,29	1,56	2,85				
		Pine needles - <i>Picea abies</i>	Včeláre - Loc. 2		23TWS-PH-Vc01	PAH CALUX				0,79			
		Pine needles - <i>Picea abies</i>	Včeláre - Loc. 3 (near CK)		23TWS-PH-Vc02	Heavy Metals							14
31-10-2023	3	Pine needles - <i>Picea abies</i>	Zádiel - Loc. 1		23TWS-PH-Za01	DR CALUX	0,61	0,92	1,52				
		Pine needles - <i>Picea abies</i>	Zádiel - Loc. 1		23TWS-PH-Za01	PAH CALUX				0,08			
31-10-2023	4	Pine needles - <i>Picea abies</i>	Hosťovce - Loc. 2 (sheep)		23TWS-PH-Ho02	DR CALUX	1,28	1,58	2,86				
		Pine needles - <i>Picea abies</i>	Hosťovce - Loc. 2 (sheep)		23TWS-PH-Ho02	PAH CALUX				0,56			
		Pine needles - <i>Picea abies</i>	Hosťovce - Loc. 2 (sheep)		23TWS-PH-Ho02	Heavy Metals							14
TW Indicative scale Vegetation / (Feed)				TW Indicative scale Results				TW Indicative scale		TW Indicative scale			
PCDD/F		di-PCB		PCDD/F/di-PCB		PAH CALUX		PAH GC-MS/MS		PAH GC-MS/MS		Heavy Metals	
ng TCDD eq./g dry weight (dw)		ng B[a]P eq./g product		ng/g product		ng/g product		ng/g product		ng/g product		mos/veg	
≥ 2.5	≥ 2.5	≥ 3.32	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng
≥ 1.0	≥ 1.0	≥ 1.66	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng
≥ 0.5	≥ 0.5	> 0.83	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng
< 0.5	< 0.5	< 0.83	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng	> 10 ng
			< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng

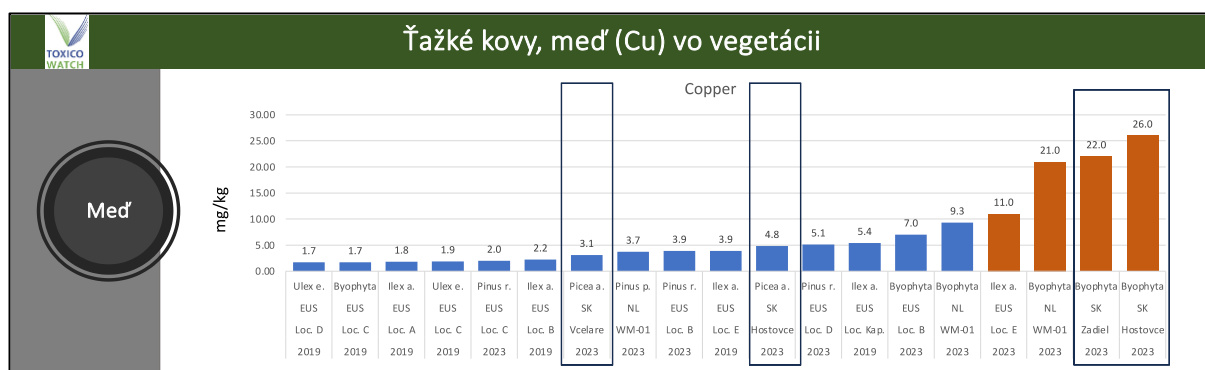
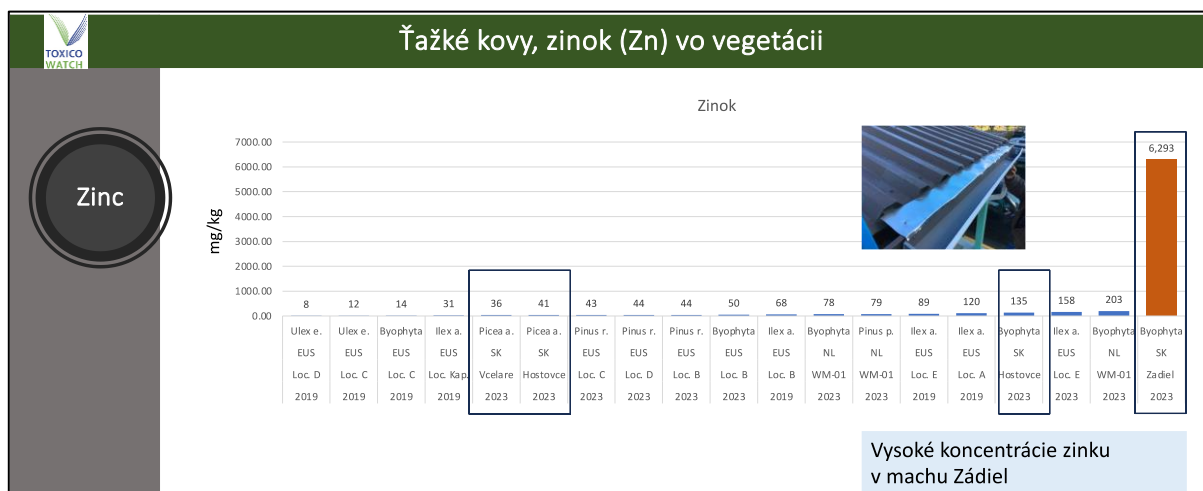
Príloha 6: Výsledky Výsledky machy

Results (sampling October-November), Košice Region, Slovakia 2023														
Date	Total	Samples	Location Village	Biomarker	TW-RF-NR	Analyse	Dioxins DR CALUX (mb)			medium bound (mb)		medium bound (mb)		Heavy Metals
							PCDD/F	dl-PCB	PCDD/F/dl-PCB	PAH	4 PAH	16 PAH		
Sample	loc. / BioMet				2023	Method	DR CALUX	DR CALUX	DR CALUX	PAH CALUX	GC-MS/MS	GC-MS/MS	14	
							1.7	3.3						
							pg BEQ (TCDD)/g fat (veg-product)	ng B[a]P eq./g product	ng/g product	ng/g	ng/g			
Vegetation / Mosses														
FEED / Vegetation / Mosses (Medium bound (mb), 88% Dry Weight/ (dw))														
30-10-2023	1	Mosses Roof	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-Mos-Dv01	DR CALUX	18,32	5,45	23,76					
		Mosses Roof	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-Mos-Dv01	PAH CALUX				371,29				
		Mosses Roof	Dvorníke - Loc. 1		23TWS-Mos-Dv01	PAH GC-MS/MS					186	516,6		
31-10-2023	2	Mosses ground	Dvorníke / Hill		23TWS-Mos-Dv03	DR CALUX	3,08	0,24	3,32					
		Mosses ground	Dvorníke / Hill		23TWS-Mos-Dv03	PAH CALUX				355,45				
		Mosses ground	Dvorníke / Hill		23TWS-Mos-Dv03	PAH GC-MS/MS					32,6	95,8		
30-10-2023	3	Mosses Roof	Včeláre - Loc. 2		23TWS-Mos-Vc01	DR CALUX	5,05	1,39	6,43					
		Mosses Roof	Včeláre - Loc. 2		23TWS-Mos-Vc01	PAH CALUX				4684,63				
		Mosses Roof	Včeláre - Loc. 2		23TWS-Mos-Vc01	PAH GC-MS/MS					117	319,6		
		Mosses Roof	Včeláre - Loc. 2		23TWS-Mos-Vc01	PAH GC-MS/MS					88,2	232,8		
30-10-2023	4	Mosses Roof	Zádieľ - Loc. 1		23TWS-Mos-Za01	Heavy Metals							14	
31-10-2023	5	Mosses Roof	Zádieľ - Loc. 2		23TWS-Mos-Za02	DR CALUX	10,70	0,69	10,78					
		Mosses Roof	Zádieľ - Loc. 2		23TWS-Mos-Za02	PAH CALUX				1016,04				
		Mosses Roof	Zádieľ - Loc. 2		23TWS-Mos-Za02	PAH GC-MS/MS					312	885,3		
31-10-2023	6	Mosses Roof	Hostovce - Loc. 2 (sheep)		23TWS-Mos-Hs02	DR CALUX	14,42	4,57	18,99					
		Mosses Roof	Hostovce - Loc. 2 (sheep)		23TWS-Mos-Hs02	PAH CALUX				432,69				
		Mosses Roof	Hostovce - Loc. 2 (sheep)		23TWS-Mos-Hs02	Heavy Metals							14	
31-10-2023	7	Mosses Roof	Hostovce - Loc. 1		23TWS-Mos-Hs01	PAH GC-MS/MS					303	815,3		
		Mosses Roof	Hostovce - Loc. 1		23TWS-Mos-Hs01	PAH GC-MS/MS					423	1065,9		
							TW Indicative scale Vegetation / (Feed)		TW Indicative scale Results			TW ind. Scale		TW ind. Scale
							DR CALUX		PAH CALUX		PAH GC-MS/MS		PAH GC-MS/MS	Heavy Metals
							PCDD/F	dl-PCB	(PCDD/F/dl-PCB)	Benzo(a)pyrene equivalent	∑ 4 PAH	∑ 16 PAH		
							pg TCDD eq./g dry weight (dw)	ng B[a]P eq./g product	ng/g product	ng/g	ng/g	ng/g	mos/veg	
							> 2.5	> 2.5	> 3.32	> 500 ng	> 500 ng	> 500 ng		
							≥ 1.0	≥ 1.0	≥ 1.66	> 250 ng	> 250 ng	> 250 ng		
							> 0.5	> 0.5	> 0.83	> 100 ng	> 100 ng	> 100 ng		
							< 0.5	< 0.5	< 0.83	< 10 ng	> 10 ng	> 10 ng		
										< 10 ng	< 10 ng	< 10 ng		

Orientačné farebné pruhy, ktoré poskytuje ToxicWatch, slúžia ako referenčná stupnica. Machy a ihličie sú vyjadrené v 88 % suchej hmotnosti a stredne viazanej hmotnosti (MB).

Príloha 7: Ťažké kovy

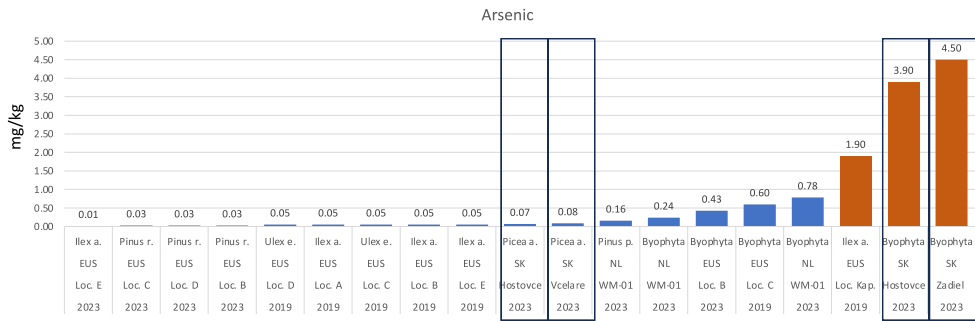
V machoch v Zádieli sa nachádza vysoké množstvo zinku. Možno pochádza z pozinkovaných žlabov alebo strešných dosiek. Hoci je zinok nevyhnutný pre život, jeho nadmerné požitie môže mať za následok nevoľnosť, zvracanie a hnačku.



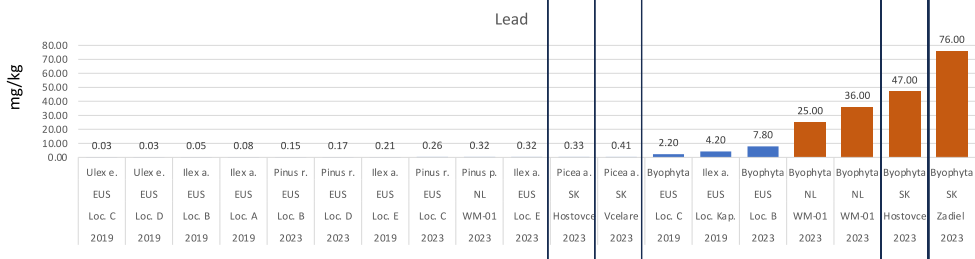
Vysoké hodnoty medi sa nachádzajú v machoch Hostovce a Zádiel, a to 26 a 22 mg/kg.

Ťažké kovy, arzén (As) a olovo (Pb) vo vegetácii

Arzén

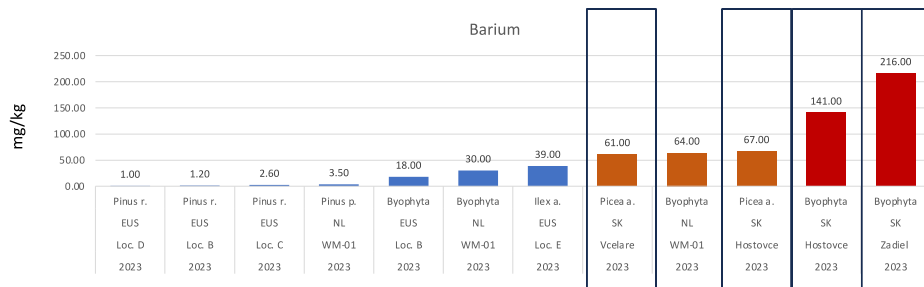


Olovo

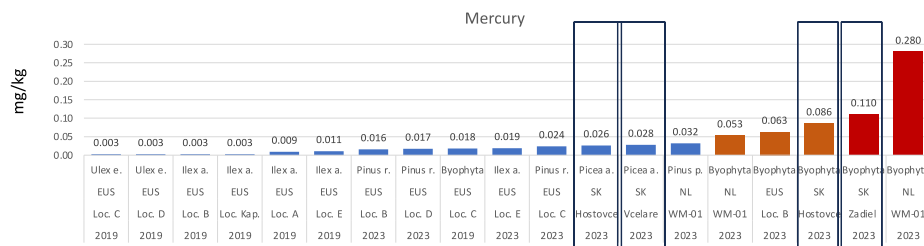


Ťažké kovy, bárium (Ba) a ortuť (Hg) vo vegetácii

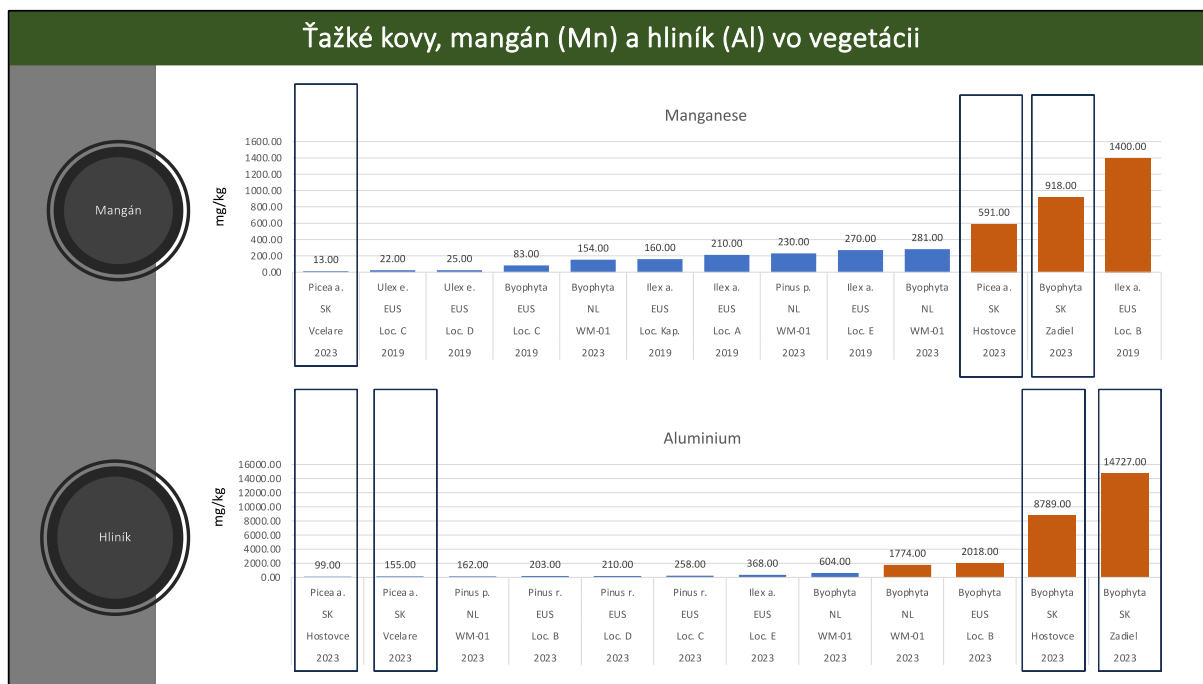
Bárium



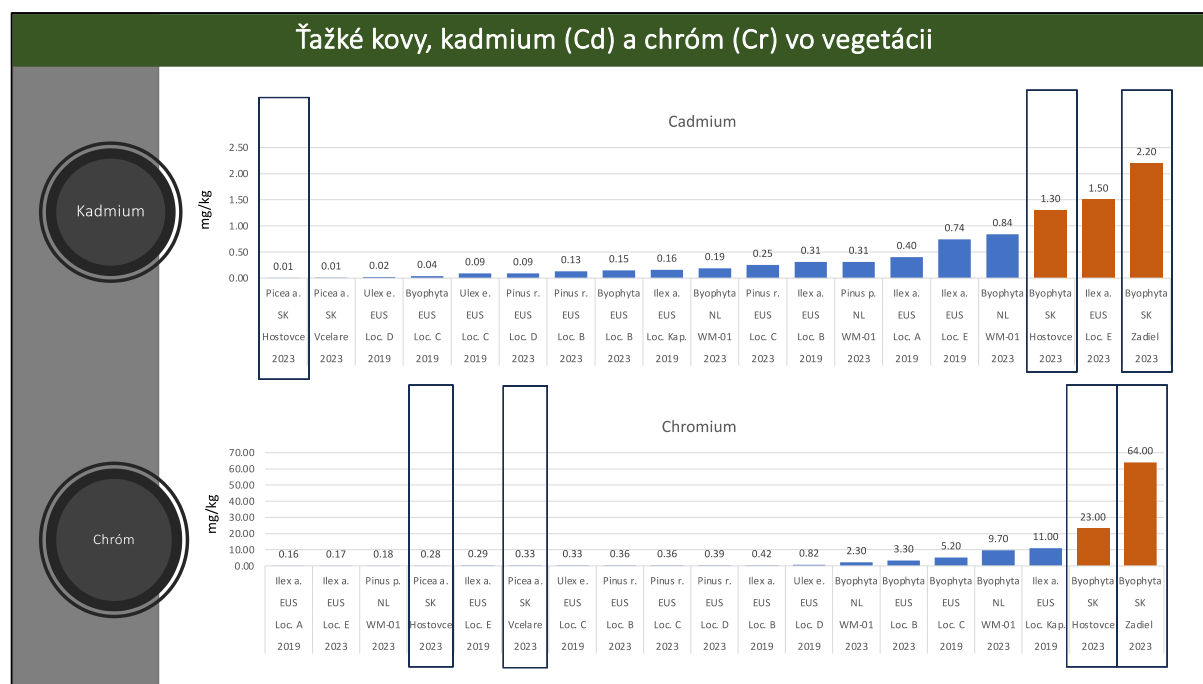
Ortuť



Ťažké kovy, mangán (Mn) a hliník (Al) vo vegetácii

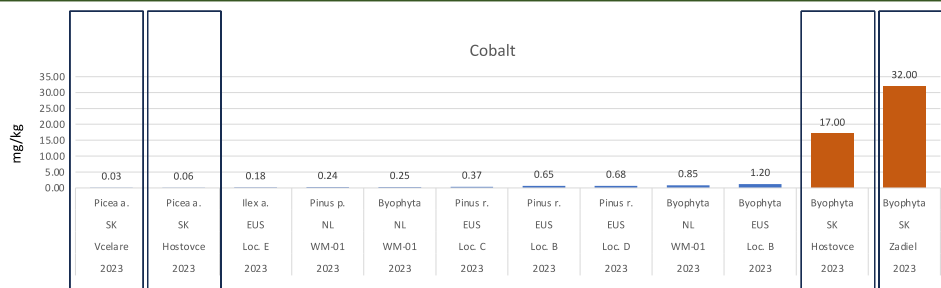


Ťažké kovy, kadmium (Cd) a chróm (Cr) vo vegetácii

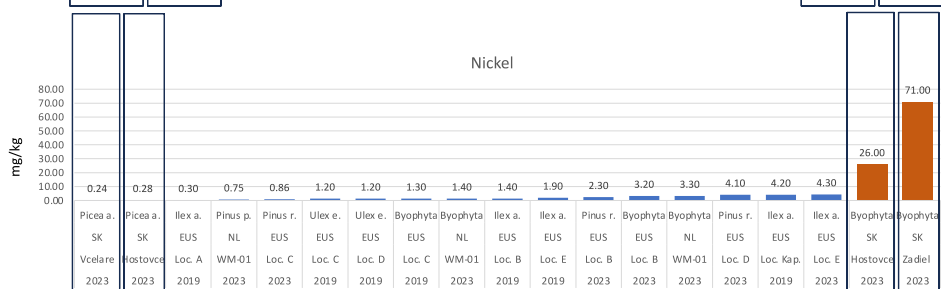


Ťažké kovy, kobalt (Co) a nikel (Ni) vo vegetácii

Kobalt



Nikel

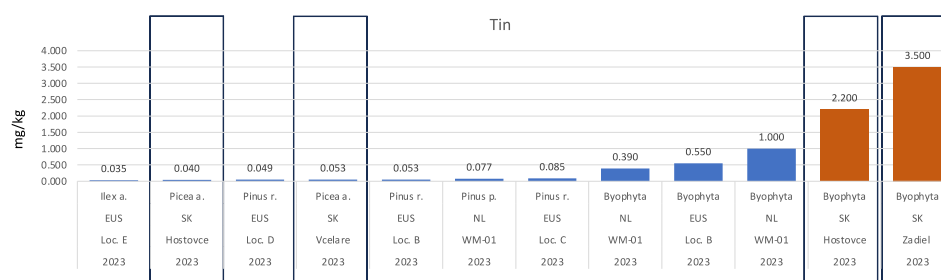


Ťažké kovy, cín (Sb) a striebro (Ag) vo vegetácii

Striebro



Cín





www.toxicowatch.org