

BEZ KONTROLY:



**Kolik dioxinů končí
ve zbytcích po spalování
odpadů a co to pro nás
znamená?**

Jindřich Petrlík, Nikola Jelínek, Sarah Ožanová

Tento souhrnný text vznikl na základě odborných příspěvků prezentovaných na konferenci Dioxin v letech 2018 a 2021.



Obsah

Stockholmská úmluva a perzistentní organické znečišťující látky (POPs)	6
Limity pro obsah POPs v odpadech	6
Ohlašování množství dioxinů v odpadech.....	7
Odhad globálního množství dioxinů v popílcích	7
Spalovny tuhého komunálního odpadu (STKO) a zařízení pro energetické využití odpadů (ZEVO)	7
Spalovny nebezpečného odpadu (SNO) a spalovny zdravotnického odpadu (SZO).....	8
Národní registry úniků a přenosů znečišťujících látek (PRTR) ..	9
Výsledný odhad objemu zbytků ze spaloven odpadů obsahujících dioxiny	9
Dioxiny v odpadech a jejich tolerovatelný roční příjem pro člověka	10
Rizika použití odpadů s obsahem dioxinů	10
Rekultivace odpady s obsahem dioxinů	10
Příklad z Velké Británie	11
Příklad z Thajska	12
Příklad z Číny	12
Další příklady expozice dioxiny	12
Jak je na tom Česká republika?	14
Závěr	15
Literatura a další zdroje	16



*Autor překladu původních textů: Tomáš Hakr
Autor grafického zpracování: Pavel Jaloševský
Autoři ilustračních fotografií: Marek Jehlička, Jan Šamánek,
Jindřich Petrlík a Martin Holzknecht*



Arnika je česká nezisková organizace, která od roku 2001 spojuje lidi usilující o lepší životní prostředí. Naším posláním je chránit přírodu a zdravé prostředí pro budoucí generace doma i ve světě. Dlouhodobě prosazujeme méně odpadů a nebezpečných látek, živé řeky a pestrou přírodu a právo občanů rozhodovat o životním prostředí.

Kampaň Arniky s názvem „**Nespaluj, recykluj!**“ byla zahájena koncem roku 2011 a od té doby reaguje na opakované snahy o masivní budování spaloven odpadů v České republice. Arnika prostřednictvím kampaně apeluje ve spolupráci s dalšími spolky na veřejnost a politiky, aby se tomuto trendu aktivně postavili a svou pozornost a podporu zaměřili na prevenci vzniku odpadů, recyklaci, kompostování a systémy zpětného odběru a zálohování.



Projekt s názvem „**Odpady transparentně a bez korupce**“, v rámci kterého tento text vznikl, podpořila Nadace OSF v rámci programu **Active Citizens Fund**, jehož cílem je podpora občanské společnosti a posílení kapacit neziskových organizací. Cílem programu je dále inspirace k aktivnímu občanství a pomoc znevýhodněným skupinám. Program Active Citizens Fund vstoupil do České republiky v září roku 2019 s cílem podpořit neziskové organizace neohledně na jejich velikost a zkušenosti. V České republice jej spravuje konsorcium, které tvoří **Nadace OSF, Výbor dobré vůle – Nadace Olgy Havlové a Skautský institut**. Program je realizován v rámci Fondů EHP a Norska 2014–2021. Prostřednictvím Fondů EHP a Norska přispívají státy Island, Lichtenštejnsko a Norsko ke snižování ekonomických a sociálních rozdílů v Evropském hospodářském prostoru (EHP) a k posilování spolupráce s 15 evropskými státy. Důležitým posláním programu je také spolupráce mezi Českou republikou a dárcovskými státy. Jde o spolupráci mezi českými neziskovými organizacemi a organizacemi z Islandu, Lichtenštejnska a Norska.

Stockholmská úmluva a perzistentní organické znečišťující látky (POPs)

V roce 2004 vstoupila v České republice v platnost takzvaná Stockholmská úmluva. Jde o právně závaznou mezinárodní dohodu, která byla v květnu 2001 podepsaná ve švédském Stockholmu pod patronátem Programu OSN pro životní prostředí. Jejím cílem je eliminace perzistentních organických znečišťujících látek (*persistent organic pollutants*, zkráceně označovaných jako POPs). Stockholmská úmluva rozlišuje různé zdroje těchto látek a řadí mezi ně i spalování odpadů. **Spalovny odpadů patří mezi největší producenty nezáměrně vzniklých POPs (UPOPs), konkrétně polychlorovaných dibenzo-p-dioxinů a dibenzofuranů (PCDD/F), zkráceně označovaných jako chlorované dioxiny či pouze dioxiny.** Spalovny odpadů produkují kromě emisí do ovzduší i pevné zbytky, které lze rozdělit na popel a zbytky z čištění spalin, zjednodušeně popílek. Celková hmotnost zbytků po spalování odpadů se pohybuje kolem 25 až 35 % původní hmotnosti spalovaných odpadů^{1,2}. Ve vlhkém stavu tvoří popel 20 až 30 % původní hmotnosti, zbytky z čištění spalin, zjednodušeně popílek, 2 až 5 % původní hmotnosti³. Zbytky z čištění spalin obsahují vyšší koncentrace dioxinů než popel^{4,5}.

Limity pro obsah POPs v odpadech

Mezi UPOPs se vedle již zmíněných dioxinů řadí i dioxinům podobné polychlorované bifenyly (*dioxin-like PCB*, zkráceně dl-PCB). Článek 6 Stockholmské úmluvy se zabývá opatřeními pro omezení nebo odstranění úniků těchto látek ze skladových zásob a odpadů. **Odpadem s POPs se rozumí odpad s koncentrací těchto látek, která překračuje stanovené limity (Low POPs Content Level, zkráceně LPCL).** Nastavení této hranice ovlivňuje, s jakými objemy odpadů se musí v souladu se Stockholmskou úmluvou nakládat. U odpadů s POPs totiž podle Stockholmské úmluvy nesmí docházet k „...obnově, recyklaci, regeneraci, přímému opětovnému použití nebo alternativnímu použití“.

Vedle Stockholmské úmluvy je pro problematiku POPs klíčová také takzvaná Basilejská úmluva, jejímž cílem je omezení pohybu nebezpečných odpadů přes hranice států a jejich co možná nejohleduplnější zneškodňování. Jednání o limitech LPCL má na starosti odborná komise Basilejské úmluvy sestavená ze zástupců vlád smluvních stran, průmyslu, akademické sféry a nevládních organizací. Nastavení těchto limitů by mělo vycházet z ochrany lidského zdraví a životního prostředí, zasahují do něj však i politické a ekonomické zájmy jednotlivých zemí. Výsledkem jsou nedostatečně nízké hranice LPCL, takže limity ve výsledku neslouží k ochraně lidského zdraví a životního prostředí, ale zájmům průmyslu a zachování praxe, kdy je popílek kontaminovaný dioxiny „recyklován“, tedy různými způsoby dále využíván, což je proti principům Stockholmské úmluvy. **Způsobem, jak omezit mnohdy nebezpečné nakládání s kontaminovanými zbytky po spalování odpadů, je snížit limity LPCL.**

Aktuálně se ve směrnici pro odpady s POPs⁶ uvádějí pro dioxiny dvě prozatímní hodnoty, 1 a 15 ppb, z nichž v praxi se častěji používá ta vyšší⁷. Důvodem je to, že v roce 2005 došlo ke snaze omezit množství odpadu s obsahem POPs⁸, nikoliv jeho fyzickým zredukováním, ale pouhým nastavením mírnějšího limitu. V rámci revize, ke které by mělo dojít v roce 2022, je navrhována hodnota 5 ppb⁹.

Firma Ramboll připravila pro Evropskou komisi studii, ze které jasně vyplývá, že pokud by byl limit LPCL nastavena na 5 µg TEQ/kg, překročí ho 11 % popílků, v případě limitu LPCL 10 µg TEQ/kg to budou 3 % popílků⁹.

Ohlašování množství dioxinů v odpadech

Odhad celkových celosvětových úniků dioxinů činil podle dat z roku 2008 101,4 kg TEQ/rok. Tento odhad vycházel ze shrnutí národních inventur emisí a přenosů dioxinů¹¹. Celkový počet států, jejichž inventury byly do globální bilance zahrnuty, byl 86, z nichž 8 (Rusko, Austrálie, Německo, Rakousko, Francie, Švýcarsko, Finsko a Bulharsko) přenosy dioxinů v odpadech vůbec nenahlásilo. Do těchto 86 států přitom nebyly zařazeny státy jako např. Japonsko, Velká Británie, Nizozemsko, Dánsko nebo Španělsko. Německo, Rakousko, Francie, Švýcarsko a Finsko dohromady představují 20,77 % celkové globální kapacity zařízení pro energetické využití odpadů (ZEVO). Velká Británie, Nizozemsko, Dánsko a Španělsko představují 9,7 % celkové globální kapacity, Japonsko dokonce 26,33 %. Ve shrnutí národních inventur tak celkově chybějí údaje o zemích, které tvoří minimálně 56,8 % globální kapacity ZEVO¹². Podle staršího odhadu produkují všechna ZEVO prostřednictvím popílku ročně 3,4 až 45,6 kg TEQ dioxinů¹³. **V globální inventuře tak každý rok ve zbytcích po spalování odpadů chybí podstatné množství dioxinů, o jehož odhad se v první části tohoto textu pokoušíme.**

Odhad globálního množství dioxinů v popílcích

Při odhadu globálního množství dioxinů v popílcích vycházíme z údajů o celosvětové kapacitě spaloven, konkrétně spaloven tuhého komunálního odpadu (STKO) a zařízení pro energetické využití odpadů (ZEVO), spaloven nebezpečného odpadu (SNO) a spaloven zdravotnického odpadu (SZO), a dále z emisních faktorů, tedy z množství dioxinů obsažených v popílcích z těchto zařízení. Pro zjištění celkové kapacity spaloven byly využity celosvětové databáze kapacity ZEVO^{12,14,15} a pro zjištění emisních faktorů Dioxin Toolkit z roku 2013⁵. Informace o globální kapacitě SNO a SZO neexistují, využity proto byly údaje o přenosech a únicích dioxinů z národních registrů znečišťování, ale především z národních implementačních plánů Stockholmské úmluvy.

Spalovny tuhého komunálního odpadu (STKO) a zařízení pro energetické využití odpadů (ZEVO)

Celková globální kapacita STKO se v roce 2013 odhadovala na 228,24 mil. tun ročně¹², v roce 2017 pak na 250 až 258,4 mil. tun ročně^{14,15}. Při úvaze vzniku 3 % popílku z celkové hmotnosti spáleného odpadu dostaneme hodnotu 7,75 mil. tun popílku ročně¹⁴. Dioxin Toolkit rozlišuje, jestli spalovny používají více či méně vyvinuté technologie čištění spalin a řadí tak většinu moderních STKO do třídy 3 a 4. Třída 3 má emisní faktor 200 µg TEQ/kg, třída 4 má 15 µg TEQ/kg. Tímto výpočtem se lze dostat k hodnotě 3,9 kg TEQ/rok a 51,7 TEQ/rok v popílku u jednotlivých tříd. Tento výpočet vychází z předpokladu, že všechny spalovny využívají 100 % své kapacity, to se však obvykle neděje. Konkrétní údaje nejsou v tomto případě k dispozici, předpokládáme tedy, že spalovny jsou využívány z 90 %.

Třídě 4 je přiřazena koncentrace dioxinů v popílku 1 ng TEQ/g a v popelu 5 pg TEQ/g⁵. Ve třídě 3 lze očekávat 30 ng TEQ/g v popílku a 100 pg/g v popelu. Podle firmy Ramboll se koncentrace dioxinů v popílku pohybuje v rozmezí 0,2 až 23,9, ale běžně se neměří⁹. Medián a průměr těchto zařízení byl 1,2 a 2,5 ng TEQ/g.

Jedna ze spaloven vykazovala koncentraci 9,9 a další pak 23,9 ng TEQ/g⁹. V STKO v Jižní Koreji činily koncentrace dioxinů v popílku 0,244 a 2,548, respektive 24,786 ng TEQ/g¹⁸. V popílku ze spaloven odpadů v Číně byly naměřeny koncentrace v rozmezí 0,034 – 2,5 ng WHO-TEQ/g¹⁹. Zdá se, že není mnoho ZEVO s koncentracemi dioxinů v popílku odpovídajícími třídě 3 (přibližně 15 ng TEQ/g), odhadujeme tedy, že by měla tvořit 10 % ze všech těchto zařízení.

Po korekci odhadu podle dostupných údajů (10 % zařízení je ve třídě 3 a 90 % ve třídě 4) a korekci uvažující s 10 % nevyužití kapacity zařízení jsme konečným odhadem celosvětového množství dioxinů v popílku ze STKO stanovili hodnotu 7,8 kg TEQ za rok.

Spalovny nebezpečného odpadu (SNO) a spalovny zdravotnického odpadu (SZO)

U SNO nejsou k dispozici globální údaje o kapacitách těchto zařízení, údaje o množství dioxinů v odpadech z nich lze však najít v Národních implementačních plánech (NIP) jednotlivých států nebo jinde. Velké SNO jsou v provozu spíše jen v rozvinutých zemích, zatímco v rozvojových zemích se používají hlavně menší SZO s menší kapacitou spalovaného odpadu (do několika tisíc tun ročně). Produkují rovněž popel, částečně smíchaný s popílkem, s relativně vysokým obsahem dioxinů 500 ng TEQ/kg a více^{20,21}, který se u SZO často skládá²² a který zahrnujeme do celkového výpočtu dioxinů produkovaných celosvětově v „popílků“.

Analyzovali jsme nesoulad mezi odhady úniků a přenosů dioxinů ve zbytcích ze SNO a SZO ve středoevropských státech Evropské unie s údaji dostupnými ve státních systémech jejich hlášení. Tam, kde jsou k dispozici hlášení přenosů konkrétních chemických látek v odpadech, jsme použili údaje z národních registrů úniků a přenosů znečišťujících látek (PRTR)¹⁶. V ostatních státech jsme použili údaje z jejich národních implementačních plánů (NIP) Stockholmské úmluvy, a to za použití dvojité kontroly s údaji, které jsou k dispozici v inventurách předaných orgánům Stockholmské úmluvy¹⁷. 32 zemí ze 139 (23 %) ve svých oficiálních inventurách přenosy dioxinů ve zbytcích po spalování neuvádí¹⁸.

Na základě údajů předložených Sekretariátu Stockholmské úmluvy (data z 86 zemí) a zpráv jednotlivých zemí činí množství dioxinů v odpadech téměř 800 g I-TEQ^a/ročně¹⁷. Některé země svá data vůbec nenahlásily nebo nebyly do výpočtů zahrnuty (např. Ukrajina s 156,5 g I-TEQ/rok)²³.



a Starší označení a výpočet toxických ekvivalentů pro dioxiny a dioxinům podobné PCB, takzvaný International Toxic Equivalent (I-TEQ), Severoatlantické aliance (NATO), původně vytvořený v roce 1989 a později rozšířený a aktualizovaný.

Národní registry úniků a přenosů znečišťujících látek (PRTR)

V některých státech se používají národní registry úniků a přenosů znečišťujících látek (PRTR) a při výpočtu bilance dioxinů v odpadech z nich lze rovněž vycházet. V českém PRTR^b (viz kapitolu *Jak je na tom Česká republika?*) je za roky 2012 až 2019 pro STKO hlášeno 15 g TEQ/rok a pro SNO (vč. SZO) je hlášeno 20,7 g TEQ/rok. V regionální inventuře dioxinů se v roce 2004 pro 13 států, které chtěly vstoupit do EU, odhadovalo pro SNO 5 g I-TEQ/rok a pro SZO 28 g I-TEQ/rok²⁴. Jen v Maďarsku v roce 2006 skončilo v odpadech více než 11,5 g I-TEQ/rok²⁵. To znamená, že pouhé 2 ze 13 zemí měly v odpadu tolik PCDD/F, kolik se v roce 2004 odhadovalo pro všechny potenciální členské státy EU. V Japonsku v roce 2018 bylo podle PRTR v odpadech předáno anebo uloženo 1514 g TEQ²⁶.

Tabulka 1. Úniky dioxinů v g TEQ/rok.

Země	Argentina	Brazílie	Čína ²⁷	ČR ^{a)}	EU ^{b)} 8	Maďarsko ^{c)} 25	Indie ^{d)}
SNO	27	20,72	186	20,7	61,8	11,53	3965,8
SZO	-	-	748,9	-	29,1	-	-
Rok	2006	2014	2004	2015	2005	2006	2010
Země	Indonésie ^{e)}	Japonsko ²⁶	Keňa ^{f)}	Litva	Nigerie	Jižní Afrika ²⁸	USA ^{g)} 5,29
SNO	58	1514	10,15	0,64	0	12,22	93 – 1395
SZO	-	-	-	0,5	15,851	-	NA
Rok	2001	2018	2006	2004	2004	2012	2005

Zdroj: Petrлік, Bell (2017)¹³, pokud není uvedeno jinak.

a) Výpočet vychází z 8 let hlášení do PRTR, zahrnuje také SZO; b) Výpočet za SZO zahrnuje pouze 10 členských států EU; c) Vypočítáno z údajů v příloze 6 Národního implementačního plánu Maďarska²⁵; d) Tento údaj je za všechny spalovny odpadů v Indii (včetně SZO), v Indii bylo nicméně v provozu jen jedno ZEVO s kapacitou 54 000 tun za rok¹²; e) Není úplně jasné, jestli celé množství pochází ze spaloven nebezpečného odpadu; f) Jak SNO tak SZO; g) Vypočítáno za použití nástroje Dioxin Toolkit⁵; NA – data nejsou k dispozici

Výsledný odhad objemu zbytků ze spaloven odpadů obsahujících dioxiny

Na základě dostupných údajů by celkové množství dioxinů v popílcích a jiných zbytcích z čištění spalin, celosvětově produkováných SNO a SZO, mohlo být podobné jako v případě STKO, pokud se vypočítá podle emisních faktorů uvedených v publikaci Dioxin Toolkit, to znamená přibližně 7 kg TEQ/rok, jelikož součet jen za vybrané země uvedené v tabulce 1 činí více než 6 kg TEQ/rok.

Znamená to, že celkové roční množství dioxinů ve zbytcích ze všech typů spaloven odpadů by mohlo činit přibližně 14 až 15 kg TEQ PCDD/F. Zdá se tedy, že to je vyšší podíl z celkových emisí dioxinů do životního prostředí, než jaký se odvozuje z inventur, které Sekretariát Stockholmské úmluvy obdržel od jednotlivých zemí¹⁷. Odhadujeme také, že 10 % dioxinů produkováných současnými STKO je v popílcích, ve kterých jejich koncentrace překračují současný limit LPCL 15 ppb. Údaje o koncentracích dioxinů v popílku ze SNO a SZO

b Český PRTR byl nazván Integrovaný registr znečišťování se zkratkou IRZ a je dostupný na www.irz.cz.

svědčí o tom, že u nich bude podíl přesahující 15 ng TEQ/g vyšší, v této skupině je ale mnohem těžší odhadnout procento, kterého se to týká.

V roce 2005 bylo odhadováno, že v EU by limit LPCL 15 ng TEQ/g překročilo 86 000 tun odpadů. Pokud by limit byl 1 ng TEQ/g, jednalo by se o 2 255 000 tun odpadů⁸. EU se nastavením LPCL pro dioxiny na úrovni 15 ppb rozhodla nést odpovědnost za 1,3 kg dioxinů v odpadech, zatímco dalších více než 2 kg dioxinů tím zůstalo bez kontroly. Na základě dnes používaného limitu LPCL (15 ng/g) zůstává ročně v odpadech nejméně polovina ze 14 až 15 kg TEQ PCDD/F, které pocházejí z popílků ze spaloven odpadů. Pravděpodobně je to ale ještě více.

Dioxiny v odpadech a jejich tolerovatelný roční příjem pro člověka

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) nedávno zpřísnil hodnotu tolerovatelného týdenního příjmu (TWI) dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenylnů na 2 pg TEQ/kg tělesné hmotnosti člověka. To znamená, že člověk o hmotnosti 70 kg by neměl za rok přijmout tyto látky v množství větším než 7280 pg TEQ. Pro celou populaci na Zemi, která v roce 2019 činila 7,7 miliardy lidí, to je 56,056 g TEQ dioxinů za rok. **Polovina z množství dioxinů, které ročně zůstane v popílcích ze spaloven odpadů a které má i nadále zůstat bez kontroly, se tak rovná roční dávce tolerovatelné pro lidskou populaci, která by žila na 133 planetách Zemích.** Pokud použijeme TWI 14 pg TEQ/kg tělesné hmotnosti používaný dosud WHO, potom toto množství odpovídá roční dávce tolerovatelné pro populaci žijící na 19 planetách Zemích. Naštěstí se ne všechny dioxiny dostanou do našeho potravního řetězce.

Případy kontaminace potravního řetězce byly zdokumentovány hlavně v místech, kde se nikoli bezpečným způsobem nakládalo s popílkem ze spaloven odpadů nebo jiným odpadem kontaminovaným dioxiny, jejichž množství v popílků přesahovalo 500 pg TEQ/g sušiny^{30,31}. Tyto případy rozebíráme níže. Také nechvalně proslulý „nejvíce kontaminovaný korálový útes na světě“ leží na Bermudách, blízko místa, kde se do moře ukládal popílek ze spaloven odpadů stabilizovaný cementem³². **K těmto případům mohlo dojít mimo jiné i proto, že se v celosvětovém měřítku pro dioxiny používá příliš nízký limit LPCL.**

Rizika použití odpadů s obsahem dioxinů

Používání směsi popílku a popelu ze spalovny odpadů v Bykeru k výstavbě cest mezi zahrádkami v Newcastle ve Velké Británii v letech 1994 až 1999 vedlo k závažné kontaminaci domácích chovů drůbeže dioxiny^{33,34}. Podobný případ se struskou z výroby mědi v Německu vedl k zavedení první normy upravující limit obsahu dioxinů v půdě³⁵. Nyní se předpokládá, že by přísnější předpisy týkající se odpadů, zavedených od té doby, měly opakování podobných incidentů zabránit. Nedávno získané informace o přenosech zbytků ze spaloven odpadů nicméně tento předpoklad zpochybňují. **Položili jsme si tedy otázku, zda stávající legislativní a regulační opatření upravující pohyb dioxinů při přenosech odpadů účinně brání případům kontaminace.**

Rekultivace odpady s obsahem dioxinů

Údaje o přesunech zbytků ze spaloven odpadů v České republice získané Arnikou v roce 2004 dokládají, že dvě velká zařízení míchala popílek ze spaloven s jiným odpadem a vzniklý materiál se poté používal při rekultivacích míst, kde dříve probíhala těžba uhlí anebo zpracování uranové rudy, a to na povrchu terénu i pod

zemí. Směs se buď na místě ukládala (*lokality I*), nebo se převážela na jiná místa (*lokality II*). Ze zbytků po spalování odpadů se přitom mohou při takovémto použití uvolňovat dioxiny a jiné toxické látky, které popílek ze spaloven odpadů obsahuje, a mohou tak kontaminovat prostředí v okolí míst, kde se materiál zpracovává a ukládá.

Vzorky, které jsme nechali analyzovat, byly odebrány na místech nebo v okolí míst, kde se po delší dobu zpracovával nebo skladoval popílek ze spaloven odpadů. Jednalo se o vzorky půdy, prachu, sedimentů, ryb, vodních měkkýšů, krabů a/nebo vajec slepic chovaných ve volném výběhu. Analyzovala se kontaminace dioxiny a dioxinům podobnými polychlorovanými bifenoly, buď chemickými analýzami (ISO 17025) anebo pomocí tzv. bioassay analýzy, neboli biotestů (DR CALUX®)³⁶.

V *lokality I* v ČR, v oblasti, kde dříve probíhala hlubinná těžba uhlí a kde se dnes nachází, mimo jiné, zařízení pro míchání odpadů, byly odebrány vzorky sedimentů. Vzorky byly odebrány v oblasti proti proudu a po proudu potoka od lokality. Naměřená koncentrace dioxinů ve vzorku odebraném proti proudu potoka činila 2,8 pg I-TEQ/g sušiny, zatímco koncentrace dioxinů ve vzorku odebraném po proudu potoka a ve vzorku z odtoku z dolu činila 10, respektive 4,2 pg I-TEQ/g sušiny. Biotesty na dioxinům podobné polychlorované bifenoly, které se prováděly u vzorků sedimentu z odkaliště a z odtoku z rekultivovaného hlubinného dolu v roce 2011, bylo zjištěno 21 a 29 BEQ. Pro srovnání, v sedimentu odebraném v průmyslové oblasti v České republice byla naměřena hodnota 5,6 BEQ. Výsledky analyzovaných vzorků z *lokality I* prokazují, že v důsledku zpracování odpadů jsou v místním prostředí zvýšené koncentrace dioxinů. Ve směsi odpadů ze zařízení byla naměřena koncentrace dioxinů 391 pg I-TEQ/g sušiny³⁷.

V *lokality II* v ČR se nachází zařízení pro přepracovávání odpadů, které zpracovává různé tuhé odpady a kaly, včetně popílku z několika spaloven odpadů. V sousedství zařízení byly v letech 2015 a 2016 opakovaně odebrány vzorky sedimentů. Výsledky analýz na obsah dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenylů v těchto vzorcích jsou shrnuty v *tabulce 2*. Dokládají, že přepracovávání odpadů obsahujících vysoká množství dioxinů má vliv na okolní prostředí. Vzorky odebrané nejbližší místa přepracovávání vykazovaly největší kontaminaci, koncentrace v sedimentech potoka ve směru po proudu od lokality pak byly více než 10x vyšší než koncentrace zjištěné na referenční lokalitě v ČR.

Tabulka 2. Koncentrace dioxinů (PCDD/F) a dioxinům podobných polychlorovaných bifenylů (dl-PCB) naměřené v sedimentech v okolí lokality II v pg WHO-TEQ/g sušiny

	Nádrž a mokřad ovlivněný zařízením	Potok po proudu	Potok (bez přímého spojení s retenční nádrží)	Hodnoty naměřené v referenčních lokalitách v ČR ³⁸
PCDD/F	259–289	19–48	4–13	1,4
PCDD/F + dl-PCB	279–301	22–61	5–17	1,6

Příklad z Velké Británie

Ve Velké Británii v obci Bishop's Cleeve se nachází skládka nebezpečného odpadu, která přijímá zbytky z čištění spalin ze spaloven odpadů z různých míst Velké Británie. Přimo na místě je popílek ze spaloven odpadů „zpracováván“ tak, že se míchá s výluhem a ukládá se na otevřenou skládku. V letech 2010 a 2011 jsme na nedaleko ležící Wingmoor Farm odebrali tři směsné vzorky vajec slepic a kachen chovaných ve volném výběhu. Ve dvou z nich byly naměřeny významně vysoké koncentrace 21 a 55 BEQ, které 4x, respektive 11x překračovaly limit EU pro obsah dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenylů. Třetí vzorek byl s úrovní 1,8 BEQ pod limitem EU. (V té době byla ještě Velká Británie součástí EU.) Tyto výsledky prokázaly kontaminaci oblasti v okolí zařízení. Koncentrace dioxinů v prachu v ovzduší, naměřené na Wingmoor Farm nedaleko Bishop's Cleeve v říjnu až listopadu 2010, činily podle Analytické zprávy Agentury pro životní prostředí

2 – 2,335 pg TEQ/g sušiny³⁹. Na Wingmoor Farm odebíral v sousedství úložiště popílku vzorky také Jeremy Irons v [dokumentu „Trashed“ z roku 2012](#). Pokud chcete vidět, jak to na místě vypadá, podívejte se na tento film, vystupuje v něm zhruba v 16. až 21. minutě.

Příklad z Thajska

V Thajsku, u spalovny odpadů v Phuketu, byl mezi budovou spalovny a blízkým mangrovovým lesem dlouhodobě skladován popílek z této spalovny. Vysoké koncentrace dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenyly byly naměřeny jak přímo v popílku (3 300 – 8 300 pg TEQ/g sušiny), tak v jezírku v sousedství úložiště popílku (2 800 pg TEQ/g sušiny) a v sedimentu mangrovového lesa (24 pg BEQ/g). Koncentrace naměřená v lese byla 6x vyšší než byla maximální koncentrace v thajské průmyslové oblasti Tha Tum (0,27 – 3,8 pg TEQ/g sušiny⁴⁰). Vzorky ryb z oblasti blízko spalovny obsahovaly 1,2 až 5,6 pg TEQ/g tuku⁴¹, ryby z oblasti mangrovového lesa 42,5 pg BEQ/g tuku. Pomocí biotestů byli testováni také krabi, ústřice a slávky z mangrovového lesa a byly zjištěny koncentrace 43,6, 34,6 a 3,0 pg BEQ/g tuku. Pro srovnání, koncentrace dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenyly v rybách z oblasti Chanthaburi byly pod mezí detekce - 0,01 pg TEQ/g tuku. Vajíčka pěvců odebraná v blízkosti spalovny obsahovala 6,1 pg BEQ/g tuku, což překračovalo limitní hodnotu EU pro vejce 5 pg TEQ/g tuku i referenční hodnotu 0,08 pg TEQ/g tuku⁴² pro vejce v Thajsku. Koncentrace dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenyly naměřené v živých organismech a sedimentech v okolí skládky popílku v Phuketu byly významně vyšší než v referenčních oblastech a dokonce vyšší, než koncentrace zjištěné v průmyslových oblastech Thajska.

Příklad z Číny

V čínském Wu-chanu byly odebrány dva vzorky slepičích vajec, oba z domácích chovů soukromých drůbežích farem v blízkosti spalovny komunálních odpadů Guoding Shan (*lokality A* byla od spalovny vzdálena 0,3 km a *lokality B* 1 km). V obou vzorcích byly měřeny dioxiny a dioxinům podobné polychlorované bifenyly. Biotestem byla v *lokalitě B* zjištěna hodnota 8,8 BEQ/g tuku, chemickou analýzou pak suma těchto dvou látek 13,3 pg TEQ/g tuku (z toho 8,6 pg TEQ/g tuku tvořily dioxiny). BEQ ve vejcích z *lokality A* činil 35 pg/g tuku a instrumentální analýzou byla zjištěna koncentrace 16 pg TEQ/g tuku pro sumu dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenyly (dioxiny tvořily 12,2 pg TEQ/g tuku). V těchto vejcích byly zjištěny ve velkém množství (29 pg TEQ/g tuku) rovněž bromované dioxiny (PBDD/F). Ke kontaminaci vajec chlorovanými i bromovanými dioxiny přitom mohlo významně přispívat dlouhodobé skladování popílku v areálu spalovny komunálního odpadu ve Wu-chanu⁴³. Ve vzorku popílku pocházejícího ze spalovny byla v roce 2015 naměřena koncentrace dioxinů 779 pg TEQ/g sušiny.

Další příklady expozice dioxiny

Díky výsledkům sledování z různých lokalit, včetně těch výše jmenovaných, lze stanovit potenciální expozici dioxiny a dioxinům podobnými polychlorovanými bifenyly z odpadů, které tyto nebezpečné látky obsahují. Na jejich základě je také možné odvodit, jak by měly vypadat účinné limity jejich obsahu v odpadech, které by expozici zabránily, což je klíčovým cílem jak Stockholmské, tak Basilejské úmluvy. Výše uvedené případy jasně dokládají, že k expozici těmito látkami může docházet skrze prach, půdu, drůbež či ryby, jež se dostávají do kontaktu s odpady s obsahem POPs. Případy popsané v tomto textu přitom nejsou zdaleka ojedinělé. Shromáždili jsme další podobné případové studie popsané v literatuře a shrnuli je v *tabulce 3*.

Tabulka 3. Souhrnné informace o koncentracích dioxinů (PCDD/F) v TEQ a/nebo BEQ zjištěných na lokalitách ovlivněných popílkem a jinými odpady kontaminovanými dioxiny, jak jsou popsány v tomto textu nebo v literatuře

	Rok(y) odběru vzorků	Popílek (odpad)	Půda / sediment - přímý vliv	Půda / sediment - referenční hodnota	Vejce	Vejce - referenční hodnota ¹⁾
Jednotky		pg TEQ/g sušiny			pg TEQ/g tuku	
Thajsko (spalovna Phuket)	2010 - 2011	3200 - 8000	2700**	NA	6,1*	0,08 ⁴²
Čína (spalovna Wu-chan)	2014 - 2015	779	NA	NA	12,2	0,2 ⁴³
Velká Británie (Bishop's Cleeve)	2010 - 2011	2500	6,5 - 11*	0,05 - 1,2	1,8; 21; 55*	0,2 ³³
Velká Británie (Newcastle) ^{33,34}	2000	20 - 9500	7 - 292	NA	0,4 - 56	0,2 ³³
Peru (Zapallal) ⁴¹	2010	50 - 12000	5 - 11	0,05 - 1,2	3,4 - 4,4	0,12 ⁴¹
Taiwan ⁴⁵	2005	NA	NA	NA	32,6	0,274 ⁴⁶
Polsko (kurník z ošetřeného dřeva) ⁴⁷	2015	3922	16 - 47	0,1 - 0,8	12,5 - 29,3	0,44 ⁴⁷

* BEQ (celková toxicita dioxinového typu); ** údaje pro sediment; NA - data nejsou k dispozici

Z tabulky 3 je zřejmé, že případy nakládání s odpadem v koncentraci mezi 20 až 12 000 pg TEQ/g vedly ke kontaminaci potravního řetězce (vejce nebo drůbežního masa) na úrovních až více než 20x vyšších, než jaký je navržený limit EU pro dioxiny v potravinách (2,5 pg TEQ/g tuku)¹⁹. Koncentrace dioxinů ve vejcích domácích slepic byly 280x vyšší než u referenčních vzorků vajec, z čistých lokalit anebo z velkých uzavřených chovů.

Studie švédské Agentury pro životní prostředí (EPA) doložila, že koncentrace dioxinů 30 pg TEQ/g tuku budou ve vejcích překročeny při koncentraci v půdě přibližně 4 až 75 ng TEQ/kg sušiny. Maximální evropská úroveň dioxinů 2,5 pg TEQ/g tuku⁴⁸ může být tudíž překročena už při koncentracích v půdě, které jsou desítkrát nižší (tedy 0,4 až 7 ng TEQ/kg sušiny). Vyděme-li z horní hranice rozmezí uvedeného ve studii švédské EPA a z případu kontaminovaného dřevěného odpadu⁴¹, kvůli kterému došlo ke kontaminaci potravního řetězce, **můžeme vyvodit závěr, že použití popílku a jiných odpadů obsahujících dioxiny v koncentraci přesahující už 0,05 ppb (0,05 ng/g v TEQ) na povrchu terénu může vést k nepřijatelné kontaminaci místního potravního řetězce.** Podle některých jiných studií vedly ke kontaminaci domácích vajec na úroveň přesahující limit EU pro potraviny i nižší koncentrace dioxinů v půdě^{49,50}. Vliv na vejce slepic chovaných ve volném výběhu může být zásadní a v některých případech bylo zjištěno překročení stávajících evropských limitů více než 20x. Místně produkované potraviny mají přitom velký význam zvláště v rozvojových zemích a v zemědělských oblastech rozvinutých zemí, tomuto scénáři expozice je tedy potřeba věnovat obzvláštní pozornost. V této souvislosti je potřeba zmínit, že k jednomu z posledních závažných případů kontaminace dioxiny v Německu došlo v roce 2011 použitím odpadního oleje z výroby bionafty s koncentrací dioxinů 123 pg TEQ/g pro výrobu krmiva⁵¹. **To vše jasně dokládá, že stávající legislativní limity obsahu dioxinů v odpadech nejsou dostatečně přísné.**

Jak je na tom Česká republika?

Celkové množství dioxinů v odpadech přijatých zařízením v jedné z lokalit v České republice jsme byli schopni odhadnout díky tomu, že máme k dispozici statistiky z této lokality z let 2014 a 2015. Za tyto dva roky činilo odhadované množství dioxinů vstupujících do zařízení přibližně 33 g TEQ (v popílku ze spaloven odpadů a prachu z metalurgického průmyslu). Do českého registru znečišťování (PRTR) bylo v těchto letech jako přenosy v odpadech nahlášeno 74 a 51 g TEQ, z čehož přibližně 25 g TEQ/rok bylo v odpadech ze spaloven⁵². **Toto porovnání dokládá poměrně vysokou spolehlivost údajů v českém Integrovaném registru znečišťování (IRZ).**

[Integrovaný registr znečišťování \(IRZ\)](#), který v ČR funguje od roku 2004, je veřejně přístupná databáze umožňující vyhledávat informace o všech provozovnách v ČR, které za daný rok ohlásily přenosy vybraných nebezpečných chemických látek, překračující stanovenou mez. Je obdobou databází nazývaných v zahraničí zkratkou PRTR (Pollutant Release and Transfer Register). Data za předchozí rok jsou zveřejňována vždy k 30. září roku následujícího. Registr spravuje Ministerstvo životního prostředí a kontrolu plnění ohlašovací povinnosti má na starost Česká inspekce životního prostředí.

Už od roku 2005 Arnika na základě dat z IRZ každoročně sestavuje [žebříčky největších znečišťovatelů](#), které přehledně prezentuje na webu [Znečišťovatelé pod lupou](#). Ten nabízí vyhledávání jednotlivých provozů a lokalit na mapě a přehledy a grafy pro jednotlivé skupiny látek.

Už od zavedení IRZ do české legislativy jsou zaznamenávány snahy průmyslových a politických struktur o jeho omezení. Naposledy to bylo v roce 2007, kdy měly podle tehdejšího vládního návrhu zákona z registru zmizet údaje o nebezpečných látkách, které opouštějí podniky v odpadech. Zmizet měly také informace o celých průmyslových odvětvích. To se naštěstí nestalo a informační rozsah registru zůstal zachován. Pomohly k tomu i víc než dvě stovky signatářů Výzvy starostů a zastupitelů a víc než 16 tisíc signatářů petice Budoucnost bez jedů II, organizované Arnikou. Přesto průmysl dosáhl v roce 2016 určitého omezení IRZ, nikoliv však likvidačního.



Závěr

V celkových globálních emisích dioxinů, které byly odhadnuty na víc než 100 kg TEQ/rok, chybí údaje z části zemí, které však tvoří poměrně velkou část globální kapacity spaloven odpadů. **Z popsaných prázdných míst v inventurách dioxinů ve zbytcích ze spaloven odpadů vyplývá, v jak velké míře je potenciální ohrožení potravního řetězce a lidského zdraví nekontrolovanými přenosy POPs v odpadech podhodnocováno.** Jde o důsledek nízkých limitů pro obsah dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenyly v odpadech, které firmy nenutí sledovat jejich koncentrace a umožňují „recyklaci“ jako možnost, jak s tímto odpadem v globálním měřítku nakládat, navzdory vysokému obsahu POPs.

O jak velký problém se jedná dokládá odhad, že **celosvětově činí množství dioxinů v popílku ze spalování odpadů a/nebo ve směsi popílku a popelu 14 až 15 kg TEQ** a že **navrhované limity pro dioxiny v odpadech nechávají mimo kontrolu zhruba polovinu z tohoto množství.** To se, jen pro srovnání, rovná maximálnímu tolerovatelnému příjmu dioxinů (TWI) pro populaci 19 (pro hodnotu TWI stanovenou WHO) až 133 (pro zpřísněnou hodnotu TWI úřadem EFSA) planet Zemí.

Volně chovaná zvířata mají často přístup na místa kontaminovaná POPs, včetně dioxinů, a k popelu ze spaloven odpadů, čímž dochází ke kontaminaci potravin pro lidskou spotřebu. Limit LPCL je jedním z klíčových opatření pro kontrolu odpadů s obsahem POPs na globální úrovni a kdyby se zpřísnil, mohl by se využít k řešení tohoto problému. **Všechny výše popsané případy dokládají, že i odpad, který obsahuje dioxiny v množství pod nyní stanoveným prozatímním limitem LPCL 15 ppb (15 000 pg TEQ/g), může vést k významné kontaminaci v okolí lokalit, kde se takový materiál přepracovává nebo zneškodňuje způsobem, kterým nedochází k destrukci nebo nevratné přeměně dioxinů nebo dioxinům podobných polychlorovaných bifenyly obsažených v odpadu tak, jak to vyžaduje článek 6 Stockholmské úmluvy.**

Půdu může kontaminovat i odpad obsahující množství nad přibližně 0,02 / 0,05 ppb, pokud se použije na povrchu terénu bez jakéhokoli zpracování. **Na základě zjištění popsaných zde i v jiných studiích doporučujeme stanovit nový limit LPCL pro dioxiny v odpadech na 1 ppb a omezit používání odpadů s obsahem dioxinů a dioxinům podobných polychlorovaných bifenyly v množství nad 0,05 ppb na povrchu terénu bez předchozího zpracování. Nejlepším řešením je však podle nás zabránit vytváření dioxinů v odpadech pomocí náhrady materiálů a změny technologických postupů a postupů nakládání s odpady tak, že se budou podporovat technologie, díky kterým nebude docházet k vytváření nezáměrně produkovaných POPs, jak to navrhuje článek 5 a příloha C Stockholmské úmluvy. Prakticky to tedy znamená se mimo jiné v co největší míře vyhnout spalování odpadů a preferovat předcházení jejich vzniku, lepší třídění a vyšší míru recyklace.**

Literatura a další zdroje

1. EA (2002) Solid Residues from Municipal Waste Incinerators in England and Wales. Environment Agency.
2. Petrlik J, Ryder R (2005) After Incineration: The Toxic Ash Problem. IPEN, Arnika: Prague; p 59.
3. Sabbas T, Polettini A, et al. (2003) *Waste Management*. 23 (1), 61-88.
4. Grosso M, Biganzoli L, et al. (2012) *Chemosphere*. 2012, 86 (3), 293-299.
5. UNEP; SC (2013) Toolkit for Identification and Quantification of Releases of PCDD/Fs and Other UPOPs.
6. SC (2010) Stockholm Convention on POPs as amended in 2009. Text and Annexes. Geneva, 2010; p 64.
7. European Parliament and the Council of the EU, Regulation (EU) 2019/1021 on POPs. OJL L 169, 45–77.
8. BiPRO (2005) Study to facilitate the implementation of certain waste related provisions of the POPs Regul.
9. Ramboll (2019) Study to support the review of waste related issues in Annexes IV and V of Reg. 850/2004.
10. Wang B, Fiedler H, (2016) *Chemosphere*. 2016, 151, 303-309.
11. Fiedler H (2016) Release Inventories of PCDD/Fs. In Dioxin and Related Compounds: Special Vol., pp 1-27.
12. Coenrady (2013) <http://www.coenrady.com/reference004.pdf> (accessed 27-03-2017).
13. Petrlik, J.; Bell, L. Toxic Ash Poisons Our Food Chain; 2017; p 108.
14. Makarichi L, et al. (2018) *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 91, 812-821.
15. Lu JW, et al. (2017) *Waste Manag.* 69, 170-186.
16. Petrlik J, Bell L, Žulkovská K (2018) Crucial Elements of the PRTR Their Relationship to the SC. Arnika.36
17. EEC of SC (2016) Analysis of the information on releases of UPOPs under Article 5 of the SC. Bratislava..
18. Kim K-H, Seo Y-C, et al. (2005) *Microchemical Journal*. 80 (2), 171-181.
19. Pan Y, Yang L, et al. (2013) *Chemosphere*. 92 (7), 765-71.
20. Fiedler H (2001) Thailand Dioxin Sampling and Analysis Program; UNEP: Geneva, 2001; p 25.
21. Petrlik J, Adu-Kumi S, et al. (2019) POPs in Eggs: Report from Africa; IPEN, Arnika, CREPD. Accra.
22. Adama M, et al. (2016) *Journal of Environmental and Public Health*. 2016, 6.
23. MEPU (2007) Ukraine NIP for the Stockholm Convention on POPs. Kyiv, 2007; p 265.
24. Pulles T, et al. (2004) Dioxin emissions in Candidate Countries. TNO: 2004, 70.
25. Ministry of Environment and Water (2009) NIP on the Stockholm Convention - Republic of Hungary.
26. Government of Japan (2020) The NIP of Japan under the Stockholm Convention on POPs Modif. 11/2020.
27. The People's Republic of China (2007) NIP for the Stockholm Convention on POPs. Beijing, 2007; p 369.
28. MWEA (2012) NIP of the Stockholm Convention on POPs - South Africa - September 2012; Pretoria; p 128.
29. US EPA (2016) <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/td/web/html/combustion.html#units>.
30. Katima JHY, Bell, L, et al. (2018) *Organohalogen Compounds*. 80, 700-704.
31. Petrlik J, Ismawati Y, et al. (2020) Toxic Hot Spots in Java and POPs in Eggs IPEN, Arnika, Nexus3, Ecoton

32. Jones R (2010) *Marine Pollution Bulletin*. 60 (11), 1993-2006.
33. Pless-Mulloli T, et al. (2001); *Organohalogen Compounds* 51: 48-52
34. Watson A (2001); *PCDD/PCDF and Heavy Metals in Soil and Egg samples related to the Byker incinerator*
35. Fiedler H, et al. (1995); *Journal of Hazardous Materials* 1995. 43, 217-27
36. Besselink H JA, Pijnappels M, Swinkels A, Brouwer B (2004); *Organohalogen Compounds*. 66, 677-81
37. TAZUS (2010); Certifikát č. 070 – 03970. (Certificate No. 070 - 03970 for product)
38. Holoubek I, et al. (2003); *Organohalogen Compounds* 62: 101-3
39. EA (2011); *Analytical Report. Report ID - 153799 - 1*. National Laboratory Service, Environment Agency. p. 16
40. Mach V, Teebthaisong A, Ritthichat A (2017); *POPs in Four Thai Hotspot Areas*, Arnika, EARTH: Prague
41. Swedish EPA (2011); *Low POP Content Limit of PCDD/F in Waste. Evaluation of human health risks.*, p. 145.
42. Petrlik J, Teebthaisong A, Ritthichat A (2017); *Chicken Eggs as an Indicator of POPs in Thailand*. Arnika
43. Petrlik J, (2015); *POPs in Chicken Eggs from Hot Spots in China*. IPEN, p. 25
44. Zhang D, et al. (2015); *Energies* 8(12): p. 12422
45. The Epoch Times (2017); *Taiwan EPA announced the results of cross-border investigation*. 2005 17-12-2005
46. Hsu JF, Chen C, Liao PC (2010); *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(13): 7708-14
47. Piskorska-Pliszczynska J, et al. (2016); *Environmental Pollution* 208, Part B: 404-12
48. European Comm. Regulation (EU) No 1881/2006 of 19/12/2006. OJL 2006R1881-EN-01.04.2016-020.001:1-40
49. Pirard C, et al. (2004); *Organohalogen Compounds*, 66, 2085-90
50. DiGangi J, Petrlik J (2005); *The Egg Report*. <http://english.arnika.org/publications/the-egg-report>
51. Weber R, Watson A (2011); *Organohalogen Compounds* 73: 400-3
52. MŽP (2017); *Integrovaný registr znečišťování*. 30-09-2017 [15-04-2018]; Available from: <http://www.irz.cz>

