

3% Z CELKOVÉHO
MNOŽSTVÍ
DIOXINŮ

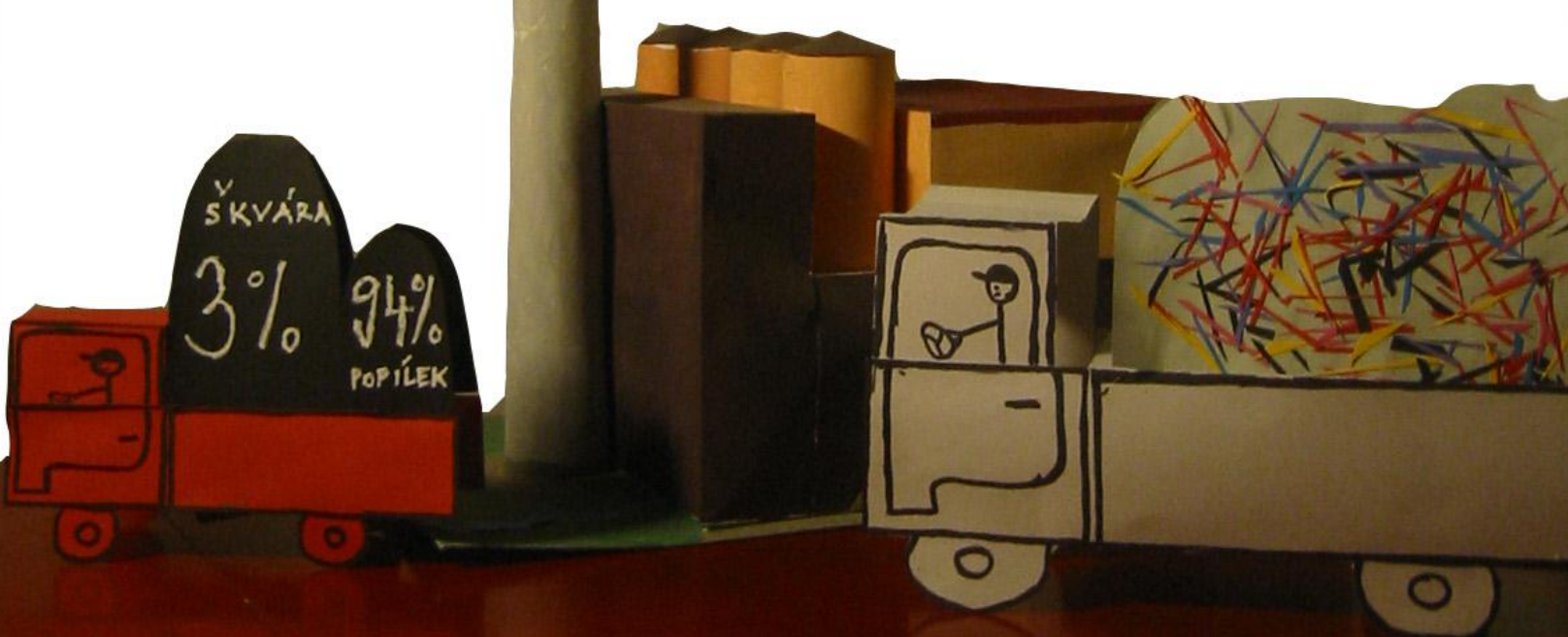
LEŽ, PUSTÁ LEŽ A KOMÍNY

Alan Watson C.Eng
Public Interest Consultants

ŠKVÁRA

3%

94%
POPÍLEK



"Číslo mě často oklamou, zejména pokud jsem je sestavoval sám; v tom případě by bylo často možné spravedlivě a pádně použít poznámku, která je připisována panu Disraelimu: 'Jsou tři typy lží: Lež, hnusná lež a statistika.'" Mark Twain (1906)

V důsledku snižování emisí z průmyslových zdrojů se dnes běžně tvrdí, že spalování odpadu v domácnostech má vyšší emisní faktory než spalování odpadu ve spalovnách. Jako příklady takových tvrzení můžeme uvést následující citáty:

Evropská komise (2009) uvádí, že "z jednoho kilogramu odpadu spáleného na otevřeném ohni se mohou uvolnit stejně vysoké emise dioxinů jako z 10 tun odpadu spáleného v moderní spalovně".

Ve zprávě z České republiky (Horák 2009) se tvrdí, že emise dioxinů ze spalování odpadu v domácnostech v jediné vesnici jsou podobné jako emise z velké spalovny.

Tento krátký článek zkoumá tato tvrzení a dochází k závěru, že jsou velmi zavádějící, protože zcela ignorují většinu dioxinů, které spalovny produkují. Když spočítáme celkové emise dioxinů, zjistíme, že ve spalovnách vzniká z každého kilogramu odpadu mnohem více dioxinů než při jeho spalování na otevřeném ohni, a že tři největší spalovny v České republice produkují více dioxinů než 120 až 270 vesnic, z nichž každá má 2 000 obyvatel.

Uváděná tvrzení, i když jsou jen výjimečně explicitní, se ve skutečnosti týkají pouze emisí do ovzduší.

V moderních spalovnách však mnohem více dioxinů, než kolik se jich uvolňuje do ovzduší, zůstává v popelu. Tyto zbytky ze spalování se obvykle ukládají na skládky v místech, kde může docházet k jejich uvolňování do životního prostředí (Macleod 2006, 2007; Weber 2011).

V některých zemích, jako například v České republice, je běžnou praxí využívat zbytky ze spalování, produkované spalovnami, ve stavebnictví. Stockholmská úmluva se vztahuje na emise perzistentních organických látek (POPs) do všech složek životního prostředí a je důležité, aby se to prakticky projevilo při diskusi o různých technologiích a postupech omezování těchto látek. Pokud se tato otázka nebude odpovídajícím způsobem řešit, může to vést k tomu, že se emise POPs do ovzduší prostě změní na emise do půdy, místo aby se eliminovaly, jak to požaduje Stockholmská úmluva.

Praktické dopady jsou ty, že v případě, že se nebudeme zabývat emisemi do všech složek životního prostředí, řešení se budou pravděpodobně zaměřovat na omezování emisí a čištění zplodin, místo aby se provedla náhrada materiálů, ze kterých tyto látky vznikají.

Evropská unie tvrdí, že "z jednoho kilogramu odpadu spáleného na otevřeném ohni se mohou uvolnit stejně vysoké emise dioxinů jako z 10 tun odpadu spáleného v moderní spalovně".

Spálením 1 tuny odpadu ve spalovně vznikne přibližně 6 000 m³ spalin. Pokud jsou emise ze spalovny na hodnotě evropské normy, která činí 0,1 ng TEQ/m³, bude celkové množství dioxinů uvolněné do ovzduší zhruba 0,6 µg (Fabrellas 2001). Spálením 10 tun odpadu se tedy vytvoří 6 000 ng TEQ neboli 6 µg TEQ.

Aby bylo tvrzení Evropské komise správné, musel by tedy emisní faktor v případě spalování odpadu na otevřeném ohni činit nejméně 5 500 ng TEQ/kg. Z literatury nicméně vyplývá, že běžný odpad má mnohem nižší emisní faktory.

Podle výzkumu spalování domácího odpadu v sudech, který provedla Agentura pro životní prostředí USA (USEPA), činí například průměrný emisní faktor 76,8 ng TEQ/kg spáleného odpadu (Lemieux 2003), přičemž zdaleka nejvyšší hodnoty byly naměřeny při spalování odpadu obsahujícího vyšší podíl PVC:

% PVC	0 %	0 %	1 %	1 %	7,5 %	7,5 %
ng TEQ/kg	2	28	242	179	3 543	6 655

Emise byly vyšší (2 725 ng TEQ/kg) rovněž v případě, že odpad obsahoval větší množství mědi, o které je známo, že funguje jako katalyzátor tvorby dioxinů.

Hedman (2005) navrhl emisní faktory pro PCDD/DF v rozmezí 3,6 - 65 ng/kg, se střední hodnotou méně než 20 ng TEQ/kg. Mimo toto rozmezí jsou emise vznikající při spalování vyřazených počítačů a PVC. Při jednom z pokusů, kdy byl spalován odpad obsahující 33 % PVC, činil emisní faktor 13 000 ng/kg.

Výsledky novějších výzkumů (Gullett 2010; Fiedler 2011; Solorzano-Ochoa 2012) jsou shrnuty v níže uvedené tabulce. Berte prosím v úvahu, že emisní faktory jsou zde uváděny jako ng TEQ/kg spáleného uhlíku. Při porovnávání s výsledky uváděnými výše je tedy potřeba vynásobit tyto hodnoty průměrnou koncentrací uhlíku v odpadu (zhruba 38 %):

Výzkum	Pokus	Odpad ^a	Původní stav	Míchání / vlhkost	Hodnota intenzity míchání	EF _{ovzduší} ng TEQ/kg spáleného C
MEX-1 ^b	Soy 1/2	příměstský	volně ložený	ne/ne	0,5	370
MEX-1	Soy 3/4	příměstský	volně ložený	ne/ne	0,5	460
MEX-1	San 1/2	městský-průmyslový	volně ložený	ne/ne	0,5	790
MEX-1	San 3/4	městský-průmyslový	slisovaný	ne/vlhký	0	1500
MEX-2 ^c	RR-1	venkovský	lehce slisovaný	ne/vlhký	0	2400
MEX-2	RR-2	venkovský	lehce slisovaný	ne/vlhký	0	2800
MEX-2	UIBS-1 ^d	městský-průmyslový	volně ložený	mírné/ne	0,5	370
MEX-2	UIBS-2 ^d	městský-průmyslový	volně ložený	mírné/ne	0,5	250
MEX-2	UI-1	městský-průmyslový	volně ložený	mírné/ne	0,5	1400
MEX-2	UI-2	městský-průmyslový	volně ložený	mírné/ne	0,5	560
MEX-2	SU-1	příměstský	volně ložený	ano/ne	1	200
MEX-2	SU-2	příměstský	volně ložený	ano/ne	1	150
MEX-2	UIEW-1 ^e	městský-průmyslový	volně ložený	ano/ne	1	180
MEX-2	UIEW-2 ^e	městský-průmyslový	volně ložený	ano/ne	1	460
MEX-3 ^f	experiment 1	městský-průmyslový	lehce slisovaný	ne/přidaná voda	0	14000
MEX-3	experiment 2	městský-průmyslový	volně ložený	ne/ne	0,5	660
MEX-3	experiment 3	městský-průmyslový	lehce slisovaný	ano/přidaná voda	1	290
MEX-3	experiment 5	městský-průmyslový	volně ložený	ne/ne	0,5	870
MEX-3	experiment 6	městský-průmyslový	lehce slisovaný	ne/přidaná voda	0	950
MEX-3	experiment 6B	městský-průmyslový	lehce slisovaný	ne/přidaná voda	0	950
CHN	bez stěn ^g	městský		h		42
CHN	bez stěn	městský		h		220
CHN	stěna	městský		h		110
CHN	stěna	městský		h		74
CHN	bez stěn	příměstský		h		13
CHN	bez stěn	příměstský		h		33
CHN	stěna	příměstský		h		24
CHN	stěna	příměstský		h		110
CHN	bez stěn	venkovský		h		120
CHN	bez stěn	venkovský		h		40

^a I když se používají stejné termíny, městský, příměstský a venkovský odpad nejsou v Mexiku a v Číně ekvivalentní.

^b Gullett a kol. (2010).

^c Fiedler a kol. (2010) a Zhang a kol. (2011).

^d Městský-průmyslový odpad před oddělením recyklovatelných materiálů.

^e Přidán jeden kilogram odpadní spotřební elektroniky.

^f Solorzano-Ochoa a kol. (2012).

^g V Číně je běžné částečně ohradit spalovaný odpad stěnou.

^h Bylo hlášeno, že odpad byl mírně míchán, jelikož tomu však bylo u všech pokusů stejně, lze tento faktor považovat za vliv země, ve které se pokus uskutečnil.

Je zřejmé, že ve výsledcích je vysoká variabilita, většina údajů je však zhruba v souladu se závěry, ke kterým došli Lemieux a Hedman.

Závěrem je tedy možné říci, že tvrzení Evropské komise nestojí na důkazech z literatury, která prošla kritickou recenzí. Při spalování na otevřeném ohni se do ovzduší uvolňuje větší množství dioxinů než při spálení odpadu o stejné hmotnosti v moderní spalovně, průměrný emisní faktor je však méně než 40 ng TEQ/kg. Prohlášení, které by bylo možné lépe obhájit, by

tedy znělo takto: "z jednoho kilogramu odpadu spáleného na otevřeném ohni se do ovzduší pravděpodobně uvolní stejně vysoké emise dioxinů jako z 67 kg odpadu spáleného v moderní spalovně".

To samozřejmě není všechno - v úvahu by se měly brát rovněž úniky dioxinů do zbytků ze spalování. Hovoříme o nich níže.

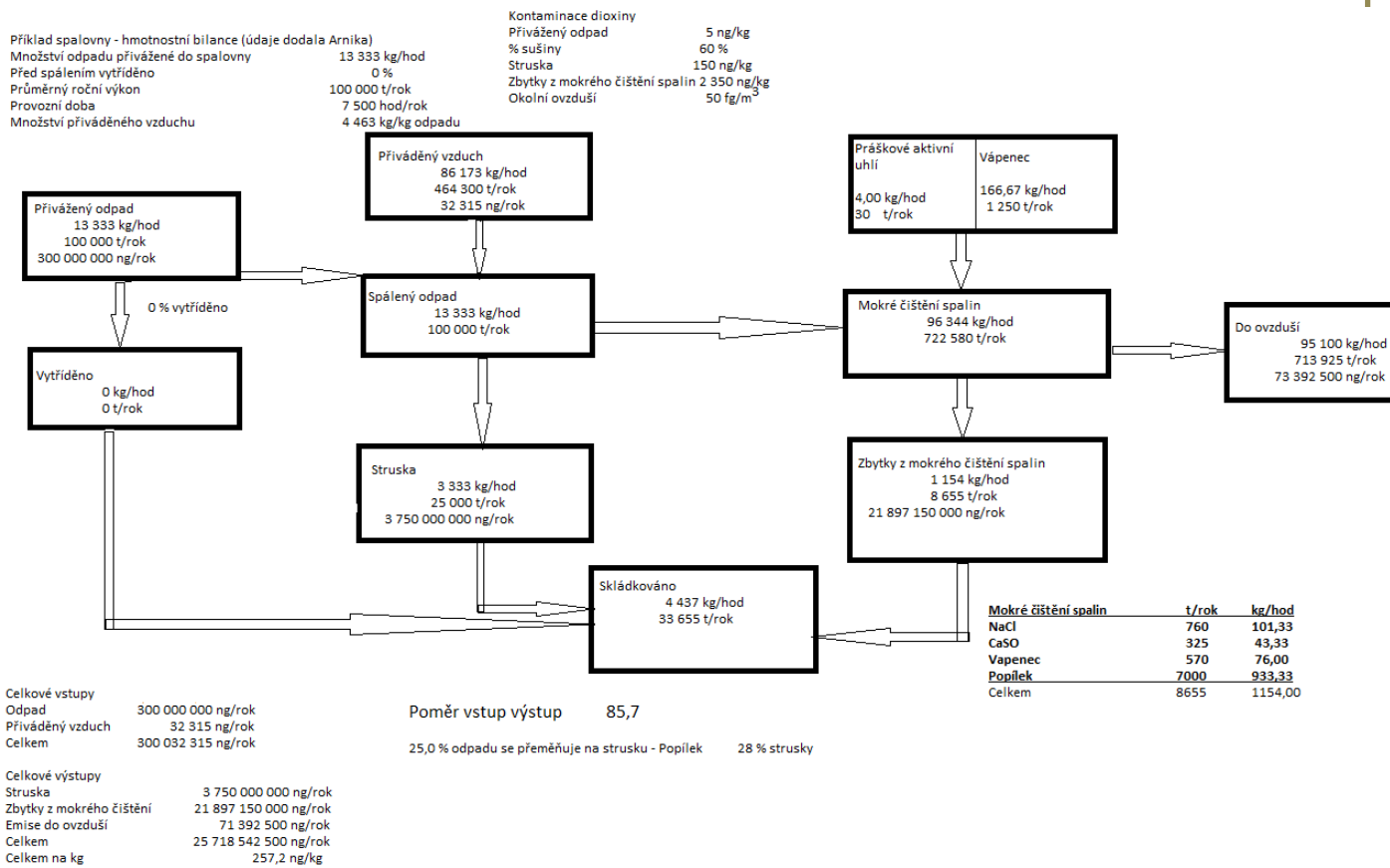
Přítomnost dioxinů ve spalinách a popílku ze spaloven byla poprvé zjištěna v roce 1977 (Olie 1977). Ačkoli se u spaloven emise dioxinů do ovzduší během let snížily v důsledku zpřísnujících se předpisů, spalovny jsou i nadále klíčovým zdrojem dioxinů, vzhledem ke kontaminaci zbytků z čištění spalin. V odborné literatuře je málokdy uváděno množství dioxinů v popelu ze spaloven a ve většině zemí se na toto množství nevztahují předpisy. Proto je znepokojivé, že většina dioxinů, které produkují moderní spalovny, je ve zbytcích z čištění spalin (které se běžně nazývají popílek, i když to není úplně přesné).

Příslušný referenční dokument EU popisující nejlepší dostupné postupy (BREF) (Evropská komise 2006) obsahuje údaje týkající se koncentrací ve zbytcích ze spaloven:

- struska: 0,3 - 300 ng I-TEQ/kg
- kotelní prach: 40 - 700 ng I-TEQ/kg
- popílek: 60 - 5000 ng I-TEQ/kg
- filtrační koláč (při mokrému čištění spalin): 600 - 30000 ng I-TEQ/kg
- zbytky z polosuchého čištění spalin: 800 ng I-TEQ/kg (přibližně).

Zbytek	ng I-TEQ/kg	Průměr ng I-TEQ/kg	Množství v kg/kg odpadu	Dioxiny v ng I-TEQ/kg odpadu	% z celkového množství
Struska	0,3 - 300	150	0,25	37,5	17,4
"Popílek"	60 - 5 000	2 530	0,07	177,1	82,3
Ovzduší	0,1 ng/m ³	6 m ³		0,6	0,3
			Celkem	215,2	

Je tudíž jasné, že je vysoce zavádějící, pokud se u spaloven berou v úvahu pouze emise dioxinů do ovzduší. Celkové množství produkovaných dioxinů na kg odpadu může činit 215 ng TEQ/kg i více. To je víc než pětinasobek emisí, které unikají do ovzduší při pálení odpadu na otevřeném ohni - nyní je však důležité vzít v úvahu, jaké množství dioxinů obsahují zbytky ze spalování na otevřeném ohni, aby bylo možné porovnat celkovou produkci dioxinů v obou těchto případech.



Nejnovější údaje týkající se množství dioxinů v popelu z pálení odpadu na otevřeném ohni zveřejnil Solorzano-Ochoa (2012):

Experiment	EF _{ovzduší} , ng TEQ/kg spáleného C	EF _{ovzduší} (PCB), ng TEQ/kg spáleného C	EF _{ovzduší} , µg TEQ/t odpadu	EF _{ovzduší} (PCB), µg TEQ/t odpadu	Frakce PCB z celk. TEQ, ovzduší, %	EF _{půda} , µg TEQ/t odpadu	EF _{půda} (PCB), µg TEQ/t odpadu	% TEQ PCDD/PCDF v popelu, %
1	14 000	1 000	2 300	170	6,9	8,1	0,39	0,4
2	660	50	120	8,9	7,0	6,3	0,40	5,0
3	290	28	62	5,7	8,7	2,0	0,36	3,3
5	870	49	180	9,5	5,3	8,1	0,65	4,5
6	950	13	170	12	6,8	8,0	0,72	4,7
6B	950	48	170	19	10,4	1,2	0,12	0,7

Je vidět, že toto množství je mnohem nižší než emisní faktory do ovzduší a v průměru činí zhruba 5,6 µg/t odpadu neboli 5,6 ng TEQ/kg. V popelu se průměrně nachází asi 3,64 % z celkového množství dioxinů vyprodukovaných při pálení odpadu na otevřeném ohni (s výjimkou výsledku č. 1, který se vymyká z rozmezí ostatních výsledků).

Je tedy možné očekávat, že celková produkce dioxinů z pálení odpadu na otevřeném ohni bude činit méně než 50 ng TEQ/kg, zatímco spalovna může produkovat více než čtyřnásobné množství, 215 ng TEQ/kg.

Z tohoto pohledu je nutné považovat tvrzení Evropské komise za hrubě zavádějící.

Horák usuzuje, že tři největší české spalovny komunálního odpadu vyprodukovaly v roce 2007 přibližně 90 mg TEQ. Podobně jako Evropská komise se Horák rozhodl zanedbat zhruba 99,7 % emisí dioxinů ze spaloven, které se nacházejí v pevných zbytcích. Pokud tedy tuto hodnotu opravíme a budeme uvádět celkové množství dioxinů, lze počítat s tím, že tyto spalovny vyprodukují ročně přibližně 3 g TEQ dioxinů.

Jestliže předpokládáme, že výpočty J. Horáka týkající se jeho hypotetické vesnice jsou správné, vyprodukovala by zhruba 11 až 25 mg TEQ dioxinů za rok. Pokud chceme zjistit celkové množství dioxinů za předpokladu nejhoršího scénáře, podle kterého obyvatelé vesnice spalují odpad, u něž jsou ve zbytcích ze spalování vyšší koncentrace dioxinů než v případě uhlí nebo dřeva, zvýší to množství dioxinů produkovaných vesnicí pouze okrajově, na 11,4 až 25,9 mg TEQ na vesnici za rok.

Při této výši emisí by na produkci celkem 1 gramu dioxinů bylo potřeba 38 až 88 vesnic (76 000 až 176 000 obyvatel).

To, že emise dioxinů z jedné vesnice jsou podobné jako emise z velké spalovny odpadu, je možné tvrdit pouze v případě, že zanedbáme velkou většinu emisí dioxinů ze spalovny. Pokud výpočty J. Horáka opravíme tak, aby braly v úvahu celkovou produkci dioxinů, je přesnější říci, že tři největší spalovny odpadu v České republice produkují vyšší celkové množství dioxinů než kolik produkuje 120 až 270 vesnic.

Literatura:

European Commission. (2009). Reduction of dioxin emissions from domestic sources. ISBN 978-92-79-11803-6

European Commission (2006, August). Integrated pollution prevention and control reference document on the best available techniques for waste incineration.

Fabrellas, B., Sanz, P., Abad, E., & Rivera, J. (2001). The spanish dioxin inventory part I: Incineration as municipal waste management system. *Chemosphere*, 43(4-7), 683-8.

Fiedler, H., Solorzano Ochoa, G., Yu, G., Zhang, T., Marklund, S., Lundin, L., (2010). Hazardous Chemicals from Open Burning of Waste in Developing Countries – Final Report. United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics, Chemicals Branch.

Gullett, B. K., Wyrzykowska, B., Grandesso, E., Touati, A., Tabor, D. G., & Ochoa, G. S. (2010). PCDD/F, PBDD/F, and PBDE emissions from open burning of a residential waste dump. *Environmental Science & Technology*, 44(1), 394-399.

Hedman, B., Naslund, M., Nilsson, C., & Marklund, S. (2005). Emissions of polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans and polychlorinated biphenyls from uncontrolled burning of garden and domestic waste (backyard burning). *Environ Sci Technol*, 39(22), 8790-6.

Horák, J. & Hopan, F. (2009). Může jedna vesnice vyprodukovat tolik dioxinů jako velká spalovna odpadů? (In Czech - can one village produce as much dioxins as a large waste incinerator?). *Topenářství Instalace*, (6), 36-38.

Lemieux, P. M., Gullett, B. K., Lutes, C. C., Winterrowd, C. K., & Winters, D. L. (2003). Variables affecting emissions of PCDD/Fs from uncontrolled combustion of household waste in barrels. *Journal of the Air & Waste Management Association* (1995), 53(5), 523-31.

Macleod, C., Duarte-Davidson, R., Fisher, B., Ng, B., Willey, D., Shi, J. P., Pollard, S. (2006). Modeling human exposures to air pollution control (APC) residues released from landfills in England and Wales. *Environment International*, 32(4), 500–509.

Macleod, C., Duarte-Davidson, R., Fisher, B., Ng, B., Willey, D., Shi, J. P., . . . Pollard, S. (2007). Erratum to "Modelling human exposures to air pollution control (APC) residues released from landfills in England and Wales" [*environment international* 32 (2006) 500-509]. *Environment International*, 33(8), 1123-218.

Olie, K., P. L. Vermeulen, et al. (1977). "Chloro dibenzo-p-dioxins and chloro dibenzo furans are trace components of fly ash and flue gas of some municipal incinerators in the Netherlands." *Chemosphere*; 6 (8). 1977 455-459.

Solorzano-Ochoa, G., de la Rosa, D. A., Maiz-Larralde, P., Gullett, B. K., Tabor, D. G., Touati, A., et al. (2012). Open burning of household waste: Effect of experimental condition on combustion quality and emission of PCDD, PCDF and PCB. *Chemosphere*, 87(9), 1003-8

Twain, M. (1906). My autobiography - North American Review No DXCVIII

Weber, R., Watson, A., Forter, M., & Oliaei, F. (2011). Review article: Persistent organic pollutants and landfills - a review of past experiences and future challenges. *Waste Management & Research*, 29(1), 107-121. doi:10.1177/0734242x10390730