

# Environmentální a ekonomické problémy se spalováním zdravotnických odpadů

Dr. Čestmír Hrdinka  
Žilina, November 2005



# Health Care Without Harm

Kampaň pro environmentálně  
odpovědnou zdravotní péči

Health Care Without Harm je mezinárodní koalice nemocnic a dalších zdravotnických zařízení, lékařů, zdravotních sester, environmentálních a environmentálně zdravotních neziskových organizací.



# Health Care Without Harm

## Poslání:

Pozměnit zdravotnictví na celém světě tak, aby bylo v souladu s trvale udržitelným životem a nepůsobilo újmu pro životní prostředí a zdraví lidí.

Úroveň zdravotní péče a bezpečnost pacientů by přitom neměla být ohrožena.



# Témata

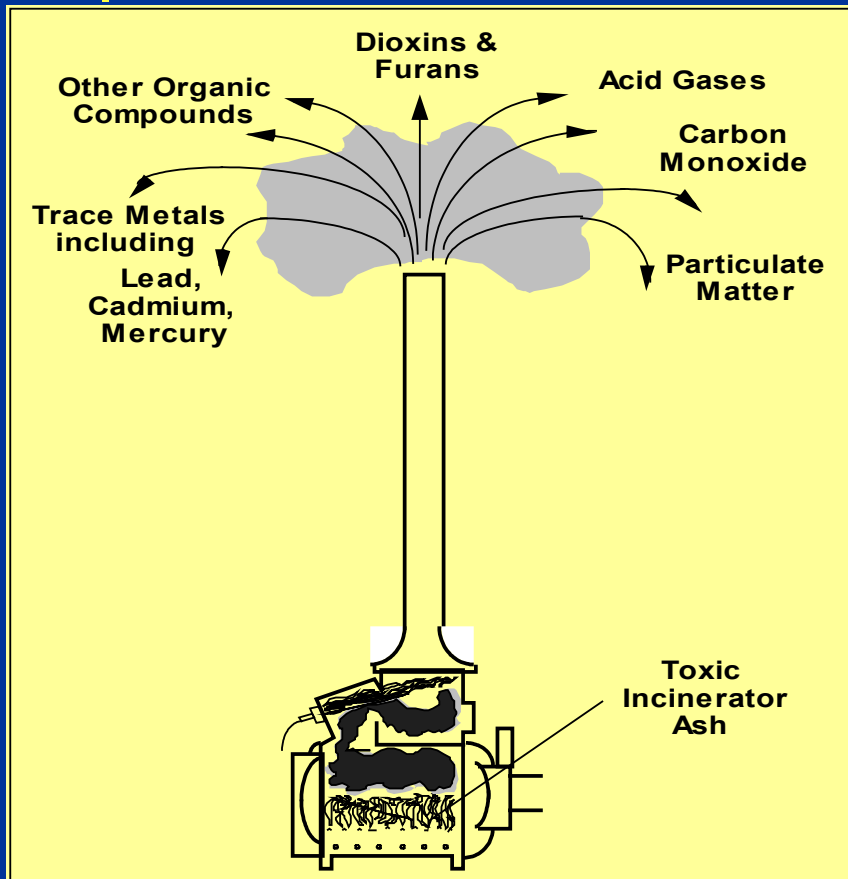
---

- ❖ Spalování odpadů (environmentální a zdravotní rizika)
- ❖ Náklady na odstranění odpadů
- ❖ Konkrétní příklady z jednotlivých zemí

# Problémy se spalováním

- Škodlivé emise
- Vliv na lidské zdraví a zdraví pracovníků
- Vysoké náklady
- Sjednocení s legislativou EU
- Možný dopad Stockholmské úmluvy o POPs (persistentních organických polutantech)

# Emise ze spaloven nemocničních odpadů



**Těžké kovy:** As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb

**Plyny:** HCl, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>

**Dioxiny a furany** včetně  
2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin  
(TCDD)

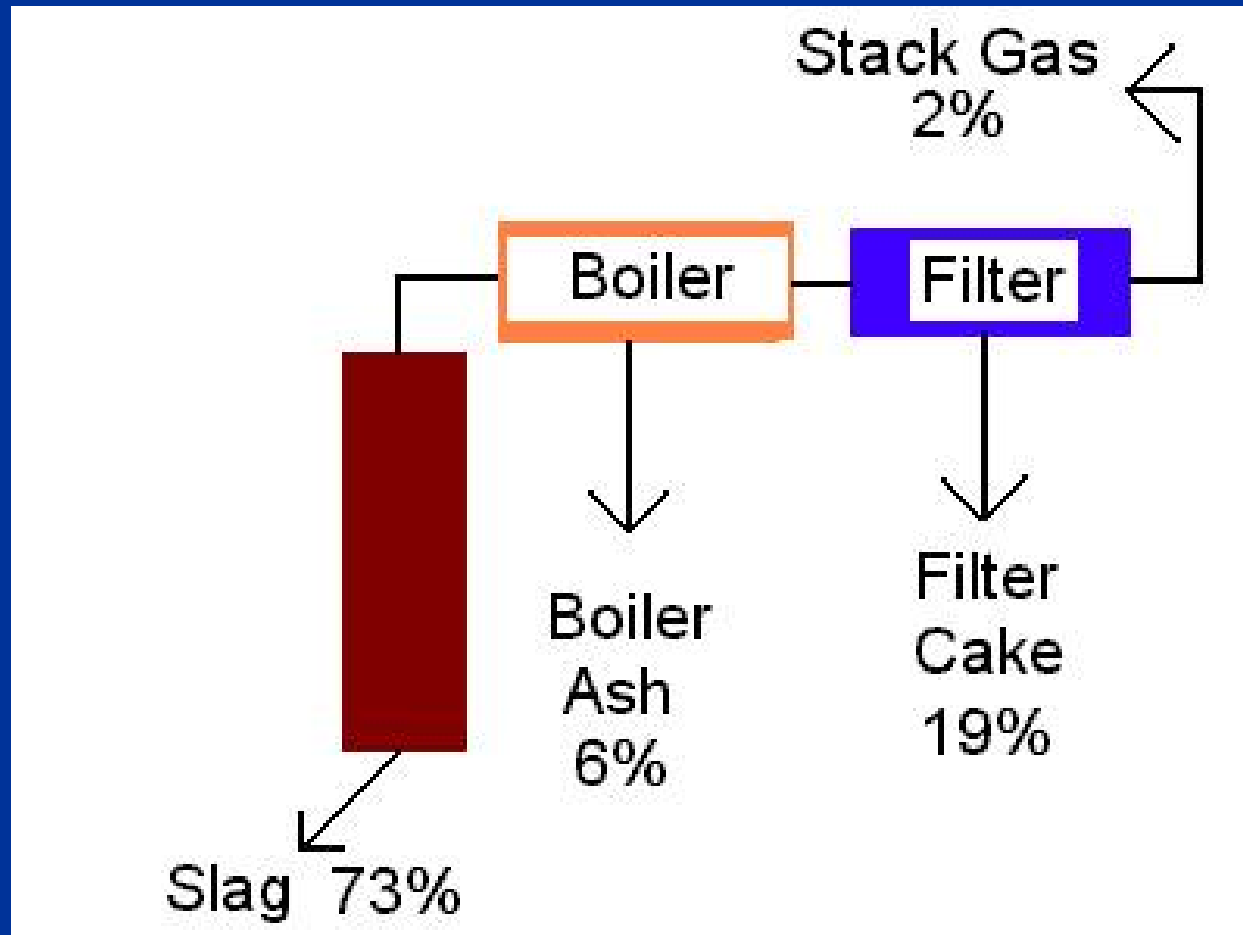
**Další organické sloučeniny:**  
trichloroethylene, tetrachloroethylene,  
trichlorotrifluoroethane, etc.

**Oxid uhelnatý**

**Drobné částičky**

**Patogeny** (pro spalovny se špatným  
spalovacím režimem)

# Uvolňování dioxinů ze spalovny



# Impact on Public Health & Occupational Safety

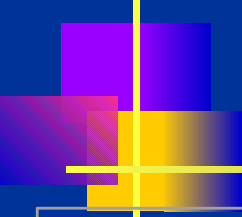
STUDY SUBJECTS	CONCLUSIONS REGARDING ADVERSE HEALTH EFFECTS	REFERENCE
<i>Residents from 7 to 64 years old living within 5 km of an incinerator and the incinerator workers</i>	<i>Levels of mercury in hair increased with closer proximity to the incinerator during a 10 year period</i>	<i>P. Kurttio et al., Arch. Environ. Health, 48, 243-245 (1998)</i>
<i>122 workers at an industrial incinerator</i>	<i>Higher levels of lead, cadmium, and toluene in the blood, and higher levels of tetrachlorophenols and arsenic in urine among incinerator workers</i>	<i>R. Wrbitzky et al., Int. Arch. Occup. Environ. Health, 68, 13-21 (1995)</i>
<i>56 workers at three incinerators</i>	<i>Significantly higher levels of lead in the blood</i>	<i>R. Malkin et al., Environ. Res., 59, 265-270 (1992)</i>



# Impact on Public Health & Occupational Safety

STUDY SUBJECTS	CONCLUSIONS REGARDING ADVERSE HEALTH EFFECTS	REFERENCE
<i>Residents living within 10 km of an incinerator, refinery, and waste disposal site</i>	<i>Significant increase in laryngeal cancer in men living with closer proximity to the incinerator and other pollution sources</i>	<i>P. Michelozzi et al., Occup. Environ. Med., 55, 611-615 (1998)</i>
<i>532 males working at two incinerators from 1962-1992</i>	<i>Significantly higher gastric cancer mortality</i>	<i>E. Rapiti et al., Am. J. Ind. Medicine, 31, 659-661 (1997)</i>
<i>Residents living around an incinerator and other pollution sources</i>	<i>Significant increase in lung cancer related specifically to the incinerator</i>	<i>A. Biggeri et al. Environ. Health Perspect., 104, 750-754 (1996)</i>
<i>People living within 7.5 km of 72 incinerators</i>	<i>Risks of all cancers and specifically of stomach, colorectal, liver, and lung cancer increased with closer proximity to incinerators</i>	<i>P. Elliott et al., Br. J. Cancer, 73, 702-710 (1996)</i>

# Impact on Public Health & Occupational Safety



STUDY SUBJECTS	CONCLUSIONS REGARDING ADVERSE HEALTH EFFECTS	REFERENCE
<i>10 workers at an old incinerator, 11 workers at a new incinerator</i>	<i>Significantly higher blood levels of dioxins and furans among workers at the old incinerator</i>	<i>A. Schechter et al., Occup. Environ. Medicine, 52, 385-387 (1995)</i>
<i>53 incinerator workers</i>	<i>Significantly higher blood and urine levels of hexachlorobenzene, 2,4/2,5-dichlorophenols, 2,4,5-trichlorophenols, and hydroxypyrene</i>	<i>J. Angerer et al., Int. Arch. Occup. Environ. Health, 64, 266-273 (1992)</i>
<i>37 workers at four incinerator facilities</i>	<i>Significantly higher prevalence of urinary mutagen/promutagen levels</i>	<i>X.F. Ma et al., J. Toxicol. Environ. Health, 37, 483-494 (1992)</i>
<i>104 workers at seven incinerator facilities</i>	<i>Significantly higher prevalence of urinary mutagen and promutagen levels</i>	<i>J.M. Scarlett et al., J. Toxicol. Environ. Health, 31, 11-27 (1990)</i>

# Impact on Public Health & Occupational Safety

STUDY SUBJECTS	CONCLUSIONS REGARDING ADVERSE HEALTH EFFECTS	REFERENCE
<i>86 incinerator workers</i>	<i>High prevalence of hypertension and related proteinuria</i>	<i>E.A. Bresnitz et al., Am. J. Ind. Medicine, 22, 363-378 (1992)</i>
<i>176 incinerator workers employed for more than a year from 1920-1985</i>	<i>Excessive deaths from ischemic heart disease and lung cancer among workers employed for at least 1 year; significant increase in deaths from ischemic heart disease among workers employed for more than 30 years or followed up for more than 40 years</i>	<i>P. Gustavsson, Am. J. Ind. Medicine, 15, 129-137 (1989)</i>
<i>Residents exposed to an incinerator</i>	<i>Reproductive effect: frequency of twinning increased in areas at most risk from incinerator emissions</i>	<i>O.L. Lloyd et al., Br. J. Ind. Medicine, 45, 556-560 (1988)</i>

# Vliv na lidské zdraví a zdraví pracovníků

## Výsledky epidemiologických studií:

Emise ze spaloven jsou dávány do souvislosti s rakovinou plic, hrtanu, ischemickou srdeční chorobou, zjištěnými mutageny a promutageny v moči a se zvýšenou hladinou různých organických sloučenin a těžkých kovů v krvi.

# Možný dopad Stockholmské úmluvy o POPs

- Stockholmská úmluva o persistentních organických polutantech (POPs), přijatá v květnu 2001, ratifikovaná v roce 2004.
- Článek 5: státy budou muset přijmout opatření k dalšímu snižování POPs, které vznikají jako nechtěné vedlejší produkty z průmyslových procesů, s cílem úplné eliminace.
- Příloha C
  - Obsahuje seznam POPs, které vznikají jako vedlejší produkty.
  - První v seznamu jsou dioxiny a furany
  - Významný zdroj tvorby a uvolňování dioxinů a furanů: **spalovny zdravotnických odpadů**



# Odpady ze zdravotnictví

---

## Evropský katalog odpadů:

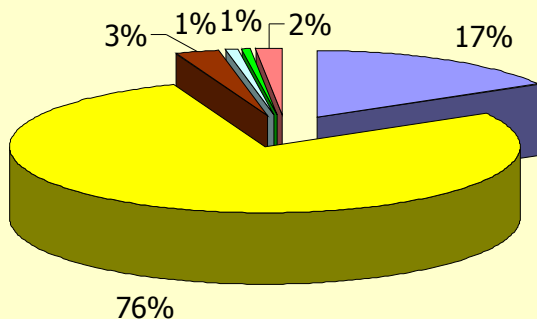
**Skupina 1801 - odpady z porodnické péče,  
z diagnostiky, z léčení nebo  
prevence nemocí lidí**

180103\* - odpady, na jejichž sběr a  
odstraňování jsou kladeny zvláštní  
požadavky s ohledem na prevenci  
infekce



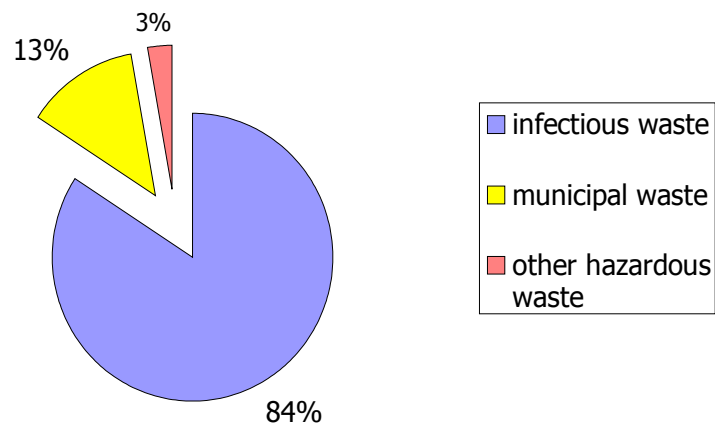
# Náklady na odstranění odpadů

Složení zdravotnických odpadů  
(nemocnice, 300 lůžek)



■ infectious waste   ■ municipal waste   ■ glass  
■ paper   ■ sharps   ■ other hazardous

Roční náklady na odstranění  
odpadů v nemocnici



■ infectious waste  
■ municipal waste  
■ other hazardous waste

Infekční odpady tvoří pouze 17 % všech odpadů vznikajících v nemocnici, ale představují 84 % nákladů na likvidaci všech odpadů.

# Snížení nákladů pro nakládání s infekčními odpady

(Universitäts Klinikum Freiburg, 2000 lůžek)

<i>Rok</i>	<i>Aktivita</i>	<i>Infekční odpad [t/rok]</i>	<i>Úspory [€/rok]</i>
<i>1985</i>	-	450	-
<i>1986</i>	<i>Zavření spalovny zdravotnických odpadů</i>	450	-
<i>1987</i>	<i>Implementace lepší klasifikace odpadů</i>	172	-*
<i>1988</i>	<i>Trénink zaměstnanců, lepší kontrola, pouze u některých oddělení se předpokládá vznik nemocničních odpadů</i>	125	72 093,26
<i>1989</i>	<i>Sběrné nádoby na infekční odpad jsou kontrolovány sestrami s epidemiologickými znalostmi.</i>	61	100 470,40
<i>1993</i>	<i>Sterilizace infekčních odpadů</i>	14	59 822,07

\* Úspory investovány do sběrného systému a transportu.



# Náklady na odstranění odpadů

$$N = P_{ma} + N_t + N_d + N_u + N_o$$

$P_{ma}$  - investiční náklady

$N_t$  - náklady tříděného sběru

$N_d$  - dopravní náklady

$N_u$  - náklady na úpravu odpadů

$N_o$  - náklady na odstranění odpadů

# Přímé investiční náklady

- Odstranění předešlé technologie (např. spalovny v případě jejího zavření)
- Náklady na stavbu (nová stavba nebo rekonstrukce)
- Rozvod potrubí včetně potrubí pro vodu a páru (nespalovací technologie – autokláv).
- Náklady na ohřev a ventilaci
- Vzduchový kompresor, atd.

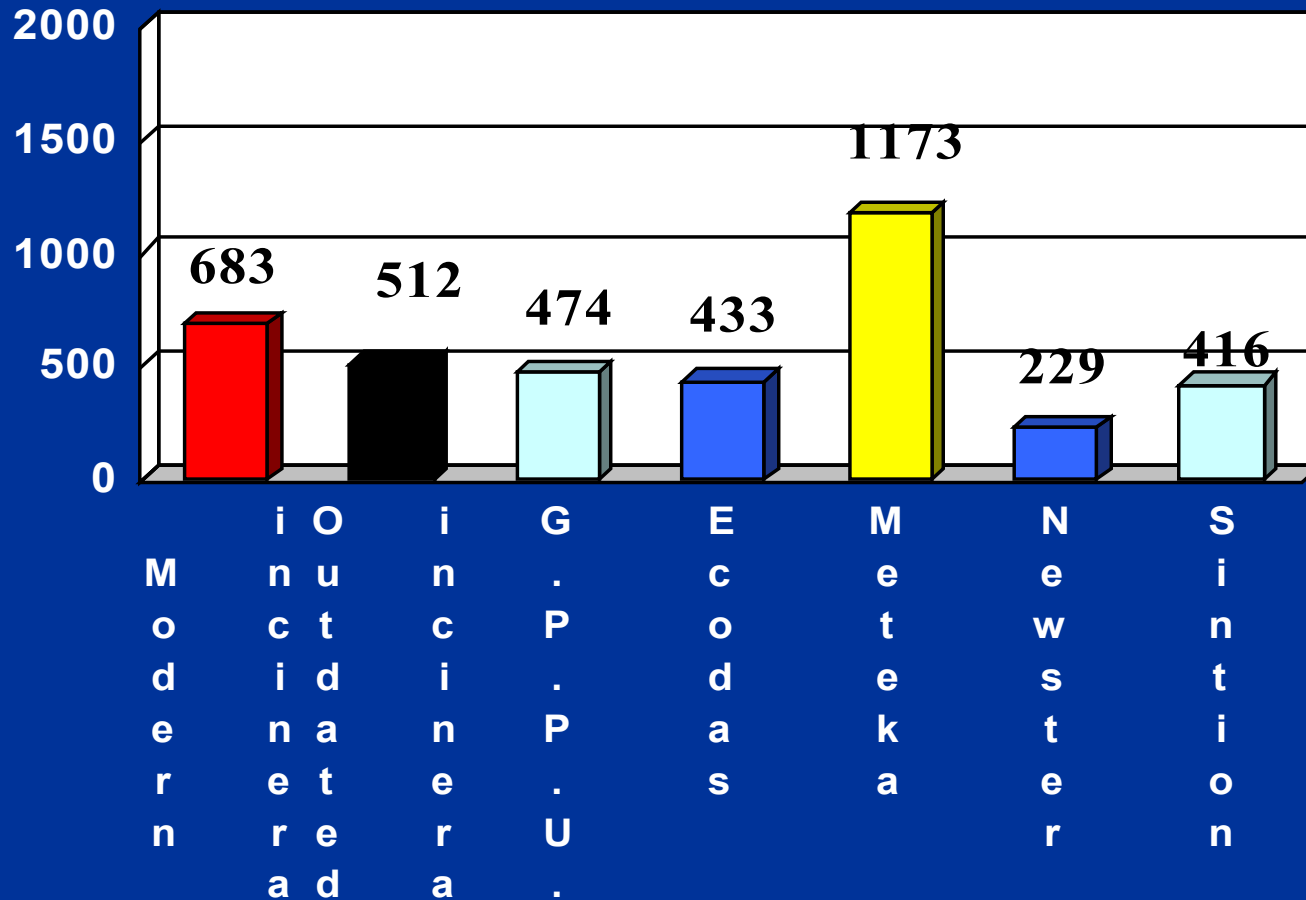
# Nepřímé investiční náklady

- Projektový management
- Poplatky spojené se stavbou ,např. stavební povolení
- Pravidelné testy (např. účinnosti, měření emisí)
- Další profesní náklady (např. media v případě odporu veřejnosti)

# Investiční náklady – Polsko

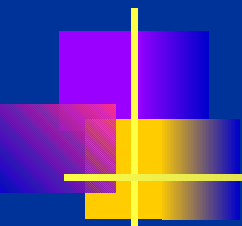
## přepočteno na maximální kapacitu

[€ net/t]



# Náklady na 1t instalovaného výkonu

## Česká republika



zařízení	investiční náklady (mil. Kč)	instalovaný výkon (t)	náklady na 1t instalovaného výkonu
spalovna zdravotnického zařízení	34	1 200	28 333 Kč/t
dekontaminační jednotka	2,22	99,06	22 410 Kč/t



# Přímé provozní náklady

- Mzdové náklady
- Náklady na energii a další zdroje: elektřina, pára, plyn, voda, stlačený vzduch
- Náklady na materiál (sběrné boxy nebo kontejnery, propustné pytle pro páru – autoklávy, štítky, chemikálie k desinfekci, elektrody, atd.
- Údržba (plánovaná i neplánovaná)
- Výměna částí technologie (např. drtič)
- Vlastní náklady na odstranění odpadů (dekontaminace, uložení na skládku, spálení ve spalovně)



# Nepřímé provozní náklady

---

Nepřímé náklady nejsou úměrné kapacitě zařízení.

- Režijní náklady
- Pojištění
- Roční pravidelné poplatky za povolení
- Ověření účinnosti (emise)
- Daně

# Srovnání nákladů na spalování a alternativní metody v ČR

zařízení	investiční náklady	provozní náklady	kapacita zařízení	druh odpadu
dekontaminační jednotky	2,22 mil. Kč	0,98 Kč/kg	62,4 t/rok	180101,180102,180103
spalovna komunálního odp.		2,00 Kč/kg	96 000 t/rok	180104
skládkování ZO na skládkách komunálního odp.	--	1,90 Kč/kg	různé	180102,180104,180105,180107, 180109
skládkování ZO na skládkách nebezpečných odp.	--	minimálně 3,20 Kč/kg	různé	180106, 180110
prům. spalovny nebezpečných odp.	--	7,30 Kč/kg	různé	180101,180102,180103,180106, 180108,180110
spalovny zdravot. organizací	34 mil. Kč	7,65 Kč/kg	1 200t/rok	všechny odpady mimo 180110



# Náklady na spalovnu a autokláv

(USA, 225-350 kg/h)

Položka	Spalovna	Autokláv
Základní vybavení	750,000	118,000
Emisní filtry	344,000	--
Automatický podavač a výklopné zařízení	50,000	5,000
Ohřívač vody	--	27,000
Drtič	--	115,000
Zhutňovač	--	40,000
Zařízení pro úpravu odpadů – např. budova	285,000	207,000
<b>CELKOVÉ NÁKLADY</b>	<b>\$1,429,000</b>	<b>\$512,000</b>

# Dvojí výpočet nákladů dekontaminačního systému

Realizační program ČR – 1. pracovní verze. AQG Praha, listopad 2003

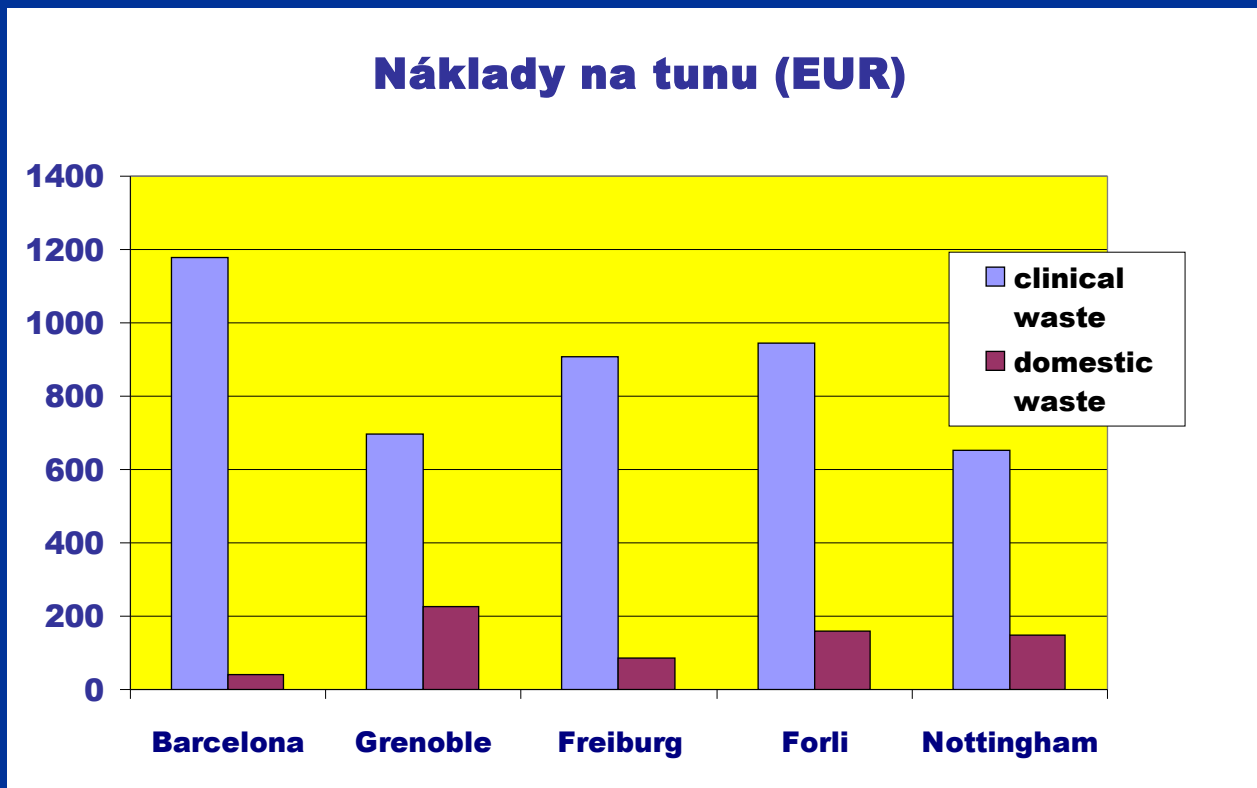
<i>pořizovací</i>	<i>kapacita</i>	<i>režijní náklady na provoz</i>	
<i>cena</i> <i>Mil. Kč</i>	<i>t/rok</i>	<i>rozmezí-Kč/kg</i>	<i>průměr-Kč/kg</i>
<i>cca 6,5</i>	48	4,10 – 7,90	<b>5,60</b>

Technicko – ekonomická analýza nakládání s odpady ze zdravotnictví. IREAS, leden 2004

<i>pořizovací</i>	<i>kapacita</i>	<i>režijní náklady na provoz</i>	
<i>cena</i> <i>Mil. Kč</i>	<i>t/rok</i>	<i>rozmezí-Kč/kg</i>	<i>průměr-Kč/kg</i>
<i>2,2</i>	62,4		<b>0,98</b>

\* V obou případech se jedná o stejný systém - Medister

# Srovnání nákladů na odstranění odpadů v 5 evropských zemích



Zdroj: *Reduction and Utilisation of Hospital Waste, with the Focus on Toxic and Infectious Waste. LIFE96ENV/D/10, final report, 2000.*

# Možné úspory

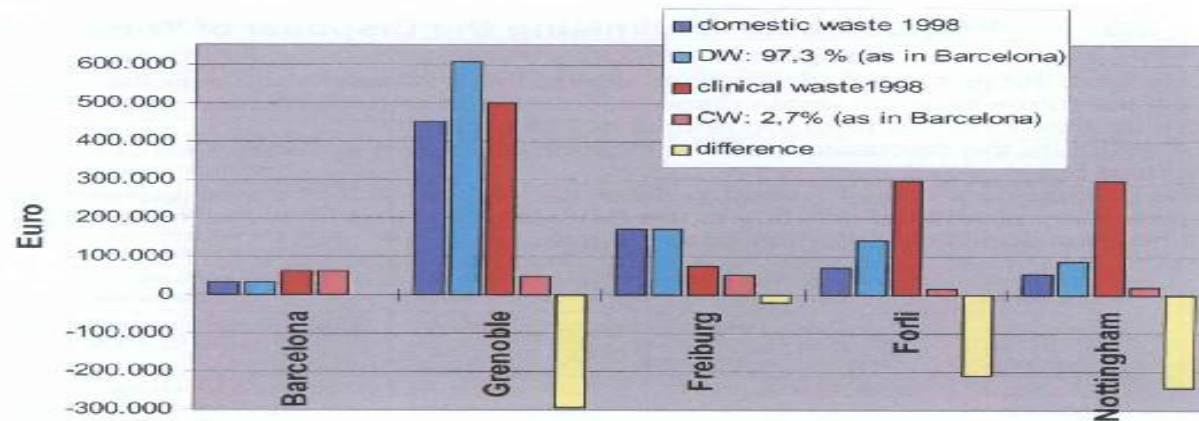


Figure 9: Comparison with waste partitioning as in Barcelona

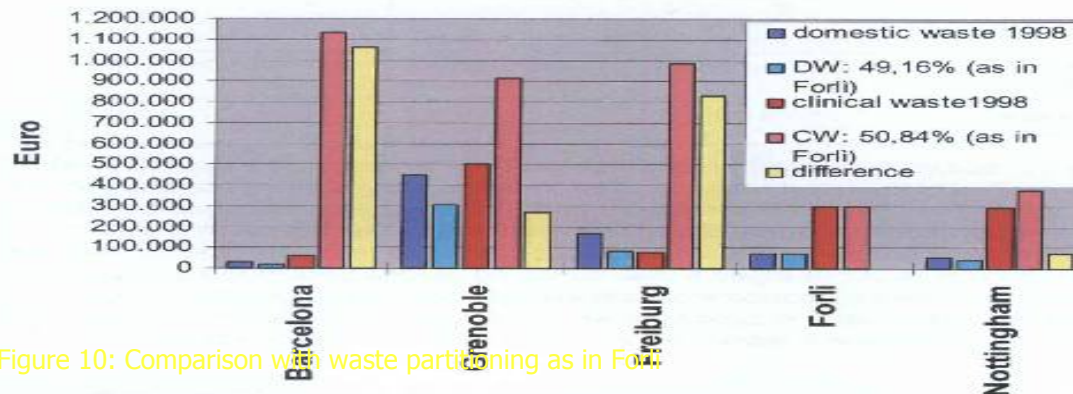


Figure 10: Comparison with waste partitioning as in Forli

# Kontakt



Dr. Čestmír Hrdinka  
HCWH Europe  
Chlumova 17  
130 00 Praha 3  
Czech republic  
tel.:: +420 222 78 28 08  
cestmir.hrdinka@hcwh.org

**Nespalovací technologie pro nakládání se  
zdravotnickým odpadem**

