

# ALTERNATIVNÍ TECHNOLOGIE ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČI TECHNOLOGICKÉ ŠÍLENSTVÍ?

Prof. Ing. Jaroslav Hyžík, Ph.D.

E.I.C. spol. s r.o. Praha, EIC AG Baden (CH), TU v Liberci,  
Modřínová 10, 182 00 Praha  
*hyzik@eiconsult.eu*  
*www.eiconsult.eu*

**Abstrakt:** Ke konci minulého století musely být Evropě hledány funkční koncepty odpadového hospodářství. Nicméně právě v době hledání takových konceptů byla dosud ověřená technologie energetického využívání zpochybňována což vedlo k hledání alternativních technologií. Tyto alternativní technologie byly vyvíjeny a následně - neúspěšně - uváděny do provozu. Tuto dobu lze, z důvodů objemu zbytečně vynaložených prostředků, nazvat jako dobu technologického šílenství. Kolem alternativních procesů tzv. „technologického šílenství“ (zplyňovací procesy – např. Thermoselect, Siemens Schwelbrennverfahren, plazmové technologie) nastal z důvodů praktické neproveditelnosti relativní klid a evropská zařízení na energetické využívání komunálního odpadu jsou veskrze vybavena osvědčenými roštovými ohništi s vysokým stupněm procesní inovace. V současné době se pod slůvkem alternativní technologie rozumí spíše spalování v cementárnách a v zařízeních na výrobu energie.

**Klíčová slova:** koncept odpadového hospodářství, skládkování komunálního, pyrolýzní a zplyňovací technologie, Schwelbrennverfahren, Thermoselect, plazmová technologie, mechanicko-biologická úprava, alternativní palivo, látkové využívání, energetické využívání, konečné odstranění, skleníkové plyny, nejjistší zdroj energie.

## Obsah:

1	Výchozí situace v Evropě .....	1
2	Pyrolýzní a zplyňovací technologie .....	2
2.1	Technologie Schwelbrennverfahren - SBV.....	2
2.2	Technologie Thermoselect .....	3
2.3	Plazmová technologie .....	4
3	Mechanicko biologická úprava .....	6
4	Energetické využívání odpadů jejich spalováním.....	8

## 1 VÝCHOZÍ SITUACE V EVROPĚ

Již ke konci 80. let- a hlavně pak v 90. letech minulého století byly v Evropě vedeny rozsáhlé diskuse o vhodném zpracování komunálního odpadu před jeho uložením do zemské kůry – do skládky.

Při návrzích evropských konceptů odpadového hospodářství v 90. letech minulého století nenacházelo nasazení klasického spalovacího procesu vždy dostatečnou podporu u občanů a u politiků.

Skládkování komunálního odpadu nebylo akceptováno jako řešení – některé evropské státy (Dánsko, Francie, SRN, Švýcarsko) se připravovaly na zákaz skládkování komunálního odpadu a strategie, které v té době byly k zamezení či k omezování vzniku odpadů a k jejich látkovému využívání vyvíjeny, problém ekologického zpracování odpadů sice mírnily, nemohly ho však v žádném případě vyřešit.

Logickým důsledkem této situace bylo hledání alternativ ke spalovacímu procesu. Jako

slibné alternativy ke klasické termické oxidaci se jeví pyrolýzní a zplyňovací technologie jakož i technologie, které měly (alespoň verbálně) proces termického zpracování eliminovat. Pro řadu komunálních seskupení byly tyto technologie řešením budoucnosti.

Tyto tzv. inovativní technologie vyvolávaly v 90. letech minulého století v souvislosti s možným řešením odpadového hospodářství velmi často (neoprávněně) pozitivní reakce v médiích a u občanů.

Nicméně řada evropských měst a svazů měst a obcí postavila zařízení na energetické využívání odpadu vysokého technického standardu s výkonnými systémy k čištění spalin a se zařízeními na vyžívání a na zpracování zbytkových látek.

## **2 PYROLÝZNÍ A ZPLYŇOVACÍ TECHNOLOGIE**

Konvenční, klasické technicky vysoce technicky vyvinuté spalovací roštové systémy byly v té době protagonisty alternativních technologií označovány přívlaskem zastaralé a byly rovněž z některých veřejných obchodních soutěží vyloučeny.

Tzv. alternativních technologiích bylo vyvíjeno několik. Ani jedna vývojová aktivita nepřinesla novou myšlenku – všechny používaly známé procesy v různých aplikačních variantách. Jako příklad lze uvést technologie společností Siemens a Thermoselect. Tyto vybrané technologie jsou pro alternativní procesy typické a dostatečně reprezentativní k vytvoření názoru na jejich praktickou použitelnost.

Jak společnost Siemens, tak i společnost Thermoselect si daly za cíl své technologie tržně uplatnit a používaly patřičně agresivní marketingové metody. Slibovaly nulové zatížení životního prostředí, úplné využití zbytkového odpadu a to vše za výrazně nižší cenu než je běžná u klasických termických procesů. Společnost Thermoselect dokonce propagovala ze začátku své reklamní kampaně provoz bez komína (!).

Vystřízlivění protagonistů těchto alternativních technologií přišlo s jejich uváděním do provozu. Obě dvě zařízení se, po řadě technicky a finančně náročných úpravách, nepovedlo přivést do provozuschopného režimu.

Společnost Siemens vyvinula v německém Ulm – Wieblingen v roce 1988 pokusné poloprovozní zařízení o kapacitě 200 kg komunálního odpadu/h pro technologii nazývanou Schwelbrennverfahren (pyrolýzně – spalovací proces).

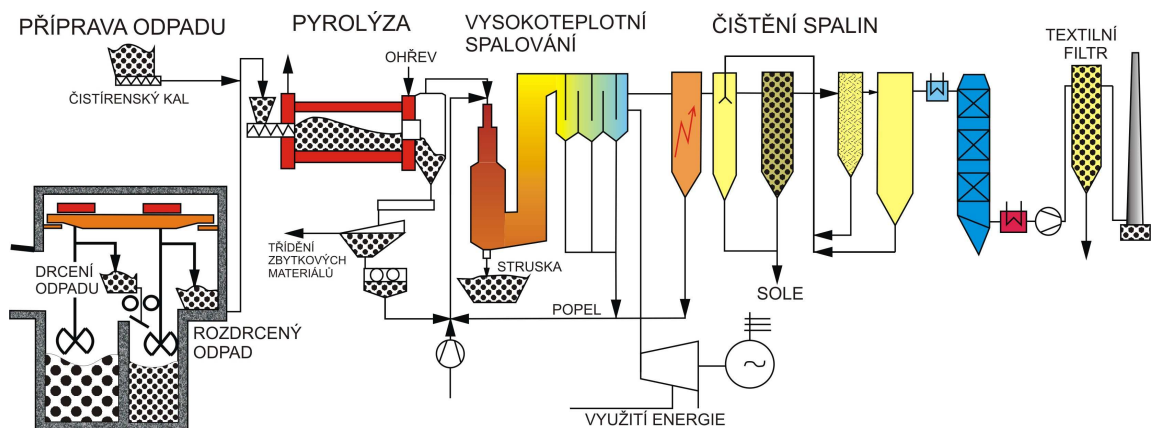
Zakázku na instalaci Schwelbrennverfahren udělil společnosti Siemens německý Fürth, kde se v roce 1995 začalo uvádět do provozu zařízení s kapacitou 100 000 t TKO/rok. Nicméně zařízení nedosáhlo určeného provozního standardu. V průběhu zprovoznění byly do okolí uvolněny procesní plyny a zařízení bylo posléze odstaveno. Společnost Siemens v roce 1998 zastavila po cca 10 letech s konečnou platností další vývoj technologie Schwelbrennverfahren. V roce 1999 bylo zařízení demontováno. Odpovídající investice ve výši 130 mil Euro (cca 4 mld. Kč) byla vynaložena zbytečně.

### **2.1 TECHNOLOGIE SCHWELBRENNVERFAHREN - SBV**

SBV technologie se vyznačuje následnými procesními kroky:

- Drcení odpadu.
- Pyrolýza celkového množství odpadu při 450°C.

- Třídění zbytkového materiálu z procesu pyrolýzy na hrubou frakci > 5mm (železné a neželezné kovy – k recyklaci, inertní podíly – sklo, keramika- k recyklaci nebo na skládku).
- Mletí jemné frakce.
- Spalování pyrolytického plynu spolu s rozemletou jemnou frakcí při 1200 °C-1300° C.
- Odtah tekuté strusky.
- Výroba páry ve spalínovém kotli.
- Čištění spalin.



Schwelbrennverfahren – SBV princip procesu

Zdroj: Thermodynamische Analyse der Verfahren zur thermischen Müllentsorgung

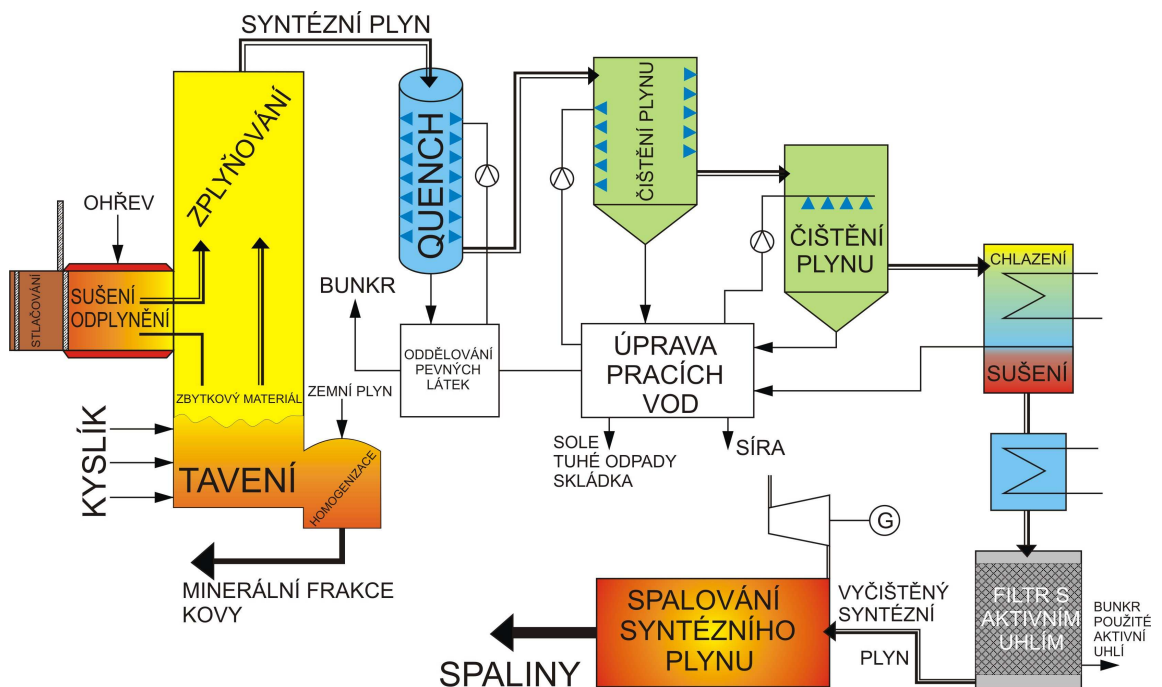
Společnost Thermoselect vyvinula v roce 1991 pokusné zařízení v provozním měřítku o kapacitě 4,2 t komunálního odpadu/h v italské Verbanii blízko švýcarských hranic.

Následně získala firma Thermoselect zakázku (cca 1994) v německém Karlsruhe na zařízení s roční kapacitou 225 000 t TKO. Investiční objem byl kolem 200 mil. DEM (cca 3 mld. Kč). Zařízení se do roku 2004 nepodařilo přivést do trvalého a spolehlivého provozu a zákazník se rozhodl odstoupit od smlouvy. Společnost Thermoselect resp. Thermoselect Südwest (dceřinná společnost EnBW – Energie Baden Württemberg) následovala s konečným zastavením dalšího vývoje technologie rovněž v roce 2004 (cca po 13 letech). Zůstala ztráta kolem 500 mil. Euro a neuzavřené soudní spory s dodavatelem licence společností Thermoselect S.A. Odstoupení od smlouvy čeká pravděpodobně zařízení ve městě Ansbach, které je delší dobu mimo provoz.

## 2.2 TECHNOLOGIE THERMOSELECT

Thermoselect - technologie se sestává z následných procesních kroků:

- Komprimování.
- Odplynění.
- Zplyňování.
- Úprava – čištění plynu.
- Spalování (energetické využívání) získaného plynu.



Thermoselect – princip procesu

Zdroj: Thermodynamische Analyse der Verfahren zur thermischen Müllentsorgung

### 2.3 PLAZMOVÁ TECHNOLOGIE

Na vzdor těmto zkušenostem se na českém trhu se objevují nabídky na zpracování komunálních odpadů (a čistírenských kalů) nasazením procesu plazmového zplyňování. Z pochopitelných důvodů jsou tyto nabídky předkládány v takovém optimistickém tónu, který mohl vést k tomu, že některé regiony v České republice zvažují integraci plazmové technologie do budovaného systému odpadového hospodářství. Situace se v podstatě opakuje – i zde, v České republice politikové rádi slyší na vize a na sliby. Existují opravdu nesdělitelné zkušenosti....

#### Koncept zařízení plazmové technologie

Pevné, pastovité nebo tekuté odpady jsou speciálním zařízením dávkovány do prostoru plazmového reaktoru, kde nastává účinkem vysokovýkonného plazmového hořáku rychlá destrukce škodlivin obsažených v odpadu. Plazmový hořák pracuje na principu elektrického oblouku a je napájen stejnosměrným proudem. Samotná plazma je ionizovaný vodivý plyn o teplotě 4000 – 5000 °C (jsou dosahovány i teploty 20 000 °C).

Jedná se o energeticky náročný proces. Jsou známa zařízení s relativně malým prosazením speciálních (brizantních) odpadů (cca 0,1 – 1,0 t/h).

Plazmových hořáků může být instalováno více – např. hlavní a podpurný hořák. Instalovaný výkon hořáku se může pohybovat kolem 1500 kW. Tento údaj umožňuje představu o vysoké „energetické hustotě“ procesu a o vysoké energetické náročnosti plazmové technologie na zpracování relativně malého množství prosazovaných odpadů.

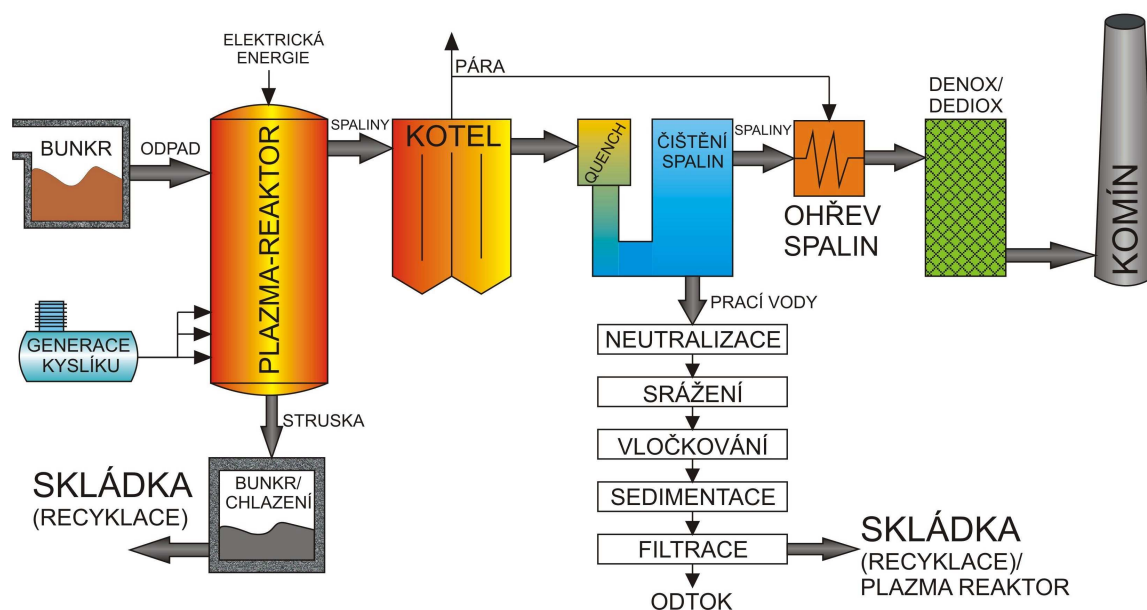
Anorganické podíly odpadu vytvářejí strusku v tekutém stavu (teplota může dosáhnout hodnot vysoko přes 1500 °C), která je ze spodní části reaktoru odpouštěna a po ochladnutí tvoří inertní zbytkový materiál se skelnou strukturou (vitrifikace), který je

vhodný k dalšímu použití či ke konečnému uložení na skládku. Organické podíly odpadu jsou pyrolyticky rozloženy na jednotlivé elementy. Tento procesní krok nastává v redukčním prostředí a vzniklý pyrolytický či také syntézní plyn může být pomocí kyslíku či směsi vzduchu a kyslíku v oxidační části plazmového reaktoru oxidován.

Takto upravené spaliny jsou o teplotě přes 1000°C v následně zařazeném kotli využity k výrobě páry, která v kogeneračním procesu produkuje energii. Vystupující plyn je průchodem kotlem ochlazen na teplotu kolem 200 °C a posléze podroben několikastupňovému standardnímu komplexnímu čištění. (Např. omezování emisí tuhého úletu, anorganických kyselin, těžkých kovů a aerosolů.) Dále může být zařazen proces katalytické redukce oxidů dusíku na molekulární dusík a vodu s následným procesem katalyticko – oxidační destrukce látek typu PCDD/F. Provozní teplota katalytického stupně (cca 300 °C) je dosažena patřičně dimenzovaným zařízením k přesunu tepla. Výstupní emisní hodnoty dosahují zlomků zákonných emisních limitů.

Proces může být veden tak, jak je výše popsáno - generovaný syntézní plyn je podroben oxidaci nebo tak, že je z reaktoru odebírán syntézní plyn určený k externímu použití (částečná řízená oxidace).

Prací médium z procesu čištění vystupujících plynů je rovněž podrobena standardní komplexní úpravě (neutralizace, vložkování, srážení, sedimentace, filtrace), jejímž cílem je výstup vyčištěného média do lokálního vodoteče či do kanalizace a koncentrace odloučených škodlivin (hlavně těžkých kovů) do tzv. filtračního koláče, který může být předán plazmovému procesu nebo postoupen dalšímu látkovému využití.



### Příklad zařízení plazmové technologie – blokové schéma

Zdroj: vlastní

Kolem alternativních procesů tzv. „technologického šílenství“ (zplyňovací procesy – např. Thermoselect, Siemens Schwelbrennverfahren, plazmové technologie) nastal z důvodů praktické neproveditelnosti relativní klid a evropská zařízení na energetické využívání komunálního odpadu jsou veskrze vybavena osvědčenými roštovými ohništi s vysokým stupněm procesní inovace. V současné době se pod slůvkem alternativní technologie rozumí spíše spoluspalování v cementárnách a v zařízeních na výrobu energie.

### 3 MECHANICKO BIOLOGICKÁ ÚPRAVA

Některá města či některá komunální seskupení se vydala zvláštní cestou levných či laciných řešení, která nemohla v požadované míře životní prostředí chránit.

Tato zanedbání a chybný vývoj odpadového hospodářství měly různé důvody. Jeden z těchto důvodů spočívá v určité (technicky neoprávněné) „etablizaci“ procesů mechanicko – biologické úpravy (MBÚ) odpadů.

Následně vznikl spor o tom, který proces je ekologičtější a ekonomičtější – zda energetické využívání odpadu či proces MBÚ. Odpůrci energetického využívání odpadu používali nevěcné a nesprávné argumenty v tom směru, že spalování odpadu – byť s výrobou energie - emituje řadu jedovatých látek a je o hodně dražší. Nasazení MBÚ jakoby proces spalování eliminovalo<sup>1</sup>. Tyto argumenty obstát nemohou:

#### **Hlavní výstup z procesů MBÚ je tzv. alternativní či náhradní palivo.**

1. Provozem zařízení MBÚ se tedy proces spalování neeliminuje, nýbrž přesune do dalšího stupně zpracování odpadu – do procesu spoluspalování.
2. V případě spoluspalování v klasických elektrárenských kotlích je nutné počítat s obdobnými emisemi jako u spalování odpadu bez čištění spalin. Tedy spoluspalující elektrárenská jednotka se stane „maskovanou spalovnou“ bez patřičné ochrany životního prostředí.

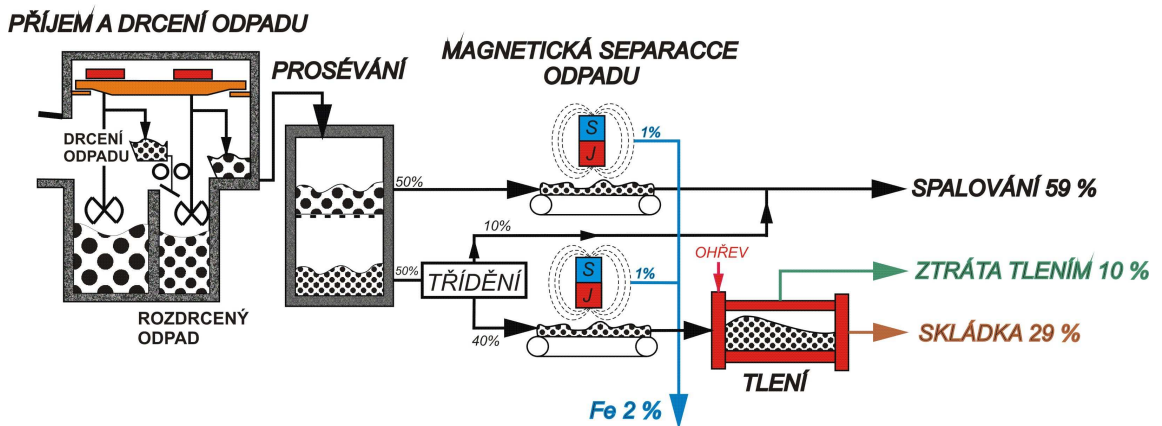
Je nutné upozornit na skutečnost, že i v České republice taková situace u některých komunálních seskupení nastává či nastala. Zde svou negativní úlohu hraje i nešťastně formulovaný Plán odpadového hospodářství ČR – POH ČR, který deklaruje, že výstavba spaloven nebude ze státních prostředků podporována.

V SRN existují po zákazu skládkování nezpracovaného odpadu seskupení, která potřebnými zpracovatelskými kapacitami nedisponují a hledají tak často velmi pochybná řešení (export do jiných zemí – např. v roce 2006 do ČR), která v souladu s ochranou životního prostředí nejsou<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Tuto možnost akceptovali někteří politikové, publicisté i občanská sdružení, pro které to byla možnost zbavit se neoblíbeného procesu spalování. Svého času se to týkalo tzv. procesu „úplného setlení“ (Endrotteverfahren). Výsledek byl ten, že se místo nezpracovaného komunálního odpadu skládkoval komunální odpad částečně zetlelý. Emise se nezmírnily a odpad využívat také nebylo možné. Tento proces byl následně zakázán.

<sup>2</sup> Ve Švýcarsku tato cesta pokusu a omylu vůbec nastoupena nebyla. Švýcarsko neprovozuje žádné MBÚ zařízení a od roku 2000 se komunální odpadu skládkovat nesmí. Realizaci tohoto rozhodnutí umožňuje vysoký potenciál látkového a energetického využívání odpadů. Jak je výše uvedeno, zhruba 50% komunálních odpadů se ve Švýcarsku využívá látkově a zhruba 50 % v 31 zařízeních energeticky.



Blokové schéma zařízení MBÚ

Zdroj bilančních údajů: Technisches Büro für Umweltschutz GmbH, Innsbruck

Mají – li zařízení MBÚ sloužit jako plnohodnotný nástroj odpadového hospodářství, musí se alespoň přibližovat úrovni ochrany životního prostředí vysoce vyvinutých zařízení na energetické využívání odpadu:

1. Procesní plyny vznikající při procesu MBÚ musí být čištěny.
2. Odpadní vody vznikající při procesu MBÚ musí být zpracovány.
3. Výstupem z procesu MBÚ musí být alternativní či náhradní palivo.

**Při splnění těchto podmínek je vize nákladově výhodného zpracování komunálního odpadu bez spalovacího procesu naprosto neudržitelná:**

1. Procesní plyny musí být za účelem jejich hygienizace podrobeny termické, případně katalytické oxidaci.
2. Při sušení (termické stabilizaci) alternativního paliva je zapotřebí energie.
3. Vyrobené alternativní palivo (v závislosti na systému váhově cca přes 50 % výchozího komunálního odpadu) i generovaný bioplyn musí být spáleny.

Na rozdíl od zařízení na energetické využívání odpadu je v celkovém technologickém řetězci MBÚ nutné spalovací proces nasadit decentralně, což má za následek různé emisní body. Tuto skutečnost je při bilancování procesu nutné zohlednit. Parciální, nekomplexní posuzování procesu MBÚ nemůže vést k objektivním výsledkům.

S výše uvedeným zákazem skládkování nezpracovaného odpadu v SRN je prospěšné dotknout se následujícího problému:

V SRN je v současné době různým způsobem skladováno již několik milionů tun alternativního paliva. V tomto případě se nejedná o produkt, jehož znakem je pozitivní cena, kterou kupující zaplatí.

Alternativní palivo vyrobené procesem MBÚ zůstává odpadem, za jehož odběr musí výrobce zaplatit. Znamená to, že se v případě odběru alternativního paliva jedná o zpracovatelskou službu odběratele vůči výrobcí. Tomuto odhadnutému množství vyrobeného náhradního paliva není k dispozici kapacita na straně odběratelů. Odhaduje se, že je možné ročně v Německu zpracovat cca. 1,0 mil. tun náhradního paliva vyrobeného procesy MBÚ. Důvody tohoto zpracovatelského deficitu je třeba hledat v nerovnováze nabídky náhradního paliva a poptávky po něm.

Jako odběratelé přicházejí v úvahu cementárny, elektrárny, speciálně pro spalování náhradního paliva upravená průmyslová energetická zařízení a spalovny komunálního odpadu.



**Paradoxní na této situaci je právě skutečnost, že procesy MBÚ měly původně spalovny komunálního odpadu eliminovat.**

Náhradní či alternativní palivo, vyrobené procesy MBÚ ze zbytkového komunálního odpadu, vykazuje sice vyšší výhřevnost než výchozí materiál, ale také stejné či podobné škodliviny. Jak je výše uvedeno, je třeba počítat se stejnými emisemi jako u spalování odpadu. Nicméně je mezi „mechanickými“ vlastnostmi výchozího materiálu – zbytkového komunálního odpadu a náhradního paliva podstatný rozdíl. U náhradních paliv je patrný rozdíl při dávkování do ohniště, rozdíl v přivádění oxidačního média, jakož i rozdíl v možnosti regulace výkonu ohniště. V případě monospalování náhradního paliva není technika vlastního spalovacího procesu náhradního paliva dosud jednoznačně determinována. V úvahu přicházejí roštová či fluidní ohniště, která však musí být napojena na standardní vysokovýkonný systém čištění spalin s veškerou technickou infrastrukturou.

Klasická zařízení k energetickému využívání komunálního odpadu jsou koncipována pro nezpracovaný odpad. V případě spoluspalování náhradních paliv se musí, z důvodů jejich vyšší výhřevnosti, zmenšit hodinové prosazení odpadu. U spoluspalování náhradního paliva lze dále očekávat vyšší obsah koncentrace chloru ve spalinách, což může mít za následek destrukci tlakových systémů kotle.

Provozovatelé zařízení musí vyžadovat pro náhradní paliva vyšší cenu, než je tomu v případě energetického využívání zbytkového komunálního odpadu.

Spoluspalování náhradních paliv v elektrárnách bude, pomineme-li emise do ovzduší, z technického hlediska fungovat jen do doby, kdy se z důvodů korozivních jevů podstatně nesníží fond provozní doby.

Při posuzování vhodnosti každého procesu, speciálně však procesů MBÚ, je zcela zásadní rozlišovat:

- Politicky motivovaná tendenční stanoviska.
- Stanoviska zájmových skupin.
- Sebevědomá stanoviska potencionálních zhotovitelů.
- Vědecky podložená stanoviska.

Shrnutí problematiky MBÚ z pohledu německých zkušeností:

**Výstupem ze zařízení MBÚ jsou dvě hlavní frakce:  
Jedna nízkovýhřevná, která nesplňuje kriteria pro uložení do zemské kůry (SRN) a druhá vysokovýhřevná pro kterou nelze najít uplatnění....  
Výrobci balících zařízení se radují...**

Podobně jako lze horečnatá snaha o provozní spolehlivost a praktickou upotřebitelnost výše uvedených alternativních technologií nazvat technologickým šílenstvím, lze nazvat snahu o etablování procesu MBÚ šílenstvím zeleným...

#### **4 ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ JEJICH SPALOVÁNÍM**

Odpady obsahují řadu látek, které je nutné od životního prostředí oddělit. Nicméně spalitelné odpady obsahují kromě těchto látek také uhlík i vodík a jsou tedy vhodné k termické oxidaci či ke spalování.

Technologie spalování komunálního odpadu má za sebou více než 130 roků trvající tradici. První spalovna odpadů v Evropě byla zprovozněna v Anglii v roce 1870. Z důvodů této dlouholeté tradice bývá technologie spalování – termické oxidace



označována za standardní technologii zpracování komunálního odpadu. Na přelomu 19. a 20. století se začala energie uvolněná spalovacím procesem využívat a spalovny se tak postupně staly zařízeními k energetickému využívání odpadu.

V rámci tvorby integrovaných systémů nakládání s odpady byla zkoumána schopnost jednotlivých postupů či technologií uspořádání toku odpadů na vhodné místo antroposféry (látkové využívání, energetické využívání, konečné odstranění). Bylo zjištěno, že jednoznačně a vždy platí:

- Objem a kvalita látkového využívání odpadů podléhá určitým omezujícím podmínkám (např. absorpční schopnost trhu).
- Pro energetické využívání odpadů omezující podmínky neexistují. Tato skutečnost přiřazuje energetickému využívání odpadů významnou úlohu zajištění udržitelného rozvoje systému hospodaření s odpady – flexibilní nahrazování surovin či nenahraditelných zdrojů energie.

Technologicky a ekologicky na vysoké úrovni postavené zařízení na energetické využívání odpadů s návazným látkovým využíváním zbytkových látek, se stává nepostradatelnou součástí každého integrovaného systému využívání odpadů.

Vedle látkového či materiálového využívání odpadů je spalování jinak nevyužitelných odpadů spojené s výrobou energie rozšířeným a akceptovaným způsobem jejich využívání a je jediným účinným nástrojem ke zmenšení množství odpadu určeného k uložení na skládku.

Energetické využívání odpadů je v antropogenní sféře zařazeno na konec spotřebního řetězce a tvoří tak logický vysoce účinný filtr na výstupu z antropogenní sféry do životního prostředí.

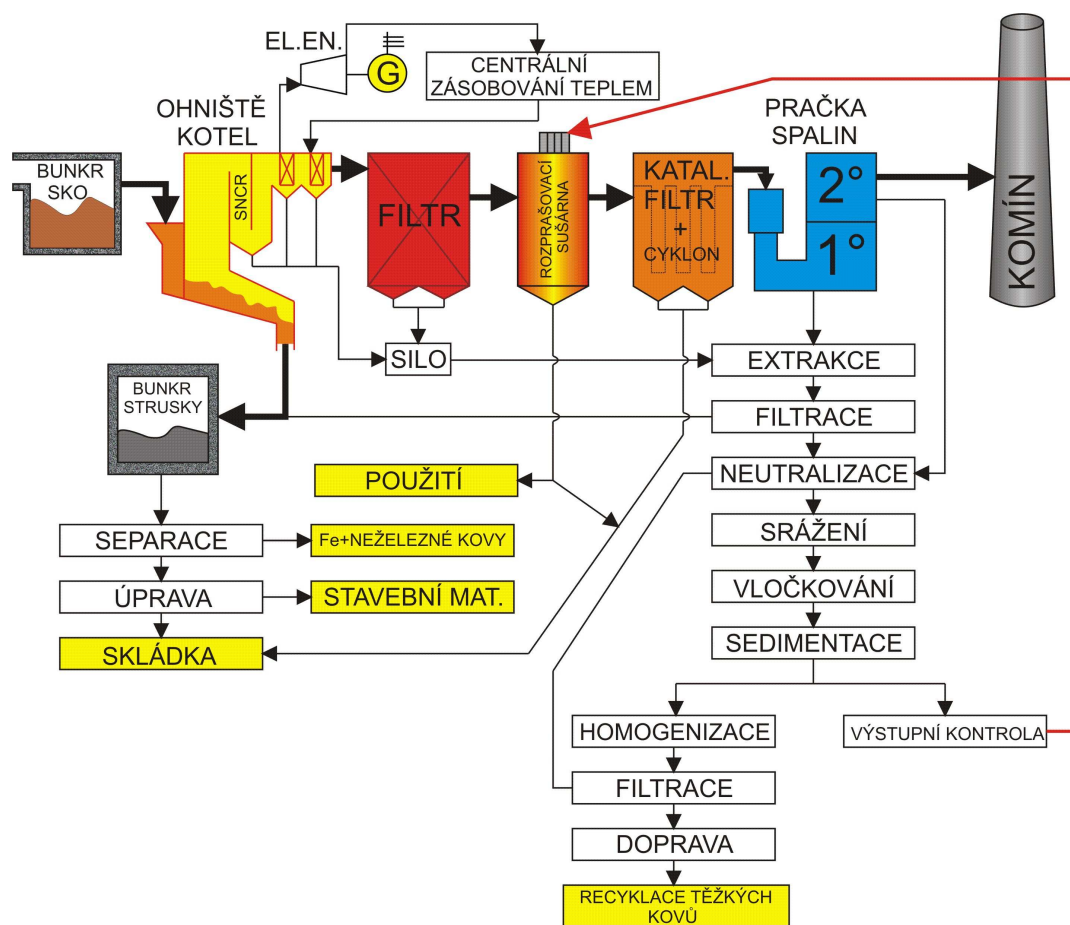
Energetickým využíváním odpadů lze dosáhnout:

- Eliminování emisí skleníkových plynů. Energetické využívání odpadů je z hlediska životního prostředí z podstatné části neutrální ve vztahu k oxidu uhličitému, který vznikne oxidací organického uhlíku.
- Úspory nenahraditelných zdrojů paliv.
- Desetinásobného snížení objemu a až desetinásobného snížení hmotnosti odpadu ukládaného na skládku.
- Mineralizaci organického uhlíku.
- Imobilizaci škodlivin ve zbytkových materiálech.
- Inertních vlastností zbytkových materiálů z procesu energetického využívání odpadů – zajištění trvalého bezpečného uložení do zemské kůry nebo zpracování na použitelné produkty.
- Získávání čistých kovů – např. zinku (úpravou zbytkových materiálů z procesu čištění spalin na látkově využitelné frakce).
- Prokazatelně, spolu se zemním plynem, nejčistějšího zdroje energie získávané termicko-oxidačním procesem.

	V ČR platí EU 76/2000 Směrnice o spalování odpadů	Uhelné kotle	Kotle na dřevo	Kotle na mazut	Plynové kotle	Fluidní kotle
Vztaženo na	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>
Tuhé emise	10	100	250	55	28	67
Org.C	10	-	50	-	-	-
SO <sub>x</sub> jako SO <sub>2</sub>	50	1667	2500	945	19	533
NO jako NO <sub>2</sub>	200	435	650	250	111	267
NH <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-
N <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-
CO	50	267	650	97	55	167
HCl	10	-	-	-	-	-
HF	1	-	-	-	-	-
PCDD/PCDF (*1)	0.1	-	-	-	-	-
Hg	0.05	-	-	-	-	-
Cd	0,05	-	-	-	-	-
Ostatní těžké kovy	0,5	-	-	-	-	-

Tabulka porovnání emisních limitů různých zdrojů - přepočteno na 11% O<sub>2</sub>. Hodnoty jsou uvedeny v mg/m<sup>3</sup> (kromě \*1 - v ng TE/Nm<sup>3</sup>) a vztaženy na suchý plyn při normálních stavových podmínkách (273 °K, 1013 mbar)

Zdroj: vlastní



Příklad zařízení na energetické využívání odpadů bez generace odpadní vody a s materiálovým využitím procesních látek – blokové schéma

Zdroj: vlastní

## Seznam použití literatury

- [1] Barin I., Igelbüscher A., Zenz F.-R.: Thermodynamische Analyse der Verfahren zur thermischen Müllentsorgung, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 1996
- [2] Bilitewski B, Schirmer M.: Steigerung der Energieeffizienz bei der thermischen Nutzung von Abfällen, Münster 2007
- [3] BREF Waste Incineration, Sevilla 2005
- [4] Hyžík et. al.: Technicko-ekonomická analýza KIC (Krajské integrované centrum využívání komunálních odpadů na území Moravskoslezského kraje), Praha 2006
- [5] Hyžík J.: Plazmová technologie – jeden z nástrojů odpadového hospodářství, Odpady, odborný časopis pro odpadové hospodářství a ekologii, č. 3, ISSN 1210-4922 MK ČR 6330, Praha 2005
- [6] Hyžík J.: Energetické využívání odpadů – význam a přínosy, Odpady, odborný časopis pro odpadové hospodářství a ekologii, č. 9, ISSN 1210-4922 MK ČR 6330, Praha 2004
- [7] Hyžík J.: Energetické využívání odpadu v Evropské unii a ve Švýcarsku , mezinárodní konference „-Dny spalování -VUT Brno“, ISBN 80-214-2650-0, Brno 2004
- [8] Hyžík J.: „Švýcarské odpadové hospodářství aneb zítřky EU“, konference Odpady a průmysl, Praha 2003
- [9] Hyžík J.: Energetické využívání odpadů nástrojem a měřítkem udržitelného rozvoje, IX. celostátní konference „Životní prostředí České republiky – stav a perspektiva“, Česká společnost pro životní prostředí, Praha 2003
- [10] Hyžík J.: Účel energetického využívání odpadu, seminář "Effektive Energetik", ISBN 80-248-0272-4, Mayrhofen 2003
- [11] Hyžík J.: Energetické využití odpadů jako neopominutelná složka krajských koncepcí, mezinárodní konference Odpady 21, Ostrava 2001
- [12] Krajská koncepce odpadového hospodářství Moravskoslezského kraje, FITE a.s. 2002
- [13] Noskievič P., Hyžík J., Kaminský J.: Efektivita využívání obnovitelných zdrojů energie. Energetika 1, ISSN 0375-8842, Praha 2006
- [14] Plán odpadového hospodářství ČR, MŽP Praha 2003
- [15] Plán odpadového hospodářství Moravskoslezského kraje, FITE a.s., Ostrava 2003
- [16] Program rozvoje Moravskoslezského kraje, Agentura pro regionální rozvoj, a.s., Ostrava 2005
- [17] Thomé-Kozmiensky K.: Optimierung der Abfallverbrennung 1, TK Verlag, Neuruppin 2004
- [18] Thomé-Kozmiensky K.: Optimierung der Abfallverbrennung 2, TK Verlag, Neuruppin 2005