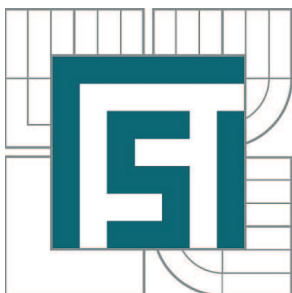


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ V EVROPSKÉ UNII

WASTE TO ENERGY IN EUROPEAN UNION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

IVAN KLUČKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ FERDAN

BRNO 2012



ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou energetického využití odpadu v Evropské unii. Na základě legislativy platné v EU jsou v této práci shrnuty aspekty členských států v oblasti energetického využití odpadu z hlediska kapacit, technologií, atd. Dále je v práci zpracován přehled největších dodavatelů technologie a porovnání účinnosti výroby energie.

KLÍČOVÁ SLOVA

odpad, hodnocení, využití, energie, legislativa

ABSTRACT

This thesis is focused to waste to energy in the European Union. To the legislation applicable in the European Union in this thesis are summarized aspects of the member states in the field of energy recovery in terms of capabilities, technologies, etc. In this thesis is prepared an overview of the largest suppliers of technology and comparing the efficiency of energy production.

KEYWORDS

waste, evaluation, utilization, energy, legislation



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KLUČKA, I. *Energetické využití odpadu v Evropské unii*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2012. 44 s. Bakalářská práce. Vedoucí práce: Ing. Tomáš Ferdan.



PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Energetické využití odpadu v Evropské unii jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 22.5.2012



PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomáši Ferdanovi, za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.



Obsah

Úvod.....	10
1 Odpad.....	11
1.1 Produkce odpadu.....	12
1.2 Průmyslový odpad.....	14
1.3 Komunální odpad.....	15
1.4 Složení komunálního odpadu.....	18
1.5 Nakládání s komunálním odpadem.....	19
1.5.1 Skládkování.....	19
1.5.2 Recyklace odpadu.....	19
1.5.3 Energetické využití odpadu.....	20
2 Legislativa odpadního hospodářství.....	22
2.1 Přehled legislativy upravující nakládání s odpady v EU.....	22
2.1.1 Směrnice 75/442/ES o odpadech.....	22
2.1.2 Směrnice 2008/98/ES o odpadech.....	23
2.1.3 Směrnice 2009/28/ES o podpoře a využívání obnovitelných zdrojů.....	24
2.2 Přehled legislativy upravující nakládání s odpady v ČR.....	24
2.2.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech.....	25
2.2.2 Zákon č. 154/2010 Sb., o odpadech.....	25
3 Energetické využití odpadu v EU.....	27
3.1 Německo.....	28
3.2 Francie.....	29
3.3 Holandsko.....	29



3.4	Rakousko.....	30
3.5	Švýcarsko	30
3.6	Belgie	31
3.7	Dánsko.....	31
4	Energetické využití odpadu v ČR	32
4.1	SAKO Brno	33
4.2	TERMIZO Liberec a.s	34
4.3	ZEVO, Praha-Malešic	35
5	Porovnání účinnosti podle faktoru R1	36
6	Přehled největších dodavatelů technologie.....	37
6.1	Hitachi Zosen Inova	37
6.2	Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc.....	38
6.3	CNIM Group	38
6.4	RAMBOLL	38
6.5	VINCI Environment UK Limited	39
6.6	Austrian Energy & Environment AG & Co KG	39
6.7	EVECO Brno	39
7	Závěr	40
8	Seznam citací	41
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	44

Úvod

Po tisíce let byla planeta Země dokonale fungujícím mechanismem, s křehkými základy. Lidstvo produkovalo jen minimální odpad, který systém bez problémů zpracoval. S příchodem moderní doby symbolizovanou industriální revolucí, která s sebou přinesla rozmach těžby, a výroby se problém produkce odpadů stal zásadním tématem pro trvale udržitelný rozvoj. V současnosti dochází k přehodnocování dosud zažitých postupů pro nakládání s odpadem a prioritou se stává prevence samotného vzniku odpadu. Člověk si více uvědomuje důležitost hospodaření s odpady, avšak z minulosti přetrvává negativní názor na odpad, coby další využitelnou surovinu. Tento názor vytváří negativní půdu pro vznik nových metod a přístupů pro nakládání s odpadem, které počítají s energetickým využitím a dalším zpracováním odpadu, aby se dopad na životní prostředí minimalizoval. Jedním z neefektivnějších způsobů, jak nakládat s odpadem, je kontrolovaně jej spalovat ve spalovnách odpadu a přeměňovat jej tak dále využitelnou energií. Zároveň však dbát na minimální dopad na životní prostředí, jak z hlediska emisí, tak z hlediska zbytkového materiálu po spálení, jenž s sebou nese riziko vysoké zátěže na prostředí. Moderní filtrační technologie dosahují vysokých účinností filtrace emisí vznikajících při spalování odpadu, z tohoto důvodu jsou emise unikající do ovzduší jedny z nejméně závadných. Toto je však pouze sekundární směr odpadní politiky, primárně se vývoj odpadního hospodářství soustředí na důsledné předcházení vzniku odpadu samotného.

Tímto se zabývá i Evropská unie, která sdružuje 27 producentů odpadu, s různými přístupy k odpadní politice. V roce 2008 vydal Evropský parlament rámcovou směrnici o odpadech 2008/98/ES, která doplňuje zákon o odpadech z 50. let 20. století. Všechny členské státy jsou povinny zpracovat směrnici do národní legislativy. Tato směrnice zavádí koncepci hierarchie nakládání s odpady v rámci Evropské unie. Členské státy se podpisem této směrnice zavazují k důslednému snižování produkce odpadu, a ke komplexnímu přehodnocení svého odpadního hospodářství. Ve směrnici byly nastaveny kvóty pro snižování produkce odpadu a všechny členské státy musí prokázat jejich důsledné plnění. V případě nedodržení podmínek hrozí ze strany Evropské unie finanční postihy.

1 Odpad

Pojem odpad je definován v § 3 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

„Opad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.“

Opadem jsou také produkty vznikající při a úpravě surovin, výrobě zboží, které se po uplynutí životnosti stává také odpadem. Odpadem se stává každá hmotná věc, která ztratila svou užitnou hodnotu a stala se nepotřebnou.

Z důvodu klasifikace odpadu byl zřízen Katalog odpadu, ve kterém jsou zmapovány veškeré produkované odpady. Původce odpadu jej pro účely dalšího nakládání s ním zařadí podle Katalogu odpadů. Katalog odpadů je uveden v příloze č. 1 vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 381/2001 Sb., kterou se stanovuje Katalog odpadů, seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů, ve znění vyhlášky č. 503/2004 Sb. (Katalog odpadů). Katalog odpadů slouží k tomu, aby jednotlivé druhy odpadů byly evidovány pod konkrétními a jednotnými kódy (katalogovými čísly) a zároveň umožňuje přiřadit každému odpadu také jeho kategorii (nebezpečný nebo ostatní odpad).

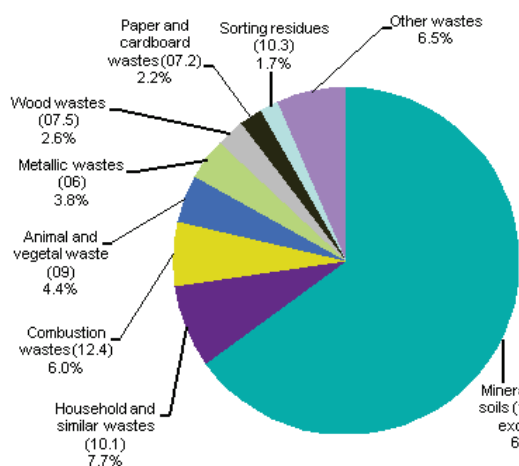
Vyhláškou (§ 2) je podrobně upraven postup při zařazování odpadů podle Katalogu odpadů převzatý z evropské legislativy a doplněný z praktických zkušeností a potřeb evidence a ohlašování odpadů. V § 4 vyhlášky jsou uvedeny náležitosti návrhu obecního úřadu obce s rozšířenou působností na zařazení odpadu podle Katalogu odpadů v případech, kdy nelze odpad jednoznačně zařadit.

1.1 Produkce odpadu

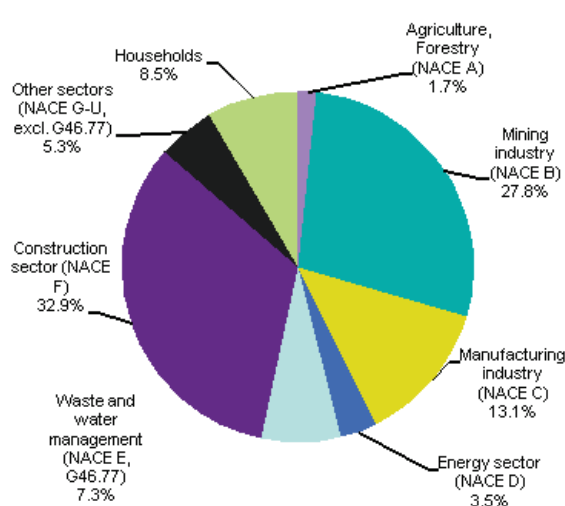
Odpad vzniká jako sekundární produkt při průmyslové výrobě a také jako produkt vzniklý běžnou lidskou činností. S rostoucím vývojem společnosti rostou i nároky na životní standard a tyto se negativně promítají v konečné spotřebě produktů a v množství vyprodukovaného odpadu. Z hlediska udržitelného vývoje je primárním cílem dnešní vyspělé civilizace maximálně omezit globální produkci odpadů, aby nedošlo k nekontrolovanému vývoji, který by měl na civilizaci zcela katastrofální důsledek. Na světě se ročně vyprodukuje okolo 9 miliard tun odpadu. V Evropské unii je to přes 2,6 miliardy tun odpadu ročně, z toho v České republice průměrně 25 milionů tun odpadu za rok. Pro srovnání je to více než polovina podílu vytěženého uhlí v ČR za rok. [1]

Tab. 1. Produkce odpadu v jednotlivých státech EU v tunách [1]

GEO/TIME	2004	2006	2008
European Union (27)	2 682 430 000	2 730 500 000	2 611 580 000
European Union (15)	1 790 100 000	1 861 620 000	1 906 210 000
Belgium	52 809 345	59 351 721	48 621 916
Bulgaria	263 428 134	255 255 122	286 092 936
Czech Republic	29 275 743	24 745 752	25 419 695
Denmark	12 588 952	14 703 138	15 155 208
Germany	364 021 937	363 786 069	372 796 353
Estonia	20 860 680	18 932 903	19 583 855
Ireland	24 499 142	29 599 175	23 637 015
Greece	34 952 676	51 324 662	68 643 963
Spain	160 668 134	160 946 629	149 254 157
France	302 991 877	320 427 185	345 002 210
Italy	139 806 106	155 025 054	179 034 461
Cyprus	2 241 520	1 248 723	1 842 781
Latvia	1 257 225	1 858 551	1 495 084
Lithuania	7 010 178	6 563 688	6 333 352
Luxembourg	8 315 766	9 586 405	9 592 144
Hungary	24 660 920	22 287 476	16 949 197
Malta	3 142 956	2 861 222	1 499 220
Netherlands	88 098 921	94 308 860	99 591 174
Austria	53 020 950	54 286 603	56 308 766
Poland	154 713 242	170 230 263	140 340 303
Portugal	29 317 295	34 952 771	36 479 845
Romania	369 300 408	344 356 921	189 310 549
Slovenia	5 770 505	6 035 829	5 038 401
Slovakia	10 668 411	14 501 495	11 472 008
Finland	69 708 476	72 205 476	81 792 854
Sweden	91 759 469	94 971 307	86 168 590
United Kingdom	357 543 601	346 143 765	334 127 092
Croatia	7 208 688		4 172 152
Turkey	58 820 312	46 091 628	64 770 223
Iceland	501 426		
Norway	7 453 565	9 913 286	10 427 018



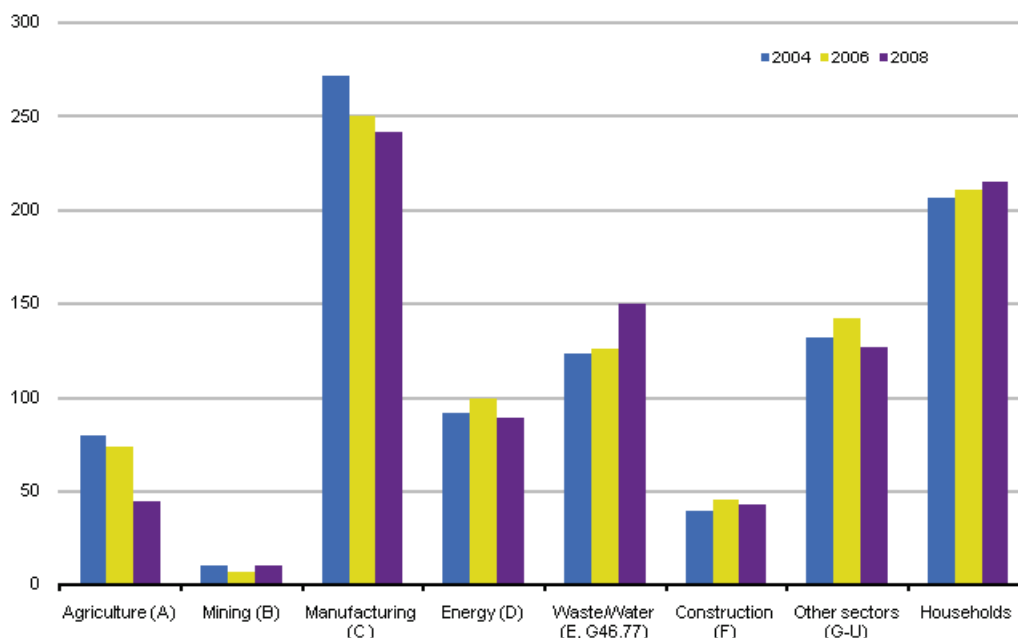
Graf 1. Produkce odpadu v EU podle druhu odpadu[2]



Graf 2. Produkce odpadu v EU podle ekonomické aktivity[2]

Graf 1. ukazuje podíl různých druhů odpadu na celkové produkci odpadu v EU. Plyne z něj, že největší podíl zaujímá minerální odpad s 65%, nejméně zbytky po třídění odpadu s 1,7%. [2]

Graf 2. ukazuje podíl ekonomických aktivit na celkové produkci odpadu v EU. Plyne z něj, že největší podíl na produkci odpadu má stavební sektor s 32,9%, dále těžební sektor s 27,8%, nejméně zemědělství a lesnictví s 1,7%. [2]



Graf 3. Vývoj produkce odpadu v jednotlivých státech EU dle ekonomické aktivity v milionech tun [2]

1.2 Průmyslový odpad

Průmyslový odpad vzniká jako sekundární produkt průmyslové výroby, zemědělství, lesnictví, těžby, výroby energie, stavebnictví a dopravy. V drtivé většině se jedná o odpad nebezpečný, či jiným způsobem závadný. Do této kategorie spadá široký rozsah nejrůznějších materiálů (dřevo, textil, kůže, kovy, plast, oleje, aj.). Pro nakládání s těmito druhy materiálů se uplatňují specifické zpracovatelské postupy.

Tab. 2. Produkce průmyslového odpadu v jednotlivých státech EU [1]

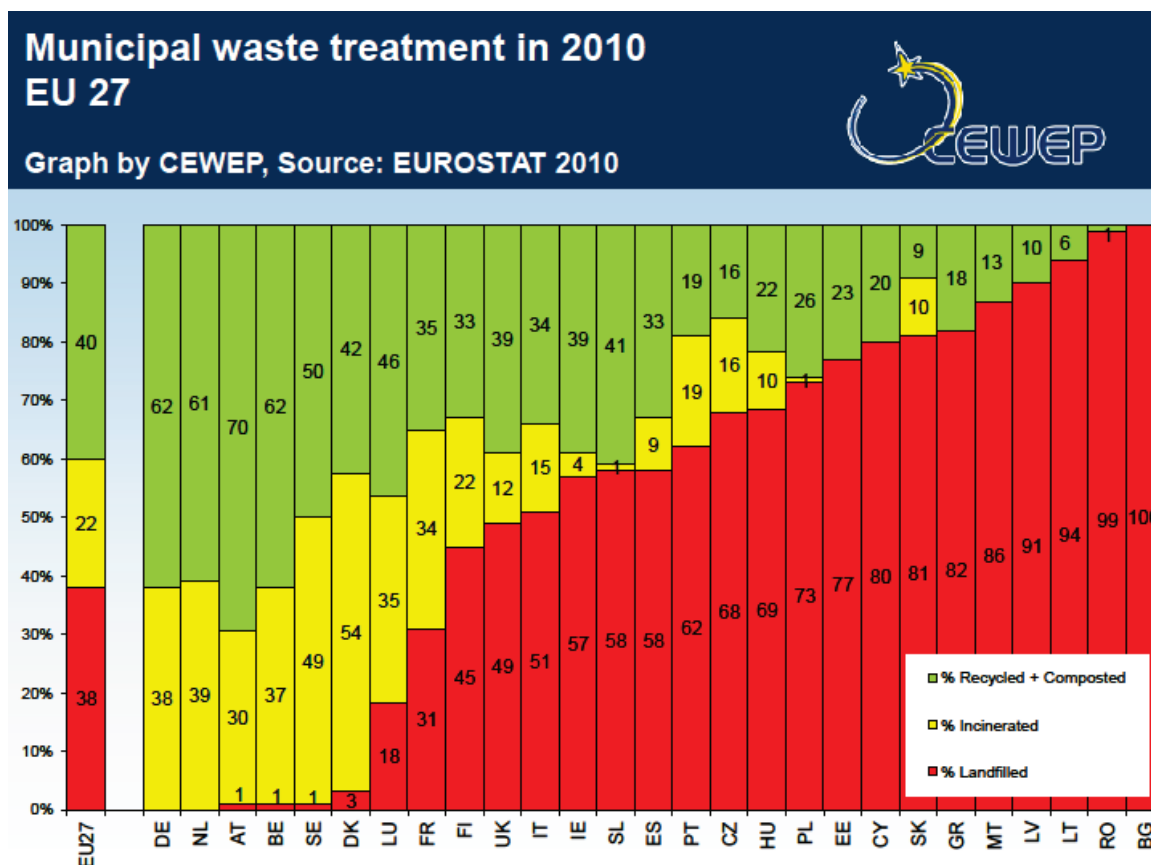
GEO/TIME	2004	2006	2008
Austria	49 579 909	50 574 764	52 489 490
Belgium	47 484 138	54 606 560	44 162 755
Bulgaria	260 794 542	252 326 141	283 185 815
Cyprus	1 874 167	892 203	1 409 923
Czech Republic	26 434 315	21 263 735	22 243 519
Germany	326 014 088	329 160 050	337 391 675
Denmark	10 572 743	12 633 503	12 641 054
Estonia	20 458 691	18 521 270	19 143 883
Spain	136 258 144	136 868 322	124 822 836
European Union (15)	1 601 590 000	1 674 320 000	1 715 170 000
European Union (27)	2 469 420 000	2 514 800 000	2 390 160 000
Finland	68 543 979	71 014 256	80 118 454
France	277 303 177	293 594 985	315 691 690
Greece	29 133 546	47 192 017	64 689 477
Croatia	7 208 688	:	4 172 152
Hungary	20 218 870	19 309 166	13 483 127
Ireland	22 353 547	27 260 854	21 492 551
Iceland	205 521	:	:
Italy	108 656 521	122 502 404	146 562 890
Lithuania	6 408 429	5 264 760	4 970 732
Luxembourg	8 094 752	9 394 825	9 315 872
Latvia	713 735	1 004 662	889 007
Malta	3 015 532	2 733 875	1 330 219
Netherlands	78 648 660	84 901 108	90 109 480
Norway	5 519 626	7 713 421	8 062 121
Poland	147 945 165	163 344 266	133 461 009
Portugal	24 734 685	30 311 667	31 323 325
Romania	365 662 208	337 988 511	180 846 966
Sweden	87 680 037	90 630 638	81 775 588
Slovenia	5 109 525	4 946 954	4 324 236
Slovakia	9 193 290	12 878 189	9 699 582
Turkey	29 595 602	16 009 808	36 316 198
United Kingdom	326 536 121	313 677 437	302 587 754

V tabulce 2. jsou údaje o produkci průmyslového odpadu v EU. Každý rok se v EU vyprodukuje okolo 2,5 miliardy tun průmyslového odpadu. Největšími producenty jsou Německo, Francie, Rumunsko, Bulharsko. V České republice se vyprodukuje přes 20 milionů tun průmyslového odpadu za rok.

1.3 Komunální odpad

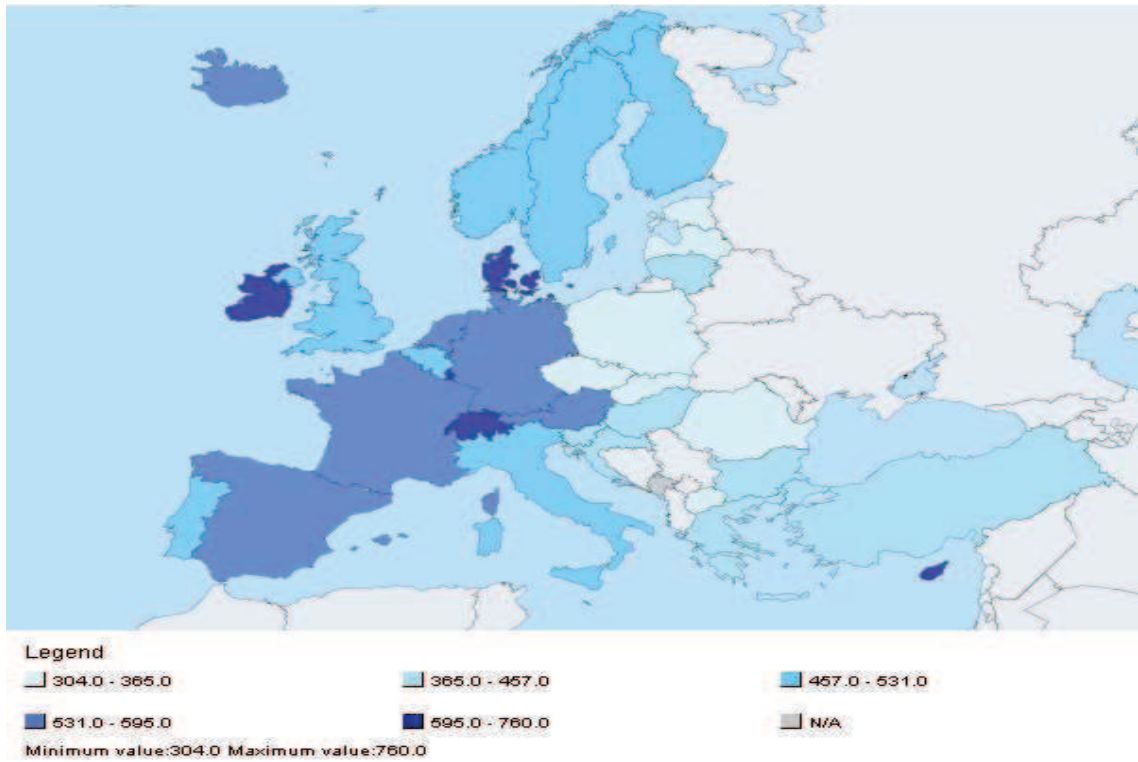
Komunální odpad je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.

V Evropské unii se průměrně produkuje okolo 250 tisíc tun komunálního odpadu ročně. V ČR pak okolo 3000 tun komunálního odpadu ročně. Z toho je energeticky využito jen 16%. Zbytek komunálních odpadů je recyklován, nebo končí na skládce odpadu. Vhodnou kombinací recyklace a energetického využití odpadu přispívají státy k dodávkám energií pro EU a zároveň snižují spotřebu fosilních paliv. [2]

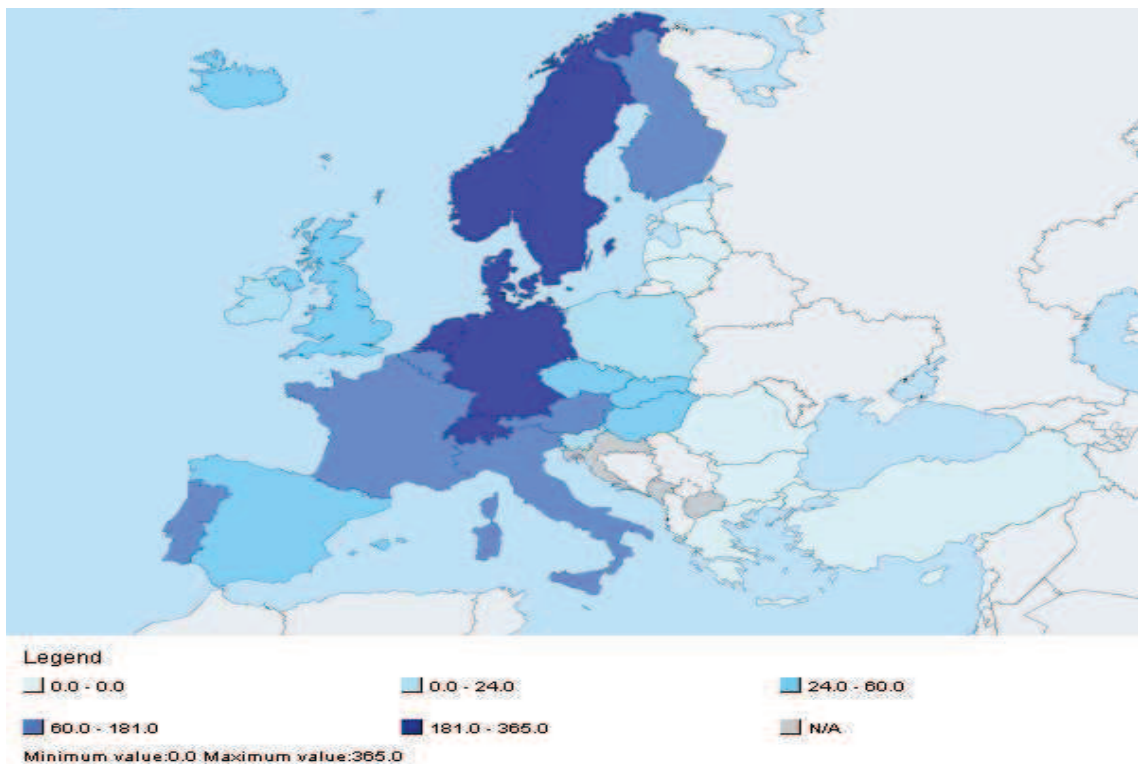


Graf 4. Nakládání s komunálními odpady v EU [3]
(Recycled-recyklováno, Incinerated-spalováno, Landfilled-skládkováno)

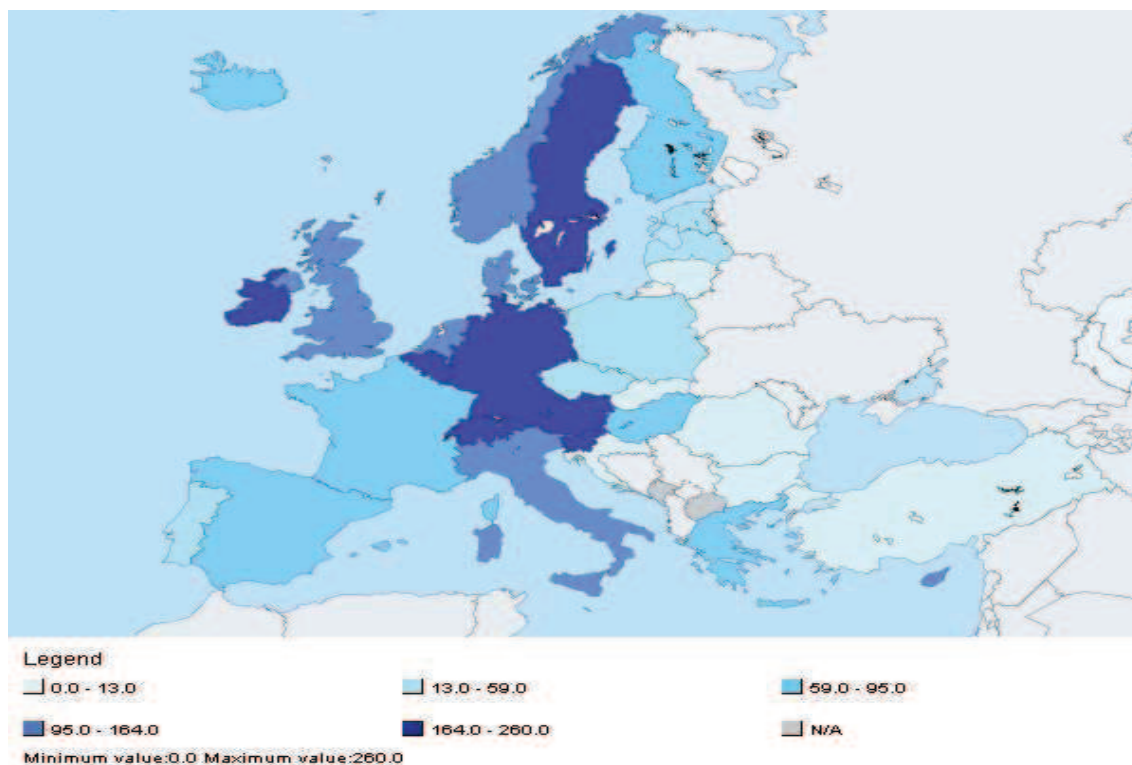
Graf 4. znázorňuje nakládání s komunálními odpady v EU za rok 2010. Z grafu je patrné, že nejméně závislé státy EU na skládkování jsou Německo, Nizozemsko, Švédsko, Rakousko, Dánsko a Belgie, kde se odpad v průměru z 50 % recykluje a z 30 % spaluje.



Obr. 1 Geografické rozložení podílu na produkci komunálního odpadu v EU [4]



Obr. 2 Geografické rozložení podílu na spalování komunálního odpadu v EU [4]



Obr. 3 Geografické rozložení podílu na recyklaci komunálního odpadu v EU [4]

Obrázek 1. znázorňuje geografickou situaci v EU v kontextu s produkcí komunálního odpadu na osobu v jednotlivých členských zemích. Dle mapy jsou největšími producenty komunálního odpadu Rakousko, Švýcarsko, Nizozemí, Dánsko a Irsko, které vyprodukují 595-760 kg/cap komunálního odpadu za rok. Nejmenšími producenty jsou Česká Republika, Slovensko, Polsko, Estonsko a Lotyšsko, které vyprodukují 304-365 kg/cap komunálního odpadu za rok.

Obrázek 2. znázorňuje geografickou situaci v EU v kontextu s podílem na spalování komunálního odpadu na osobu v jednotlivých členských zemích. Dle mapy mají největší podíl na spalování komunálního odpadu Německo, Švédsko a Finsko, které spalují 181-365 kg/cap vyprodukovaného komunálního odpadu za rok. Nejhorší situace je ve státech, jako Slovinsko, Chorvatsko a Srbsko, které nespalují žádný komunální odpad.

Obrázek 3. znázorňuje geografickou situaci v EU v kontextu s podílem na recyklaci komunálního odpadu v jednotlivých členských zemích. Dle mapy mají největší podíl na recyklaci komunálního odpadu Německo Finsko a Irsko, které recyklují 164-260 kg/cap komunálního odpadu. Nejméně se na recyklaci podílí Slovinsko, Chorvatsko, Srbsko, které recyklují pouze 0-13 kg/cap komunálního odpadu.

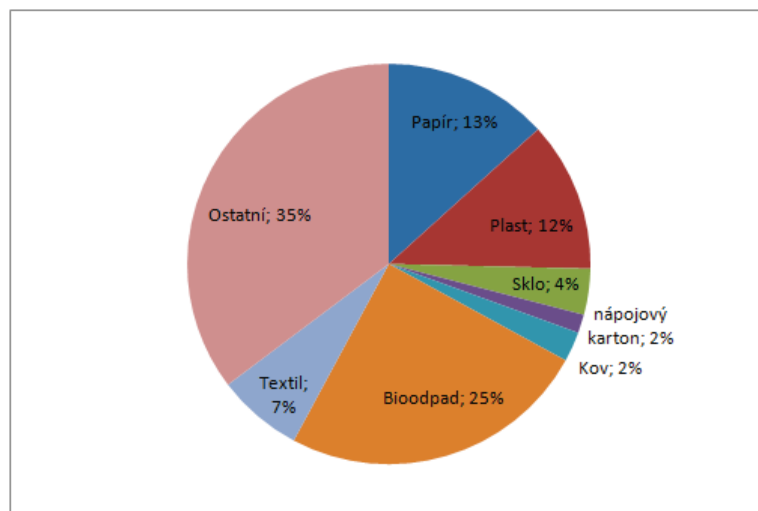
1.4 Složení komunálního odpadu

Zastoupení jednotlivých frakcí v domovním odpadu je ovlivněno různými faktory (velikost sídla, skladba obyvatel, způsob vytápění). Komunální odpad má velmi proměnlivé složení z hlediska obsahu (obalový materiál, lepenka, papír, textil, plasty, sklo, kovový odpad, zbytky potravin, listí, tráva, aj.), z hlediska vlhkosti a výhřevnosti jednotlivých složek odpadu. Pro energetické využívání odpadů však detailní skladba směsného komunálního odpadu není směrodatná.

Systém sběru a třídění komunálního odpadu mohou ovlivnit vlastnosti tohoto odpadu, při jeho využití ve spalovnách odpadu. Je otázkou souladu systému sběru a třídění odpadu s požadavky stávajících zařízení.

Díky různorodosti komunálního odpadu je samotný sběr a dokonalé třídění odpadu základem pro kvalitní spalování a pro maximální účinnost samotného spalovacího procesu ve spalovně odpadu.

Dokonalým tříděním odpadu je myšleno zbavování se nežádoucích příměsí do konečné spalovací směsi, tak aby výsledná směs byla co nejméně ekologicky zatížena, a aby z ní případně neunikaly vedlejší produkty, které se neslučují se samotným termickým procesem.[11]



Graf 5. Složení komunálního odpadu[5]

Graf 5. znázorňuje produkci komunálního odpadu z domácností, které využívají k vytápění plyn, elektřinu či centrální vytápění (79% obyvatel). Nejvíce zastoupenou položkou je bioodpad (25%), papír (13%), plast (12%). Ostatní odpad zahrnuje minerální odpad, nebezpečný odpad, jiný spalitelný odpad (dřevo), elektroodpad, aj.[5]

1.5 Nakládání s komunálním odpadem

Pro nakládání s komunálními odpady existuje několik přístupů zahrnující různé techniky využití odpadu. Patří mezi ně stále nejvíce rozšířené skládkování, které s sebou nese riziko vysoké zátěže na životní prostředí. Z legislativního hlediska daného směrnicí evropského společenství 1999/31/EC dochází k omezování podílu na skládkování a přednost dostává důsledná recyklace odpadu spojená se samotným předcházením vzniku odpadu a energetické využití odpadu. Se zvyšujícím se trendem produkce komunálního odpadu roste i poptávka po nových přístupech pro nakládání s odpadem. Energetické využití odpadu se jeví jako vhodná alternativa pro konvenční metody nakládání s odpady. Riziko zátěže pro prostředí je minimalizováno dokonalejšími metodami filtrace emisí unikajících do ovzduší, proto se energetické využití odpadu stává důležitým prvkem v hierarchii nakládání s odpady.

1.5.1 Skládkování

Skládkování má za úkol separaci komunálních odpadů od okolního prostředí a zachycuje škodlivé látky v nich obsažených. K tomuto úkolu slouží skládky odpadu, které představují v systému odpadního hospodářství poslední variantu nakládání s odpady. Jedná se o zařízení, které jsou určeny pro ukládání komunálních, ostatních i nebezpečných odpadů. Tyto skládky jsou řádně zabezpečené, odpovídají všem stanoveným kritériím a právním předpisům, jsou schváleny procesem integrovaného řízení a jejich bezpečnost je sledována monitoringem. Skládkování je stále nejužívanějším prostředkem zpracování odpadu, přesto jde o účelné plýtvání potenciálními surovinami.

Životnost skládek se pohybuje okolo 25 let, ale důkladnou recyklací a snížením spotřeby odpadu, se dá životnost skládek výrazně zvýšit. Skládku je nutno po ukončení životnosti uzavřít a rekultivovat. Rekultivací se míní srovnání povrchu, plynová drenáž a zatěsnění, překrytí zeminou a vrstvou humusu a nakonec dojde k osázení trávou, křovinami či stromy. Provozovatel skládky musí zajistit i monitorování uzavřené skládky a celkově i ni pečovat nejméně 30 let. Tyto opatření zvyšují náklady spojené s provozem skládek odpadu.[10]

1.5.2 Recyklace odpadu

Recyklace je výraz pro nakládání s odpadem, které vede k opětovnému využití. Recyklace umožňuje šetřit obnovitelné i neobnovitelné zdroje a výrazně omezuje zátěž životního prostředí.

Recyklace komunálního odpadu hraje důležitou roli při nakládání s odpady a má výrazný vliv na snižování množství odpadu ukládaného na skládky. Odpadní politika EU

dává přednost právě recyklaci a předcházení vzniku odpadu, před skládkováním a energetickým využitím odpadu. Vhodnou kombinací metod pro zpracování komunálního odpadu lze účinně zamezit plýtvání potenciálními zdroji energie.

1.5.3 Energetické využití odpadu

Očekává se, že v Evropě se za 10 až 15 let rozšíří odvětví spalování, neboť se hledají alternativy nakládání s odpady odkloněné od skládkování uplatňováním Směrnice o skládkách a jak tradiční, tak i nové členské státy zkoumají a implementují své strategie nakládání s odpady ve světle této legislativy. [11]

Technologie pro spalování odpadu existují už od konce 19. století. První spalovny odpadu pracovaly na systému tvořeném pouze spalovací komorou. Druhá generace přinesla technologie pro využití odpadního tepla vznikajícího při spalování. Třetí generace spaloven (1970), řeší separaci škodlivých částí a jejich filtraci. Dochází k výraznému snížení emisí škodlivých látek. V 80. letech 20. století přichází čtvrtá generace spaloven odpadu, která s sebou přináší dokonalejší filtrační metody a technologie, mezi něž patří De-diox a de-nox systémy pro čištění dioxinů a v současnosti nastupuje pátá generace spaloven odpadu.[7]

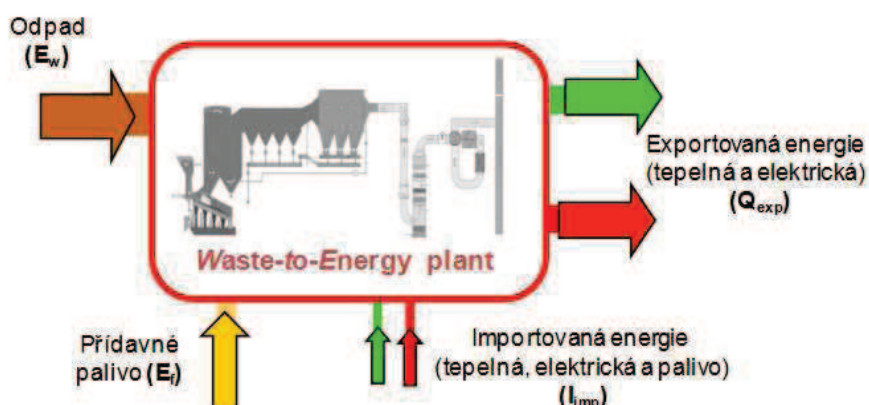
Hlavní snahou a předpokladem moderního odpadového hospodářství, vedle předcházení vzniku odpadů a snížení množství odpadů ukládaných na skládky, je využití surovin a energie z odpadů. V této souvislosti je důležité specifikovat tzv. energetický potenciál odpadů, v tomto případě komunálních odpadů. V současné době, při uvažované průměrné výhřevnosti směšného komunálního odpadu asi 10 MJ/kg a při skutečném ročním spálení asi 360 tis. tun SKO, získáváme pouze asi 3,6 mil. GJ energie. Podle známých bilancí a přehledů o současném nakládání s odpady a v návaznosti na strategii vývoje odpadového hospodářství se konstatuje, že v roce 2020 bude nutno u nás provozovat zařízení k energetickému využívání odpadů o celkové roční zpracovatelské kapacitě 2,0 mil. tun směšného komunálního odpadu (SKO). Při uvedené průměrné výhřevnosti směšného komunálního odpadu, získáme při energetickém využití tohoto množství minimálně 20 mil. GJ energetického potenciálu (energie) za rok. [7]

Využití odpadního tepla ze spaloven komunálních a průmyslových odpadů je způsob napomáhající řešit aktuální environmentální problémy. Dalšími způsoby mohou být snižování energetické náročnosti procesů, zvyšování účinnosti energetického využití odpadů zaváděním kogenerace, aj. Termické zpracování odpadů (WTE) se řadí mezi zdroje obnovitelné energie. To znamená, že odpad se nejednou nejeví jako problém, který je třeba odstranit, ale využitelným zdrojem energie. V řadě států EU je energie z WTE systému považována za obnovitelnou, která je podporována evropskou směrnicí 2009/28/EC. Současným úkolem projekčních institucí je navrhnout takové technologie,

kteřé budou co nejméně zatěžovat životní prostředí. Spotřeba a využití energie resp. vstupující a vystupující proudy energie můžeme sledovat na obrázku 2. [7], [8]

Hlavním účelem energetického využití komunálního odpadu je [9]:

- Snížení objemu odpadu (asi na 10 až 30 % původního objemu)
- Využití kalorického obsahu odpadu (Výhřevnost komunálního odpadu je 4 až 11 MJ/kg, výhřevnost průmyslového odpadu je cca 15 až 30 MJ/kg)
- Zabránění pronikání znečišťujících látek do životního prostředí (do spodních vod, likvidace choroboplodných zárodků, atd.)
- Nejčistší zdroj energie je získáván právě termicko-oxidačním procesem.
- Eliminace emisí skleníkových plynů. Energetické využívání odpadů je z hlediska životního prostředí z větší části neutrální ve vztahu k oxidu uhličitému, který vznikne oxidací organického uhlíku



Obr. 4. Energetické bilanční schéma [8]



Obr. 5. Netradiční architektura spalovny odpadu v Gästads, Švédsko [27]

2 Legislativa odpadního hospodářství

Pro efektivní řízení a dohled nad nakládáním s odpady byly zřízeny legislativní směrnice a nařízení, které upravují právní stránku pro nakládání s odpady. Určují jasná pravidla odpadní politiky jednotlivých členských států a udávají směr vývoje odpadního hospodářství pro zachování trvale udržitelného rozvoje.

2.1 Přehled legislativy upravující nakládání s odpady v EU

Hospodaření s odpady se v EU řídí následujícími směrnicemi Evropského parlamentu a Rady, které ustanovují základní odpadní politiku EU. Členské státy jsou povinny respektovat nařízení Evropského parlamentu a jsou povinny implementovat je do vlastní legislativy.

- *Směrnice 89/369/EHS, o předcházení znečišťování ovzduší z nových spaloven komunálního odpadu.*
- *Směrnice 89/429/EHS o předcházení znečišťování ovzduší pro stávající spalovny komunálního odpadu.*
- *Směrnice 94/67/EC o spalování nebezpečného odpadu.*
- *Směrnice 1999/31/ES o skládkách odpadů.*
- *Směrnice 2000/76/EC o spalování odpadu.*
- *Směrnice 2008/98/ES o odpadech.*
- *Směrnice 75/442/ES o odpadech.*
- *Směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů.*

2.1.1 Směrnice 75/442/ES o odpadech[12]

V roce 1975 přijal Evropský parlament směrnici o odpadech. Tato směrnice vytváří právní rámec pro zpracování odpadů v rámci Společenství. Jejím cílem je chránit životní prostředí a lidské zdraví předcházením škodlivým účinkům vzniku odpadů a nakládání s nimi. V roce 2008 byla nahrazena rámcovou směrnicí 2008/98/ES o odpadech, která je v mnoha ohledech komplexnější a udává jasný směr odpadního hospodářství členských států.

2.1.2 Směrnice 2008/98/ES o odpadech[13]

V roce 2008 přijal Evropský parlament novou rámcovou směrnicí o odpadech 2008/98/ES. Členské státy jsou povinny implementovat obsah této směrnice do své národní legislativy do 24 měsíců, od data jejího vydání.

V této směrnici jsou zahrnuty základní principy nakládání s odpady v EU. Recyklace odpadů, snaha, o co nejnižší produkci odpadů. Principem se stává, že každý členský stát se o své odpady stará sám.

Směrnice také zavádí **hierarchii nakládání s odpady**. Všechny členské státy jsou povinny se postarat, aby docházelo k využívání odpadů, z hlediska recyklace na jiné výrobky, nebo k výrobě energie. Pokud nelze odpad dále využít, je bezpečným způsobem odstraněn.

Cílem nové směrnice je přispět k vytvoření „recyklační společnosti“ v Evropě. Poprvé jsou v rámcové směrnici stanoveny konkrétní recyklační cíle:

- Do roku **2020** musí každý členský stát recyklovat **50% odpadů** vzniklých v domácnostech a jim podobných a 70 % stavebních a demoličních odpadů.
- Do roku **2015** musí každý členský stát zavést **separaci** minimálně skla, papíru, kovů a plastů

Členské státy jsou povinny zřídit integrovanou a odpovídající síť zařízení na odstraňování odpadů a zařízení na využívání směsného komunálního odpadu z domácností. Evropská unie jako celek musí být soběstačná sítí svých zařízení, přičemž jednotlivé státy mohou dosáhnout daných cílů samostatně s ohledem na jejich geografické podmínky. Odpady musí být odstraňovány nebo využívány v jednom z nejbližších zařízení, pomocí nejvhodnější metody a technologie.

Směrnice stanovuje podmínky pro reporting o plnění plánu odpadového hospodářství každého členského státu a programu prevence vzniku odpadů. Tyto reporty budou mít formu dotazníku, a první z nich bude zaměřena na implementaci nové směrnice v členském státu. Budou posuzovány programy prevence, plnění cílů a indikátorů, odpovědnost výrobce pro vybrané druhy produktů, cíle a opatření pro recyklaci, materiálové a energetické využití, aj.

2.1.3 Směrnice 2009/28/ES o podpoře a využívání obnovitelných zdrojů[14]

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o následném rušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES, stanovuje rámec pro dosažení cíle 20% podílu obnovitelných zdrojů energie na konečné spotřebě energie EU do roku 2020. Cíl je rozdělen mezi jednotlivé členské státy s tím, že podíl v jednotlivých sektorech (elektřina, vytápění a chlazení) si každý členský stát stanoví sám. Výjimkou je sektor dopravy, pro který je stanoven cíl 10% podílu obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energie do roku 2020. Směrnice také definuje kritéria udržitelnosti biopaliv.

2.2 Přehled legislativy upravující nakládání s odpady v ČR

Hospodaření s odpady se v ČR řídí následujícími zákony, nařízeními vlády a vyhláškami, které představují komplexní legislativní přehled o odpadním hospodářství na území ČR.

Pro oblast odpadního hospodářství se uplatňují především tyto zákony:

- *Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí.*
- *Zákon č. 393/2007 Sb., úplné znění zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.*
- *Zákon č. 137/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů).*
- *Zákon č. 154/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.*
- *Zákon č. 172/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů*

Pro oblast odpadního hospodářství se uplatňují především tyto nařízení vlády:

- *Nářízení vlády č. 473/2009 Sb., o Plánu odpadového hospodářství ČR*
- *Nářízení vlády č. 206/2006 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 354/2002 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek pro spalování odpadu.*
- *Nářízení vlády č. 146/2007 Sb., o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťující ovzduší*

Pro oblast odpadního hospodářství se uplatňují především tyto nařízení vlády:

- *Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů.*
- *Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.*
- *Vyhláška č. 205/2009 Sb., o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.*
- *Vyhláška č. 344/2009 Sb., o podrobnostech způsobu určení elektřiny z vysoko účinné kombinované výroby elektřiny a tepla založené na poptávce po užitečném teple a určení elektřiny z druhotných energetických zdroj.*

2.2.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech [15]

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů zpracovává příslušné předpisy EU a upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje.

Zákon popisuje zařazování odpadů a hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, ukládá povinnosti při nakládání s odpady, popisuje plány odpadního hospodářství, stanovuje poplatky za uložení odpadů, sankce vyplývající z nedodržování zásad stanovených v zákoně. Dále zákon stanovuje, jakými způsoby bude odpad využíván a odstraňován a předkládá cíle pro předcházení vzniku odpadů.

2.2.2 Zákon č. 154/2010 Sb., o odpadech[16],[17]

Euronovela zákona o odpadech č.154/2010 Sb. ze dne 21. dubna 2010 zásadním způsobem změnila dosavadní zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., do kterého doplňuje pravidla vyplývající z nové rámcové směrnice o odpadech (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2008/98/ES).

Euronovela předpokládá vybudování *Centrálního informačního systému odpadového hospodářství*, který by měl poskytnout přehled o produkci odpadů a způsobech nakládání s nimi, souhlasech k provozování zařízení, dopravních odpadů, skladech nebezpečných odpadů, stavu finanční rezervy a volné kapacity skládek nebo přeshraniční přepravě odpadů.

Zásadní legislativní změny, jež s sebou přinesla Euronovela zákona o odpadech jsou uvedeny níže:

- **Pojem odpad (§3)** byl doplněn o pojem **vedlejší produkt**:

Movitá věc, která vznikla při výrobě, jejímž prvotním cílem není výroba nebo získání této věci, se nestává odpadem, ale je vedlejším produktem, pokud vzniká jako nedílná součást výroby, její další využití je zajištěno a nepovede k nepříznivým účinkům na životní prostředí nebo lidské zdraví.

- **Hierarchie způsobů nakládání s odpady (§9a)**

Prioritou se stává prevence vzniku odpadů, následně příprava k opětovnému použití, recyklace odpadů, jiné využití (spalování odpadu spojené s výrobou energie) a na posledním místě odstranění odpadů (skládkování, spalování).

- **Prevence vzniku odpadů:**

Dle rámcové směrnice je kladen důraz zejména na prevenci vzniku odpadů a na efektivní využívání odpadu, jako zdroje surovin a energií. Do zákona jsou proto doplněny podmínky, při jejichž splnění bude možno odpady klasifikovat jako výrobky. Ty se pak budou moci dále využívat, aniž by tím bylo poškozeno životní prostředí, nebo zdraví lidí.

Euronovela zavádí povinnost státu zpracovat tzv. *Programy předcházení vzniku odpadů*, které musí obsahovat konkrétní opatření a cíle. Stanou se součástí *Plánu odpadového hospodářství ČR*. Takovým opatřením je například zařazování environmentálních kritérií do příslušných výzev v rámci procesu zadávání veřejných zakázek. Tyto programy musí být podle směrnice přijaty do roku 2013.

- **Nově zavedené definice (§ 4):**

Nebezpečný odpad – mezi nebezpečnými vlastnostmi odpadu je nově uvedena také **senzibilita**

Odpad podobný komunálnímu odpadu – veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání uvedený jako komunální odpad v Katalogu odpadů. Definice odpadu podobného komunálnímu odpadu se zavádí z potřeby odlišit jednoznačně komunální odpad původem z obcí a odpad od ostatních původců, na které se nevztahují povinnosti obcí. Toto rozlišení bude podkladem i pro upřesnění statistik v oblasti nakládání s odpady.

Opětovné použití – postupy, kterými jsou výrobky nebo jejich části, které nejsou odpadem, znovu použity ke stejnému účelu, ke kterému byly původně určeny.

- **Energetické využití odpadů (§ 23):**

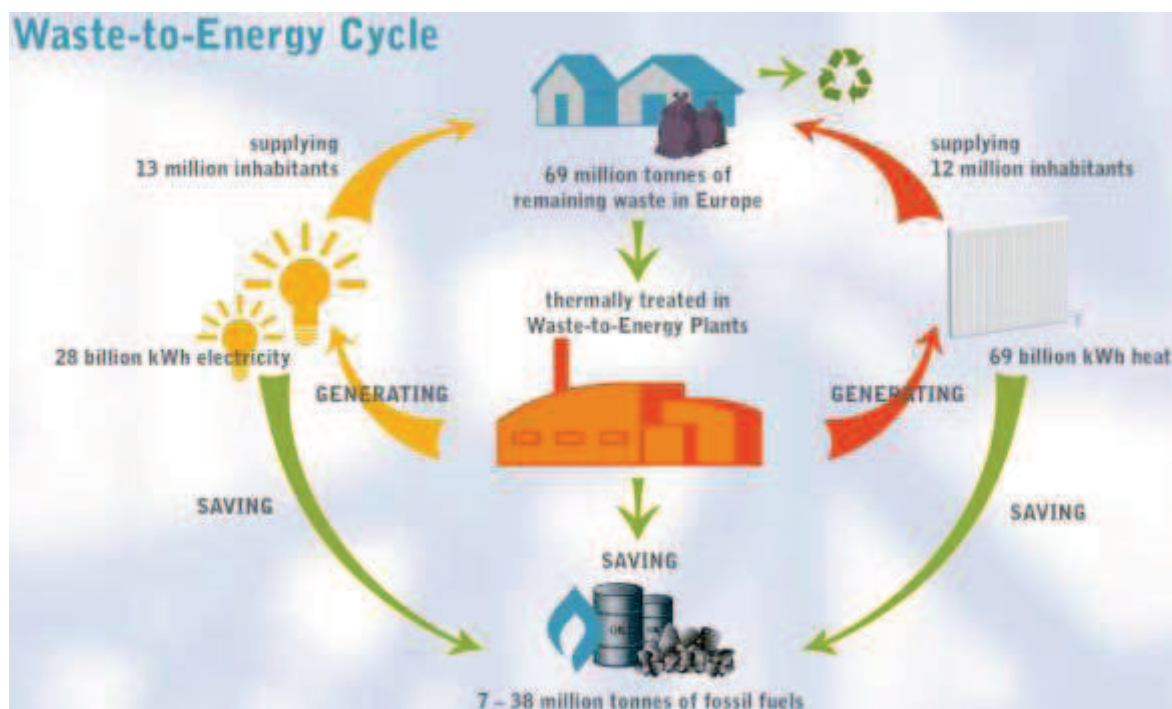
Pokud spalovna komunálního odpadu dosahuje určité hodnoty účinnosti (hodnoty uvedeny v příloze č. 12 zákona o odpadech), tak se nebude jednat o odstraňování komunálního odpadu, ale o jeho využití podle kódu R1. Energetická účinnost se počítá z ročního množství vyrobené energie, vstupu paliv a množství energie v odpadech.

3 Energetické využití odpadu v EU [22], [23]

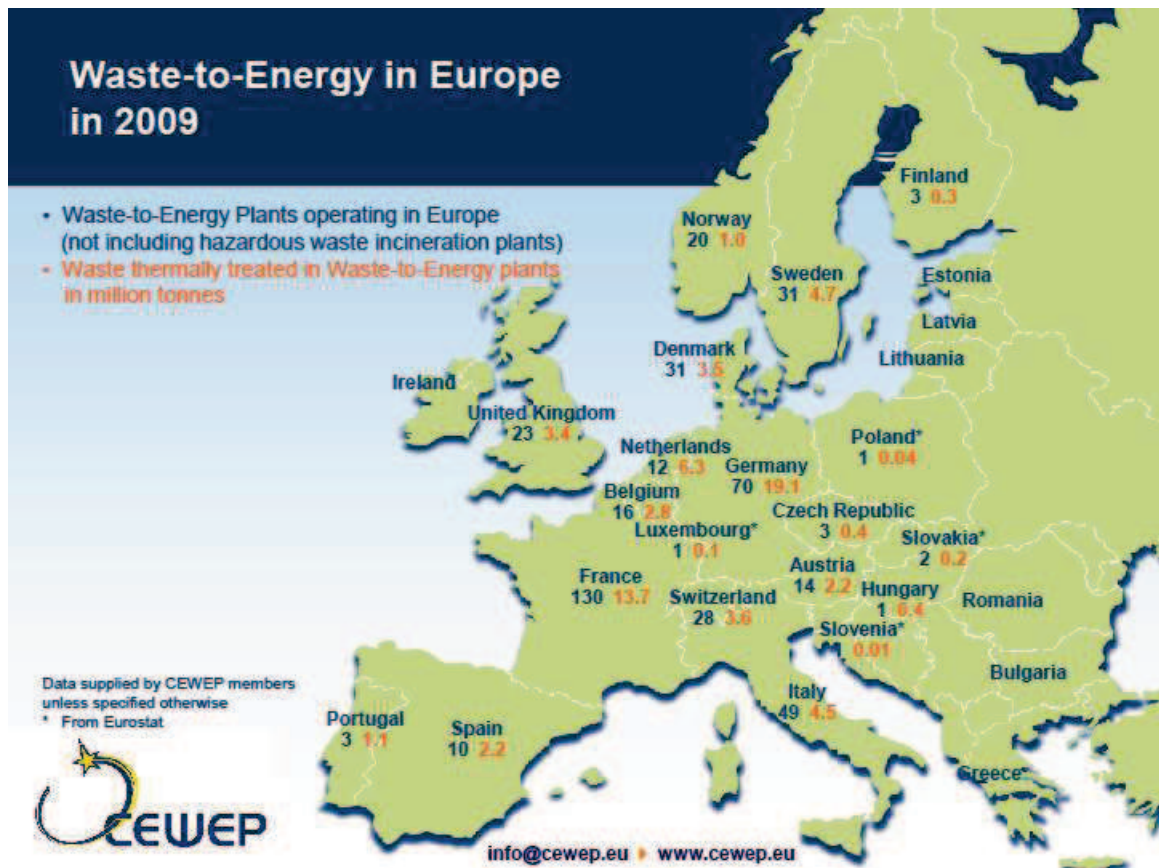
V zemích EU je registrováno 444 spaloven komunálního odpadu. Z toho 363 je sdruženo pod hlavičkou Konfederace evropských spaloven odpadu CEWEP (Confederation of European Waste-to-Energy Plants). Dalších 60 až 80 se připravuje, nebo je ve výstavbě. V roce 2008 bylo energetickým využitím odpadu vyprodukováno 28 TWh elektrické energie, která byla využita pro zásobování 13 milionů domácností. Dále bylo vyprodukováno 210 PJ tepla, které zajistilo zásobování 12 milionů domácností.

Celá Evropa má stále potenciál k navýšení množství energeticky využitého odpadu. I při sympatickém zastoupení recyklace a kompostování (42%) a spalování (20%) je tu stále ještě 100 milionů tun (38%) odpadů členských států, které se ukládají na velkokapacitní skládky. Dobudováním nových zařízení na energetické využití odpadů by se do roku 2016 mohla zvýšit kapacita o 15 milionů tun.

Primárním úkolem spaloven je využití pevného komunálního odpadu. V otázce energetické efektivity však CEWEP naráží na legislativní stanovisko EU. Podle rámcové směrnice o odpadech č. 38, by totiž spalovny stávající i do budoucna plánované, měly splňovat požadavek energetické účinnosti R1. Pro spalovny vybudované před rokem 2008 činí 0,60, pro spalovny budované v následujících letech má hodnotu 0,65. Podle auditu CEWEP 169 spaloven tuto normu splňuje, zatímco u ostatních buď chybějí data, nebo požadavku nevyhovují.



Obr. 6. Energetický cyklus EVO v EU [25]



Obr. 7. Procentuální podíl na spalování odpadu v EU [23]

3.1 Německo

Německo produkuje 48 milionů tun komunálního odpadu, který byl z 62% recyklován a z 38% energeticky využíván. Podíl Německa na energetickém využití odpadu v EU je 19%.

Německo disponuje 68 zařízeními na energetické využití odpadu, o celkové kapacitě 19 milionů tun komunálního odpadu ročně, které jsou pod správou koncernu ITAD.

Provozovaná zařízení mají různou zpracovatelskou kapacitu, cca 50% zařízení má roční zpracovatelskou kapacitu okolo 400 – 500 tisíc tun odpadu a 50 % zařízení disponuje roční zpracovatelskou kapacitou okolo 200 – 300 tisíc tun odpadu. V roce 2009 bylo v Německu pomocí energetického využití odpadu vyprodukováno 7,6 TWh elektrické energie a 50,9 PJ tepla.

Asi 60% zařízení provozovaných na území Německa jsou pod správou soukromých společností, které se starají o zpracování vznikajícího odpadu. 40% provozovaných zařízení vlastní obce, nebo správní celky.

Největší zařízení na energetické využití odpadu bylo vybudováno v roce 2011 a je součástí komplexu Industriepark Höchstve spolkové zemi Hesensko. Instalovaný výkon tohoto zařízení je 70 MW.

3.2 Francie

Francie produkuje okolo 31 milionů tun komunálního odpadu, který je z 35% recyklován, z 31% skládkován a z 34% energeticky využíván. Podíl Francie na energetickém využití odpadu v EU je 13,7%.

Francie disponuje 132 zařízeními na energetické využití odpadu, s celkovou kapacitou 13 milionů tun komunálního odpadu, které provozuje konsorcium SVDU a společnost Séchéenvironnement.

Provozovaná zařízení mají různou roční zpracovatelskou kapacitu, cca 20 % zařízení má roční zpracovatelskou kapacitu okolo 175 – 200 tisíc tun odpadu, zbylá zařízení mají roční zpracovatelskou kapacitu okolo 100 – 150 tisíc tun odpadu. V roce 2009 bylo ve Francii pomocí energetického využití komunálního odpadu vyprodukováno 3,5 TWh elektrické energie a 23,6 PJ tepla.

Celkem asi 70% zařízení spadá pod soukromé provozovatele, zbylých 30% vlastní města, nebo správní celky.

Jedním z největších zařízení na energetické využití odpadu je Ivry Paris XIII v Paříži. Zařízení bylo uvedeno do provozu v roce 1969 a disponuje výkonem 63 MW.

3.3 Holandsko

Holandsko produkuje 10,4 milionů tun komunálního odpadu, který je z 61% recyklován a z 39 % energeticky využíván. Podíl Holandska na energetickém využití odpadu v EU je 6,3%.

Holandsko disponuje 12 zařízeními na energetické využití odpadu, s celkovou kapacitou 5,8 milionů tun komunálního odpadu, které provozuje konsorcium VA Vereniging Afvalbedrijven.

Provozovaná zařízení mají roční zpracovatelskou kapacitu okolo 35 – 230 tisíc tun odpadu. V roce 2009 bylo v Holandsku pomocí energetického využití komunálního odpadu vyprodukováno 2,9 TWh elektrické energie a 10,3 PJ tepla.

Téměř všechna zařízení jsou ve vlastnictví soukromých investorů pouze jedno zařízení patří městu Amsterdam.

Největší zařízení na energetické využití odpadu je AVR Rozenburg s instalovaným výkonem 54,7 MW.

3.4 Rakousko

Rakousko vyprodukuje 2,6 milionů tun komunálního odpadu, který je z 70% recyklován a z 30% energeticky využíván. Podíl Rakouska na energetickém využití odpadu v EU je 2,3%.

Rakousko disponuje 11 zařízeními na energetické využití odpadu, s celkovou kapacitou 780 tisíc tun komunálního odpadu, které spadají pod konsorcium KRV a společnost FernwärmeWienGesellschaftm.b.H. Data o produkci elektrické energie a tepla nejsou k dispozici.

Celkem asi 75% zařízení spadá pod soukromé provozovatele, zbylých 25% vlastní města, nebo správní celky.

Největším zařízením na energetické využití odpadu je Zwentendorf/Dürnrohr s instalovaným výkonem 120 MW.

3.5 Švýcarsko

Švýcarsko vyprodukuje okolo 5,8 milionů tun komunálního odpadu, který je z 45% recyklován a z 55% energeticky využíván. Podíl Švýcarska na energetickém využití odpadu v EU je 3,6%.

Od 1. ledna 2000 je ve Švýcarsku zákonem zakázáno skládkování komunálního odpadu. Všechny komunální odpady jsou materiálově, nebo energeticky využity.

Švýcarsko disponuje 28 zařízeními na energetické využití odpadu, s celkovou kapacitou 3,6 milionů tun komunálního odpadu, které provozuje konsorcium VBSA.

Provozovaná zařízení mají různou roční zpracovatelskou kapacitu, cca 20% zařízení má roční zpracovatelskou kapacitu okolo 200 – 230 tisíc tun odpadu, 80% zařízení mají roční zpracovatelskou kapacitu okolo 35 – 100 tisíc tun odpadu. V roce 2009 bylo pomocí energetického využití komunálního odpadu vyprodukováno 1,8 TWh elektrické energie a 11,7 PJ tepla.

Všechna zařízení jsou ve vlastnictví soukromých investorů a jsou strategicky rozmístěna tak, aby bylo minimálně jedno zařízení v každém správním celku (kantonu).

Největším zařízením na energetické využití odpadu ve Švýcarsku je KVA Forsthaus West s instalovaným výkonem 73 MW.

3.6 Belgie

Belgie vyprodukuje okolo 5,8 milionů tun komunálního odpadu, který je z 62% recyklován a z 37% energeticky využíván. Podíl Belgie na energetickém využití odpadu v EU je 2,8%.

Belgie disponuje 16 zařízeními na energetické využití odpadu, s celkovou kapacitou 2,8 milionů tun komunálního odpadu, které spadají pod konsorcium BW2E BelgianWaste-to-energy.

Provozovaná zařízení mají různou roční zpracovatelskou kapacitu, cca 40% zařízení má roční zpracovatelskou kapacitu okolo 11 – 87 tisíc tun odpadu, 80% zařízení mají roční zpracovatelskou kapacitu okolo 90 – 310 tisíc tun odpadu. V roce 2009 bylo pomocí energetického využití odpadu vyprodukováno 1,4 TWh elektrické energie a 4,5 PJ tepla.

Celkem asi 80% zařízení spadá pod soukromé provozovatele, zbylých 20% vlastní města, nebo správní celky.

Největším zařízením na energetické využití odpadu v Belgii je Doel-Bevren s instalovaným výkonem 3,3 MW, 18MW a 34MW.

3.7 Dánsko

Dánsko vyprodukuje okolo 15,2 milionů tun komunálního odpadu, který je z 42% recyklován a z 54% spalován. Podíl Dánska na energetickém využití odpadu v EU je 3,5%.

Dánsko disponuje 31 zařízeními na energetické využití odpadu, s celkovou spotřebou 3,6 milionů tun komunálního odpadu, které provozuje konsorcium Reno-Sam.

Provozovaná zařízení mají různou roční zpracovatelskou kapacitu, cca 50% zařízení má roční zpracovatelskou kapacitu okolo 26 – 70 tisíc tun odpadu, 50% zařízení mají roční zpracovatelskou kapacitu okolo 87 – 200 tisíc tun odpadu. V roce 2009 bylo pomocí energetického využití komunálního odpadu vyprodukováno 1,9 TWh elektrické energie a 25,3 PJ tepla.

Celkem asi 50% zařízení spadá pod soukromé provozovatele, zbylých 50% vlastní města, nebo správní celky.

Největším zařízením na energetické využití odpadu je Vestforbrænding s instalovaným výkonem 17MW, 20MW.

4 Energetické využití odpadu v ČR [6]

V současných podmínkách ČR je energetické využívání odpadů ekonomicky znevýhodňováno vzhledem ke stále levnému skládkování. Původce odpadů je motivován k ekonomicky jiným způsobům využívání nebo odstraňování odpadů, v našich podmínkách zejména ke skládkování. Vliv na ekonomické parametry budoucího zařízení mají také lokální podmínky provozu, tj. především zdroje vhodných odpadů pro zajištění dlouhodobého a efektivního provozu zařízení, poptávka po výstupech a rovněž ekonomická náročnost celého systému pro občana a podnikatele. Dlouhodobá ekonomická udržitelnost zařízení na energetické využívání odpadů v ČR bude nemyslitelná bez jasného strategického rozhodnutí státu vytvořit pro jejich rozvoj dlouhodobě stabilní podmínky. To souvisí především se změnou poplatků za skládkování, podporou zamýšlených investic z veřejných zdrojů a dalším zvýhodněním např. formou zařazení těchto zařízení do podporovaných zdrojů energie. Rozšířené teze odpadového hospodářství zpracované Ministerstvem životního prostředí sice předpokládají postupný nárůst sazby poplatků a zavedení tzv. kompenzačního poplatku za odstraňování odpadů, ale změny nastanou spíše ve střednědobém horizontu (cílovým rokem je rok 2016).

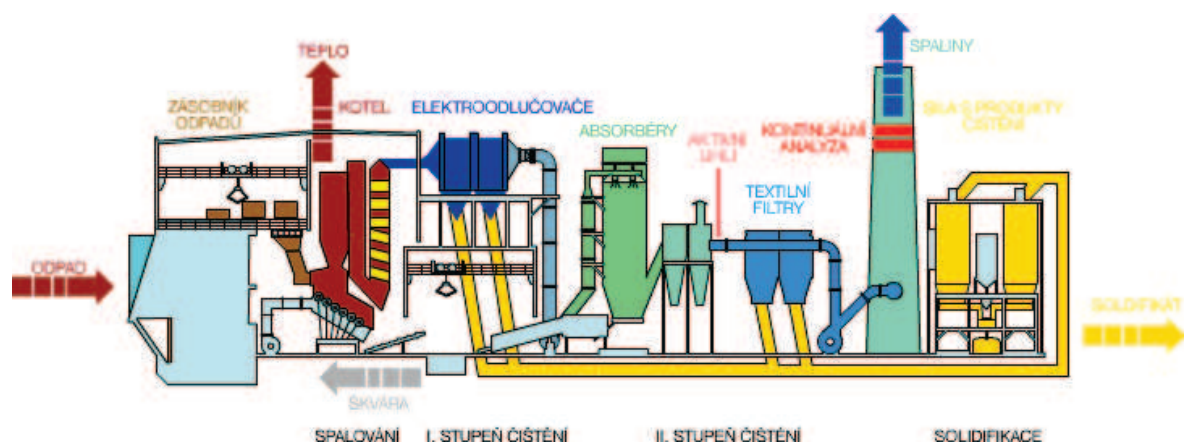
Nařízením vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství ČR (dále jen „POH ČR“) bylo od roku 2003 do poloviny roku 2010 prakticky nemožné postavit v České republice zařízení na energetické využívání odpadů. Politikou MŽP bylo „**nepodporovat výstavbu nových spaloven komunálního odpadu ze státních prostředků**“. POH ČR způsobil, že nebylo možné až do závěru roku 2009 využít prostředky z evropských fondů, ze kterých mohla a mohou být zařízení spolufinancovaná. MŽP teprve v závěru roku 2009 odstranilo uvedenou překážku novelou nařízení vlády o POH ČR, vydanou pod č. 473/2009 Sb. Dlouhodobé negativní postoje MŽP k energetickému využívání odpadů významně ovlivnily postoje a názory lokální veřejné správy. Izolovanost některých politiků od důsledků svých rozhodnutí, ochrana osobních zájmů a pozic, neporozumění stavu a neochota akceptovat odborné argumenty jsou nejčastějšími překážkami pro změnu současného stavu. Je však skutečností, že se situace v této oblasti i v úrovni lokální a krajské zlepšuje. Veřejná správa na všech stupních je v rozhodování vedena zákonem o odpadech, který stanovuje hierarchii nakládání s odpady. Je zjevné, že hierarchie způsobů nakládání s odpady nezohledňuje význam odpadů z hlediska jejich energetického potenciálu a odráží pouze environmentální hlediska problematiky.

4.1 SAKO Brno[8],[18]

SAKO Brno je nejstarší spalovna odpadu v ČR. Historie spalovny sahá, až do roku 1905, kdy bylo usnesením městského zastupitelstva v Brně rozhodnuto o zbudování městské spalovny odpadu. Byla to vůbec první spalovna odpadu Rakousko-Uherské monarchie, která již v té době využívala energetického potenciálu odpadu k výrobě elektrické energie a sloužila svému účelu až do roku 1941. V posledních dnech druhé světové války došlo k masivnímu bombardování Brna a spalovna včetně blízké plynárny a elektrárny byla zničena.

Obnova provozu spalovny přišla s novým investičním záměrem v roce 1977, stavební povolení bylo vydáno v roce 1984 a po pěti letech byla stavba dokončena. Postupem času spalovna procházela řadou inovací v návaznosti na zpříšňování emisních limitů. Od roku 2007 se realizuje nový projekt zásadní přestavby a modernizace spalovny, která již nevyhovovala moderním technickým požadavkům. Zásadní změnou bylo nainstalování dvou nových kotlů a moderního systému čištění spalin. Kapacita spalovny je asi 224 tisíc tun komunálního odpadu za rok. Spalovna je schopna pokrýt až 1/3 spotřeby tepla Brna.

Stavba byla řešena jako uzavřený ucelený komplex s prvním stupněm čištění spalin, tj. odloučení pevného úletu ze spalin na elektrostatických odlučovačích. Kotelna je osazena třemi kotli s válcovými rošty. Do objektu druhého stupně čištění jsou spaliny z kotlů přivedeny kouřovody a čištění probíhá ve dvou paralelních, na sobě nezávislých linkách polosuchou vápennou metodou.



Obr. 8 Schéma technologického procesu spalování a čištění spalin SAKO Brno a.s.

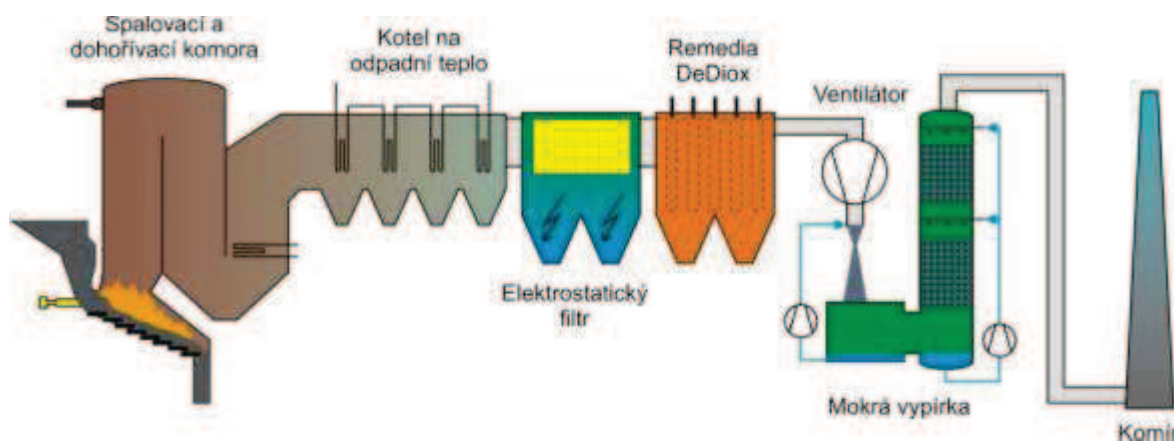
4.2 TERMIZO Liberec a.s.[8], [19]

Výstavba spalovny komunálního odpadu v Liberci byla zahájena v roce 1996. Stavbu spalovny financovala společnost TERMIZO a.s. Zařízení je společností TERMIZO a.s. provozováno od roku 1999.

Spalovna komunálního odpadu v Liberci je moderním zařízením pro energetické využití odpadů. Spalovna je vysoce účinný kogenerační zdroj. Za rok je schopna energeticky využít průměrně 93 tisíc tun odpadů. Z těchto odpadů vzniká teplo pro cca 15500 domácností (cca 698 TJ tepla). Spalovna je osazena turbínou vyrábějící energii pro chod celé spalovny a do veřejné sítě je schopna dodat 8,2 GWh, což je roční spotřeba cca 3800 domácností.

Spalovna je tvořena jednou technologickou linkou - při případné odstávce proto nezpracovává žádný odpad. Zařízení se dělí na tři základní části: první částí je termický blok, kde probíhá vlastní tepelný rozklad spalovaného materiálu, druhou je systém využití tepla, kde je tepelná energie předávána ze spalin do vody (respektive páry), částí třetí je blok čištění spalin.

V roce 2009 proběhla rekonstrukce systému primárních a sekundárních vzduchů, a byl opuštěn dnes již zastaralý systém chlazení bočnic spalovací komory. V prvním pololetí roku 2010 byla do provozu uvedena nová parní turbína o výkonu cca 1 MW. Úkolem této turbíny je teplo, které není především v letním období možné dodat do sítě CZT, zužítkovat na výrobu elektrické energie. Celosvětovým unikátem je materiálové využití plynného odpadu CO₂.

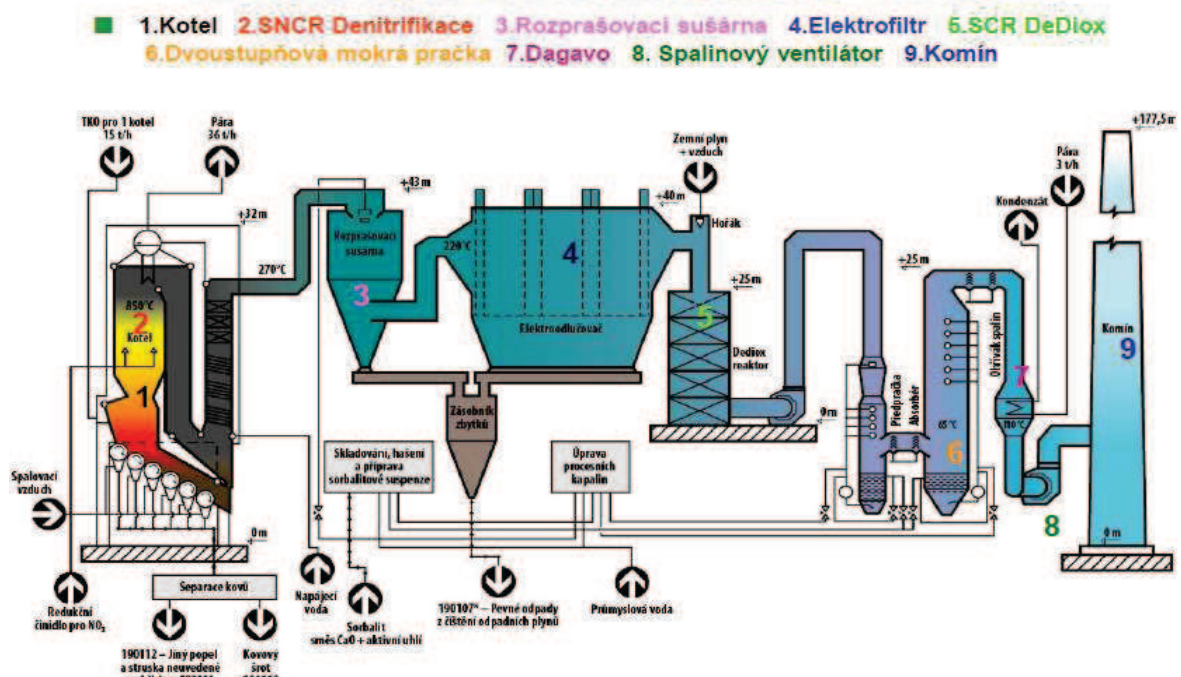


Obr. 9 Schéma technologického procesu spalování a čištění spalin TERMIZO Liberec a.s.

4.3 ZEVO, Praha-Malešice [20], [21]

Spalovna byla vybudována v roce 1998 a základem technologického zařízení pro spalování odpadu jsou čtyři kotle s válcovými rošty. Každý z nich umožňuje spálit až 15 tun odpadu za hodinu. V trvalém provozu mohou být maximálně 3 kotle, čtvrtý zůstává v záloze, jako studená rezerva. Každý z kotlů vyrobí za hodinu maximálně 36 tun páry o teplotě 235 °C a tlaku 1,37 MPa. V roce 2010 dokončila projekt kogenerace, který navýšil roční kapacitu energeticky využitelného odpadu na 310 tisíc tun. Ročně tak lze získat 1000 TJ tepla a 62 GWh elektrické energie. Součástí zařízení WTE je de-dioxinová technologie redukcující dioxiny a furany na 10 % předepsaný emisní limit realizována v roce 2007.

Technologické schéma ZEVO od r.2009



Obr. 10 Schéma technologického procesu spalování a čištění spalin ZEVO Malešice

5 Porovnání účinnosti podle faktoru R1 [24]

Tato účinnost porovnává energetickou účinnost spalovny s účinností průměrné konvenční elektrárny. Aby mohlo být zařízení na spalování odpadu klasifikováno, jako zařízení k recyklaci energie, musí tato hodnota dosahovat minimálně 0,6 pro spalovny v provozu do 1. ledna 2009 a 0,65 pro spalovny uvedené do provozu později.

Provedené výpočty poukazují na silnou korelaci mezi druhem získávané energie (tepelná, elektrická, kombinovaná), kapacitou spalovny a její geografickou polohou. Ne každá spalovna totiž může efektivně zásobovat vyrobenou energií své okolí. Spalovny vyrábějící teplo jsou v nevýhodě zejména v jižních oblastech. Řada spalovacích zařízení v jižní Evropě (do 100 000 tun) bez kogenerace nemá dostatečný odběr tepla, a nesplňuje tedy kritérium efektivity. Svou efektivitu mohou zvýšit například napojením na průmyslové celky nebo se musí zaměřit na produkci chladu (trigenerace). Naopak velká spalovací zařízení s kogenerací na severu Evropy normu R1 přesahují o 5-10 %. Obecně je tedy hodnota R1 ukazatelem, který nutí případné investory budovat spalovny pouze tam, kde je zajištěn odběr produkovaného tepla.

Energetická účinnost podle faktoru R1 je dána vztahem:

$$\text{Energetická účinnost} = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \times (E_w + E_f)}$$

- E_p vyjadřuje množství vyrobené energie pro komerční využití. Zastupuje jak elektrickou, tak tepelnou energii.

$$E_p = 1,1 \times E_t + 2,6 \times E_{el}$$

- E_f je energie dodávána formou podpurných paliv. Tato energie se také podílí na výrobě páry.

$$E_f = \sum m_{f,i} \times NCV_{f,i}$$

- E_w je energie obsažena ve spalovaném odpadu

$$E_w = m_w \times NCV_w$$

- E_i je další energie dodávána do systému. Do této energie se nezapočítává E_f ani E_w .

6 Přehled největších dodavatelů technologie

Evropská legislativa se k realizaci zařízení pro energetické využití odpadu staví veskrze pozitivně a intenzivně investuje prostředky nutné k rozšíření počtu zařízení. Díky tomuto kladnému přístupu došlo v rámci EU k rozšíření společností působících v oblasti energetického využití odpadu.

Společnosti specializující se na energetické poradenství, úzce spolupracují se společnostmi zabývající se projekcí a konstrukcí samotných zařízení a vytváří příznivé konkurenční prostředí mezi jednotlivými dodavateli, což má za následek neustálé zlepšování systémů kontroly a kvality jednotlivých dodavatelů a k celkovému zkvalitnění technologií spojených s využíváním odpadu. V následující kapitole je uveden stručný přehled největších dodavatelů technologií pro energetické využití odpadu v Evropě a ve světě.

6.1 Hitachi Zosen Inova

Tento koncern společností s bohatou minulostí je předním dodavatelem technologií pro energetické využití odpadu. S více než 400 instalovanými zařízeními na světě je tato společnost předním dodavatelem technologií pro energetické využití odpadu. V EU se společnost podílela na mnoha projektech v členských státech, jako Německo, Holandsko, Švýcarsko, Francie a ČR. V současné době společnost plánuje realizaci projektů ve Velké Británii, Norsku, Finsku, kde je vytvořen dostatečný potenciál pro EVO.

Mezi vybrané reference patří například kogenerační spalovna Alkmaar realizovaná v Holandsku pro soukromého investora s kapacitou 3 x 51,4 MW a 1 x 75 MW elektrické energie a 50 MW tepelné energie.

Za zmínku stojí například i malá kogenerační jednotka pro regionální využití realizovaná v roce 2005 ve městě Ludwigslust v Německu, disponující kapacitou 50000 tun odpadu ročně a produkující 16 MW tepelné energie.

Společnost také realizovala projekt zařízení na energetické využití odpadu v Roosendaalu v Holandsku. Projekt za 180 milionů euro byl spuštěn v roce 2011 a s kapacitou 291000 tun odpadu za rok vyrobí 124 MW tepelné energie.

6.2 Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc.

Babcock & Wilcox Power Generation Group zastřešuje více společností zabývajících se různými způsoby produkce energií, včetně energetického využití odpadu. Koncern nabízí komplexní dodávky zařízení včetně poradenství a následné údržby. Nabízí také individuální přístup k jednotlivým projektům z hlediska projekce jednotlivých technologických celků i celých zařízení. V EU má koncern široké zastoupení převážně v Německu, Francii, Holandsku a ve skandinávských zemích, kde bylo realizováno přes 50 zařízení pro energetické využití odpadu.

Mezi vybrané reference patří například kogenerační zařízení pro energetické využití odpadu v Sundsvallu ve Švédsku, realizované v roce 2007, disponující kapacitou 120 GW elektrické energie a 200 GW tepelné energie.

Koncern se také podílel na realizaci zařízení u města v Dánsku, které dodává do sítě 18 MW elektrické energie a 43 MW tepelné energie zásobující teplem nedaleké město Aalborg.

6.3 CNIM Group

Společnost CNIN Group působí na trhu s energiemi přes 80 let a je špičkou mezi společnostmi v oblasti energetického využití odpadu. Hlavní oblastí působnosti společnosti CNIM Group je navrhování, výroba a provozování závodů na zpracování odpadu, které používají neustále se vyvíjející technologie, splňující nejpřísnější standardy. Společnost CNIM Group nabízí komplexní řešení projektů s maximálním zaměřením na požadavky zadavatelů. Poskytuje také asistenční služby svým zákazníkům, řešení problému souvisejících s provozem, údržbou a s tím spojenými inovacemi technologie. Společnost CNIM Group stojí za realizací přes 240 zařízení po celém světě.

6.4 RAMBOLL

Společnost RAMBOLL je mezinárodně uznávaný specialista v oblasti energetického poradenství. Poskytuje poradenské služby v oblasti projekce, konstrukce a ve všech fázích přípravy a zpracování projektů. V průběhu let byla společnost odpovědná za výběrové řízení, vedení staveb a uvedení do provozu pro více než 70 zařízení EVO v EU i v 28 zemích po celém světě. V současnosti společnost spolupracuje na realizaci 35 zařízení v různých fázích po celé EU.

6.5 VINCI Environment UK Limited

VINCI Environment UK Limited je dceřinou společností vlastněnou koncernem VINCI Environment a VINCI PLC. Organizace je zodpovědná za inženýrské, dodavatelské a stavební práce v oblasti odpadního hospodářství. Nabízí komplexní řešení dodávek zařízení pro energetické využití odpadu a pro nakládání s odpady. Společnost se podílela na realizaci přes 100 různých zařízení nejen v EU.

6.6 Austrian Energy & Environment AG & Co KG

Společnost Austrian Energy & Environment AG & Co KG je mezinárodní dodavatel pro tepelné energie a techniku prostředí. Hlavní stránkou společnosti je vývoj v oblastech fluidních kotlů, průmyslových kotlů a systému pro čištění spalin. Společnost působí v Rakousku, Švýcarsku, Německu, Francii a dalších státech EU.

6.7 EVECO Brno

Firma EVECO Brno nabízí komplexní přístup řešení spočívající v návrhu, projekci, dodávkách, realizaci až po uvedení zařízení do provozu. Veškeré činnosti jsou založeny na rozsáhlých zkušenostech, výsledcích vlastního výzkumu a vývoje a dlouholetých praktických zkušenostech. Firma se zaměřuje na inženýrsko-dodavatelskou a výzkumnou a vývojovou činnost v oblasti zařízení pro ekologii a energetiku. V současné době spolupracuje se všemi velkými a s řadou menších spaloven v ČR.

Vybranou referencí je například dodávka spalovny průmyslových kalů pro rafinerii Slovnaft realizovaná v roce 2006. Dále pak zásadní rekonstrukce a modernizace největší spalovny průmyslových odpadů v ČR.

V oblasti čištění spalin firma EVECO Brno dodala technologii pro elektrárnu Kolín v rámci I. Etapy odsíření spalin kotlů. Dále se firma účastnila při zavádění nejlepších dostupných technologií ve spalovně odpadu firmy SPORTEN a.s.

7 Závěr

Lidstvo se potýká s mnoha environmentálními problémy, mezi které patří i problém s kontrolou produkce odpadu, jež v mnoha ohledech ohrožuje stabilní vývoj civilizace. Logickou odpovědí na vznikající problém je komplexní přehodnocení odpadní politiky, které má za následek změnu dosud zažitých praktik nakládání s odpadem. Prioritou se stává samotné předcházení vzniku odpadu spojené s důslednou recyklací a minimalizací samotného ukládání na skládky odpadu. Díky legislativním změnám, jež s sebou přinesla rámcová směrnice 2008/98/ES, je s odpadem nakládáno jako s další využitelnou surovinou a potenciálním zdrojem energie. Prostor dostává rozšiřování technologií pro termické zpracování odpadu, které dokáže potenciální energii skrytou v odpadu využít, jak pro generování elektrické energie, tak pro kogeneraci spojenou s produkcí tepla, které efektivně zásobuje populaci. Důležitou koncepcí pro budoucí vývoj je maximální podpora těchto zařízení ze strany států a maximalizace jejich vysokého potenciálu. S rostoucí produkcí odpadů roste i poptávka po zařízeních na energetické využití, které významným způsobem přispívá k ekonomickému zhodnocení odpadu a minimalizaci skládkování. Do budoucna je energetické využívání odpadu rozumným řešením problematické odpadní situace, avšak prioritou zůstává minimalizace vzniku odpadu. Samotné energetické využití odpadu dokáže pouze částečně regulovat produkci odpadu, neřeší však problém s odpadem komplexně.

Úkolem této práce je zmapovat energetické využití odpadu v jednotlivých členských zemích evropské unie, jejich energetický potenciál a kapacity pro energetické využití. EU s sebou nese obrovský odpadní potenciál, který je třeba využít. Ačkoliv jsou pro energetické využití odpadu budovány kvalitní podmínky, stále existuje většina členských států, které novou odpadní politiku nejsou schopny přijmout a implementovat ji do své národní legislativy. To má za následek negativní přístup k odpadu, jakožto využitelné surovině, a stále je nejvíce preferováno skládkování. Pouze několik vyspělých členských států jako je Německo, Švýcarsko, Francie, si uvědomuje závažnost celé situace a podniká kroky, které vedou k vyvážené odpadní politice a snižování podílu na skládkování odpadu. Je žádoucí, aby i ostatní členské státy důsledně plnily nastavené kvóty pro recyklaci a skládkování, aby nedocházelo k nevyváženosti komplexní odpadní situace v EU, která by měla za následek obrovské ekonomické problémy a nekontrolovatelný vývoj produkce odpadu.

8 Seznam citací

- [1] Eurostat 2012, *Waste generation* [online]. [cit. 2012-04-12] Dostupné z: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasgen&lang=en
- [2] Eurostat 2012, *Waste statistics* [online]. [cit. 2012-04-12] Dostupné z: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Waste_statistics
- [3] Cewep 2012, *Recycling and Waste-to-Energy go hand in hand in order to divert waste from landfill* [online]. [cit. 2012-04-12] Dostupné z: http://www.cewep.eu/information/data/graphs/m_603
- [4] Eurostat 2012, *Municipalwaste* [online]. [cit. 2012-04-12] Dostupné z: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/sectors/municipal_waste
- [5] Odpad je energie, *Skladba komunálního odpadu* [online]. [cit. 2012-04-12] Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/fakta/cr-a-evropa/skladba-komunalniho-odpadu-z-domacnosti.aspx>
- [6] Odpadové fórum: *Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie, Energetické využití odpadů* [online]. [cit. 2012-04-12] Dostupné z: www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha5.pdf
- [7] Pavlas, M. *Systém pro výpočet technologických parametrů procesů včetně energetických aspektů*. Brno, 2008. 109s. Disertační práce na Vysokém učení technickém v Brně na Fakultě strojního inženýrství. Vedoucí disertační práce Prof. Ing. Petr Stehlík, CSc.
- [8] Řezníček T., Odpadové fórum, Energetické využití odpadů, odborný měsíčník o odpadech a druhotných surovinách, ročník 11, číslo 10/2010, ISSN 1212-7779 MK ČR E 8344, Praha, 2010
- [9] 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
- [10] Sita CZ a.s., Skládky odpadu, skládkování [online]. [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.sita.cz/page/1824.skladky-odpadu-skladkovani-biodegradace/>
- [11] Evropská komise, Společné výzkumné centrum, Institut perspektivních technologických studií. E-41092 Seville – Španělsko. *Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů (BREF)*. [online]. [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: http://eippcb.jrc.es/reference/BREF/wi_bref_0806.pdf

- [12] EU. Rámcová směrnice Rady o odpadech. In: 75/442/ES. 1975. [online]. [cit. 2012-04-12]. Dostupné z:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:01:31975L0442:CS:PDF>
- [13] EU. Rámcová směrnice Rady o odpadech. In: 2008/98/ES. 1975. [online]. [cit. 2012-04-12]. Dostupné z:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:CS:PDF>
- [14] EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. In: 2009/28/ES. 1975. [online]. [cit. 2012-04-12]. Dostupné z:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:cs:PDF>
- [15] Česká Republika. Zákon o odpadech. In: č. 185/2001 Sb., 2001. [online]. 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z:
[http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/\\$file/185-01%20-%20odpady.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/$file/185-01%20-%20odpady.pdf)
- [16] BENDOVIÁ, Pavla. *Euronovela zákona o odpadech* [online]. 5.1.2011 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.kr-vysocina.cz/euronovela-zakona-o-odpadech-zmeny-a-novinky/d-4031817/p1=4929>
- [17] Česká Republika. Novela zákona o odpadech. In: č. 154/2010 Sb., 21.4.2010. [online]. 2010 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/zakon-ze-dne-21-dubna-2010-kterym-se-meni-zakon-c-1852001-sb-o-odpadech-a-o-zmene-nekterych-dalsich-zakonu-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-17784.html>
- [18] SAKO Brno a. s.: Informace převzaté od společnosti SAKO Brno a. s. [online]. 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: www.sako.cz
- [19] TERMIZO Liberec a. s.: Informace převzaté od společnosti TERMIZO Liberec a. s. [online]. 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.termizo.mvv.cz/>
- [20] ZEVO – Pražské služby a. s.: Informace převzaté od společnosti Pražské služby a. s. [online]. 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z:
<http://www.psas.cz/index.cfm/vysledekvyhledavani/?tag=ZEVO&newSearch=true&display=search&&noCache=1>
- [21] *Spalovna Malešice* [online]. 2010 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z:
<http://www.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/malesice.htm>
- [22] DOHNAL, Radomír. *Budoucnost energetického zhodnocení odpadů v Evropě*. [online]. 2011 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z:
[http://odpady.ihned.cz/index.php?p=E00000_d&&article\[id\]=53126240](http://odpady.ihned.cz/index.php?p=E00000_d&&article[id]=53126240)

- [23] CEWEP. *Country Report on Waste Management* [online]. 2010.[cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.cewep.eu/information/data/subdir/442. Country Report on Waste Management.html>
- [24] CEWEP. *Waste to Energy Focus: Achieving R1 Status*. [online] 2011 [cit. 2012-05-16] Dostupné z: http://www.cewep.eu/information/publicationsandstudies/statements/ceweparticles/m_562
- [25] CEWEP. *Energising waste - a win-win situation*. [online] 2011 [cit. 2012-05-16] Dostupné z: http://www.cewep.eu/news/m_594
- [26] CEWEP. *Waste-to-Energy Plants in Europe operating in 2008*. [online] 2011 [cit. 2012-05-16] Dostupné z: http://www.cewep.com/flash/cewep_map.html
- [27] Spalovna komunálního odpadu v Gärsstadu: příklad netradiční architektury v průmyslovém prostředí. [online]. 2010 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.allforpower.cz/clanek/spalovna-komunalniho-odpadu-v-garstadu-priklad-netradični-architektury-v-prumyslovem-prostredi/>
- [28] Hitachi Zosen Inova: Informace převzaté od společnosti Hitachi Zosen Inova [online]. 2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.hz-inova.com/cms/index.php>
- [29] Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc.: Informace převzaté od společnosti Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc. [online]. 2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.termizo.mvv.cz/>
- [30] CNIM Group: Informace převzaté od společnosti CNIM Group [online]. 2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.cnim.com/>
- [31] RAMBOLL: Informace převzaté od společnosti RAMBOLL [online]. 2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.ramboll.com/>
- [32] VINCI Environment UK Limited: Informace převzaté od společnosti VINCI Environment UK Limited [online]. 2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.vinci-environment.co.uk/>
- [33] Austrian Energy & Environment AG & Co KG: Informace převzaté od společnosti Austrian Energy & Environment AG & Co KG [online]. 2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.environmental-expert.com/companies/austrian-energy-environment-ag-co-kg-20772>
- [34] EVECŮ Brno s.r.o.: Informace převzaté od společnosti EVECŮ Brno s.r.o.: [online]. 2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.evecobrno.cz/>

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratka	Význam
EVO	energetické využití odpadů
KO	komunální odpad
SKO	směsný komunální odpad
TKO	tuhý komunální odpad
LCT	Life Cycle Thinking (uvažování z hlediska celého životního cyklu)
WTE	Waste to Energy (získávání energie z odpadů spalováním)

Symbol	Význam	Jednotka
E_p	energie ve formě vyprodukovaného tepla nebo elektřiny	[GJ]
E_f	energie vložená do systému ve formě podpurných paliv	[GJ]
E_i	další energie vložená do systému	[GJ]
E_w	energie vložená do systému ve formě spalovaného odpadu	[GJ]
E_t	tepelná energie vyprodukovaná pro komerční využití	[GJ]
E_{el}	elektrická energie vyprodukovaná pro komerční využití	[GJ]
m_f	hmotnost podpurného paliva	[kg]
NCV_f	čistá výhřevnost podpurného paliva	[GJ/kg]
m_w	hmotnost spalovaného odpadu	[kg]
NCV_w	čistá výhřevnost spalovaného odpadu	[GJ/kg]