

BIELA KNIHA

ENERGETICKÉHO ZHODNOCOVANIA ODPADOV

V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

ÚDAJE, ČÍSLA, FAKTY



Bratislava, 2020

BIELA KNIHA ENERGETICKÉHO ZHODNOCOVANIA ODPADOV V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

ÚDAJE, ČÍSLA, FAKTY

SPRACOVATELIA



UVP

Environmental Management
and Engineering GmbH
Lassallestraße 42/12a
1020 Viedeň
Rakúsko
Tel: +43 1 2149520-0
Fax: +43 1 2149520-20
Email: office@uvp.at
www.uvp.at



ewia a. s.

Tomášikova 64
831 04 Bratislava
Slovensko
Tel: +421 0905 823 467
Email: info@ewia.sk
www.ewia.sk



EKOCONSULT - enviro, a.s.

Miletičova 23
821 09 Bratislava
Tel: + 421 2 555 697 58
Fax: + 421 2 502 443 29
E-mail: ekoconsult@ekoconsult.sk
www.ekoconsult.sk

POD VEDENÍM



KOLEKTÍV AUTOROV

Helga Stoiber
Gerald Kurz
Ladislav Halász
Ján Chovanec
Viera Šimkovicová

Majetkové práva k dielu s poukazom na ustanovenie § 92 ods. 2 v spojení s ustanoveniami § 90 ods. 4 a 6 zákona č. 185/2015 Z. z. Autorský zákon v znení neskorších predpisov vykonáva spoločnosť ewia a. s.

Prvé vydanie, ewia a. s., september 2020
ISBN 978-80-570-2270-1



Táto kniha je venovaná pamiatke Franzovi Neubacherovi, zakladateľovi spoločnosti UVP, ktorý bol otcom myšlienky vytvorenia Bielej knihy energetického zhodnocovania odpadov v Rakúsku. So svojím vizionárskym, vytrvalým a pragmatickým prístupom rozhodujúcou mierou prispel k nastaveniu vysokých environmentálnych štandardov integrovaného odpadového hospodárstva v Rakúsku. Dnes je rakúsky model odpadového hospodárstva bez skládkovania komunálneho odpadu vzorom a inšpiráciou pre ostatné krajiny na ich ceste k udržateľnému odpadovému hospodárstvu.

Toto je kniha priateľská k životnému prostrediu, je vytlačená na papieri s certifikátom FSC®. Tento certifikát označuje výrobky, ktoré pochádzajú zo zodpovedne obhospodarovaných lesov. Zaručuje, že drevo bolo vyťažené a spracované environmentálne, sociálne a ekonomicky zodpovedne.



Knižný blok je vyrobený zo 100% recyklovaného papiera.

OBSAH

OBSAH	1
ÚVOD	5
1. OBEHOVÉ HOSPODÁRSTVO	7
2. LEGISLATÍVNY RÁMEC NAKLADANIA S ODPADMI V SR	11
2.1 Legislatívny rámec v oblasti odpadového hospodárstva	11
2.1.1 <i>Zneškodňovanie odpadu skládkovaním.</i>	13
2.1.2 <i>Cezhraničná preprava odpadov</i>	18
2.1.3 <i>Strategické dokumenty v oblasti odpadového hospodárstva.</i>	21
2.2 Legislatívny rámec v oblasti ochrany ovzdušia.	22
2.3 Legislatívny rámec v oblasti energetiky	26
2.3.1 <i>Strategické dokumenty v oblasti energetiky</i>	28
2.4 Legislatívny rámec v oblasti povoľovania	29
3. ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU A VÝVOJA ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA V SR	31
3.1 Produkcia a nakladanie s odpadmi v SR.	31
3.1.1 <i>Nebezpečné odpady.</i>	36
3.1.2 <i>Komunálne odpady</i>	38
3.1.3 <i>Biologicky rozložiteľné odpady.</i>	44
3.1.4 <i>Obaly a odpady z obalov.</i>	46
3.1.5 <i>Recyklovateľné odpady</i>	47
3.2 Prognóza vývoja vzniku komunálnych odpadov v SR	47
4. METÓDY NAKLADANIA S NERECYKLOVATEĽNÝM ODPADOM	51
4.1 Zneškodňovanie odpadov skládkovaním	51
4.2 Mechanicko-biologická úprava odpadov.	54
4.3 Termické spôsoby nakladania s odpadmi.	58
4.3.1 <i>Roštové spaľovne.</i>	62
4.3.2 <i>Spaľovne s fluidným lôžkom.</i>	64
4.3.3 <i>Spaľovanie v rotačnej peci</i>	66
4.3.4 <i>Alternatívne termické procesy</i>	67
4.3.5 <i>Spoluspaľovanie odpadov</i>	69

5. ZARIADENIE NA ENERGETICKÉ VYUŽITIE ODPADOV – ZEVO	75
5.1 Charakteristika vstupného paliva pre ZEVO	76
5.2 Energetická účinnosť ZEVO	79
5.3 Čistenie spalín a emisie do ovzdušia	84
5.3.1 <i>Techniky čistenia spalín</i>	84
5.3.2 <i>Emisie zo ZEVO</i>	91
5.3.3 <i>Emisie špecifických organických látok – dioxíny</i>	94
5.3.4 <i>Emisie skleníkových plynov</i>	97
5.4 Pevné zvyšky	101
6. EKONOMICKÉ ASPEKTY ZARIADENÍ NA ENERGETICKÉ VYUŽITIE ODPADOV	105
6.1 Optimálna kapacita ZEVO a kritériá na výber lokality	105
6.2 Ekonomický vývoj v oblasti nakladania s odpadmi	110
6.3 Účasť verejnosti v schvaľovacom procese	112
7. REFERENČNÉ ZARIADENIA NA ENERGETICKÉ VYUŽITIE ODPADOV	115
7.1 Spittelau Viedeň, Rakúsko	115
7.2 Palm Beach, USA	118
8. ZHRNUTIE A ODPORÚČANIA PRE ĎALŠÍ POSTUP	123
9. POUŽITÉ SKRATKY	127
10. CITOVANÁ LITERATÚRA	129
11. BIOGRAFIA AUTOROV	132

ÚVOD

Biela kniha energetického zhodnocovania odpadov v Slovenskej republike vznikla na základe publikácie, ktorú v pravidelných cykloch publikuje rakúske federálne ministerstvo klimatickej zmeny, životného prostredia, energie, mobility, inovácií a technológií. Cieľom dokumentu je informovať verejnosť o skúsenostiach so zhodnocovaním odpadu v zariadeniach na energetické využitie odpadu (ZEVO), ktoré majú svoju nezastupiteľnú pozíciu pri dosahovaní ambiciózných cieľov cirkulárnej ekonomiky (obehového hospodárstva). Rakúsko nastúpilo na túto progresívnu cestu, charakterizovanú myšlienkou „Zrecyklujme čo sa dá a zvyšok premeňme na energiu“, pred takmer šesťdesiatimi rokmi. Vďaka širokému spoločenskému konsenzu postupne vybudovalo funkčný a úspešný integrovaný systém odpadového hospodárstva, ktorého neoddeliteľnou súčasťou sú zariadenia na energetické využitie odpadov.

Situácia v Slovenskej republike je diametrálne odlišná. Napriek dlhoročnému členstvu v EÚ a transpozícii európskej environmentálnej legislatívy je reálna situácia v slovenskom odpadovom hospodárstve zúfalá. Za posledných 20 rokov sme zvýšili produkciu komunálnych odpadov viac ako o 40 %. Napriek tomu končí viac ako polovica odpadu na skládke, čím sa Slovensko v oblasti odpadového hospodárstva zaraďuje medzi najzaostalejšie krajiny. Počet zariadení ZEVO, ktoré dokážu tento stav zmeniť a z odpadu urobiť energetický nosič, sa však za posledných dvadsať rokov vôbec nezmenil.

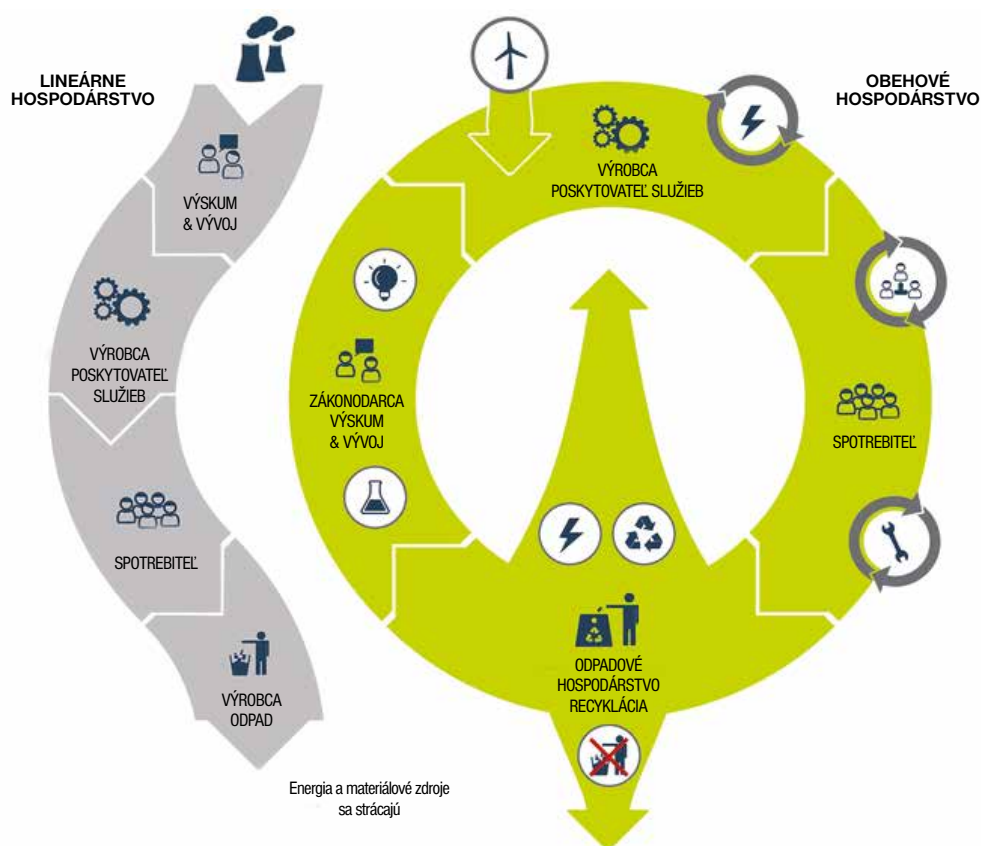
Snahou Bielej knihy je pre širokú verejnosť zrozumiteľnou formou poskytnúť informácie o energetickom zhodnocovaní odpadov, prebudiť túto „Šípkovú Ruženku“ slovenského odpadového hospodárstva a priniesť konštruktívny vstup do diskusie o budúcnosti slovenského odpadového hospodárstva.

V prvej časti sa publikácia venuje obehovému hospodárstvu a úlohe odpadového hospodárstva v novom cirkulárnom modeli fungovania ekonomiky. Druhá časť prináša kompletný prehľad legislatívy v oblasti odpadového hospodárstva a súvisiacej legislatívy, ktorá ovplyvňuje energetické zhodnocovanie odpadov. V tretej časti možno nájsť detailnú analýzu stavu odpadového hospodárstva na Slovensku a prognózu jeho ďalšieho vývoja s ohľadom na záväzky, ktoré Slovenská republika prijala. Zároveň dáva odpoveď na otázku, s akým množstvom nerecyklovateľného odpadu musíme v budúcnosti rátať. Štvrtá časť prezentuje techniky, ktoré sa používajú pri nakladaní práve s touto nerecyklovateľnou zložkou komunálneho odpadu. Najrozšírenejšia a technicky najspoľahlivejšia technika – energetické zhodnocovanie v roštových kúreniskách – je detailne opísaná v piatej časti, súčasťou je opis čistenia spalín a porovnanie s emisiami iných spaľovacích techník. Ekonomický pohľad na výstavbu a prevádzku zariadení na energetické využitie odpadu je uvedený v šiestej časti. Niekoľko takýchto referenčných zariadení je opísaných v siedmej časti. Záverečná kapitola zhrňa publikované fakty a argumenty a odкрýva potenciál pre budovanie nových zariadení na energetické využitie odpadu na Slovensku.

Spomínaná inšpirácia rakúskou „bielou knihou“ nebola pri tvorení nášho dokumentu náhodná. Rakúsky model vo svojom pragmatickom a konzistentnom prístupe pri budovaní integrovaného systému nakladania s odpadmi je cenným zdrojom skúseností, z ktorých môžeme čerpať pri modernizácii nášho odpadového hospodárstva a dosahovaní ambiciózneho cieľa klimaticky neutrálneho Slovenska.

1. OBEHOVÉ HOSPODÁRSTVO

Cirkulárna ekonomika (obehové hospodárstvo) sa zakladá na využívaní dostupných zdrojov environmentálne a ekonomicky udržateľným spôsobom. Na rozdiel od tradičného lineárneho rastu, ktorého podstatou je model „zober, vyrob, zahod“, obehové hospodárstvo počíta s minimalizáciou odpadu a obmedzovaním zdrojových vstupov. Koncept cirkulárnej ekonomiky tak má vo výsledku chrániť životné prostredie a znižovať našu závislosť od prírodných zdrojov. Pre naplnenie tohto ambiciózneho cieľa je nevyhnutný zodpovedný prístup výrobcu i spotrebiteľa k všetkým neoddeliteľným procesom životnosti výrobku. Teda k dizajnu, výrobe, spotrebe a k recyklácii, [1].



Obr. 1: Porovnanie lineárneho a obehového hospodárstva, [2].

Cieľom obehového hospodárstva je čo najdlhšie zachovať hodnotu výrobkov a materiálov, aby sa minimalizoval odpad, a využívanie nových zdrojov. V prípade, že výrobok dosiahne koniec svojho životného cyklu, zdroje sa z hospodárstva nevyradia, ale opätovne sa použijú na vytváranie novej hodnoty. V porovnaní s lineárnym modelom obehové hospodárstvo oddeľuje hospodársky rast od potreby ťažiť nové a vzácne materiály. Prakticky je to zabezpečované realizáciou materiálových úspor, opätovným použitím, zmenou ekodizajnu výrobkov a vyvíjaním nových výrobkov a služieb so zníženou materiálovou náročnosťou, resp. znovuvyužitím v obehovom cykle.

Pod názvom „Kruh sa uzatvára“ prijala Európska komisia ešte v roku 2015 prvý **Akčný plán pre obehové hospodárstvo**, ktorého cieľom bolo napomôcť pri prechode Európy na obehové hospodárstvo, posilniť globálnu konkurencieschopnosť, podporiť udržateľný hospodársky rast a vytvoriť nové pracovné miesta, [3]. Akčný plán stanovil 54 opatrení na „uzavretie kruhu“

životného cyklu výrobkov, ktoré sa týkajú výroby a spotreby, ako aj odpadového hospodárstva a trhu s druhotnými surovinami. Stanovených tiež bolo päť prioritných odvetví, v ktorých treba urýchliť prechod (na obehové hospodárstvo) v rámci ich celého hodnotového reťazca; konkrétne sú to plasty, odpad z potravín, kritické suroviny, stavebné a demolačné práce, biomasa a biologické materiály. Plán kladie silný dôraz na vytvorenie stabilného a priaznivého prostredia pre investície a inovácie.

Európsky balíček obehového hospodárstva (Circular Economy Package) nadobudol účinnosť v júli 2018. Členské štáty sú povinné príslušné smernice implementovať v rámci dvojročného obdobia. Balíček obehového hospodárstva mení a dopĺňa tieto smernice:

- Rámcová smernica o odpade (2008/98/ES),
- Smernica o skládkach odpadov (1999/31/ES),
- Smernica o odpadoch z obalov (94/62/ES),
- Smernice o vozidlách po dobe životnosti (2000/53/ES), o batériách a akumulátoroch a použitých batériách a akumulátoroch (2006/66/ES) a o odpade z elektrických a elektronických zariadení (2012/19/EÚ).

Súčasťou tohto balíčka sú ambiciózne recyklačné ciele pre obdobie až do roku 2035:

- Spoločný cieľ EÚ do roku 2035 recyklovať 65 % komunálneho odpadu.
- Spoločný cieľ EÚ do roku 2030 recyklovať 70 % odpadu z obalov.
- Recyklačné ciele pre konkrétne obalové materiály:
 - o papier a lepenka: 85 %
 - o železné kovy: 80 %
 - o hliník: 60 %
 - o sklo: 75 %
 - o plasty: 55 %
 - o drevo: 30 %
- Závazný cieľ obmedziť do roku 2035 skládkovanie maximálne na 10 % komunálneho odpadu (s možnými výnimkami na odloženie lehoty na dosiahnutie tohto cieľa o 5 rokov).
- Posilňuje sa povinnosť triedeného zberu a rozširuje sa na nebezpečný odpad z domácností (do 1. 1. 2025), biologický odpad (do konca roka 2023) a textil (do 1. 1. 2025).
- Pre systémy rozšírenej zodpovednosti výrobcu sú stanovené minimálne požiadavky na zlepšenie ich správy a riadenia a nákladovej efektívnosti.
- Výrazne sa posilňujú ciele predchádzania vzniku odpadov. Najmä sa vyžaduje, aby členské štáty prijali osobitné opatrenia v oblasti odpadu z potravín a znečisťovania oceánov a morí odpadom s cieľom prispieť k splneniu záväzkov EÚ vo vzťahu k cieľom udržateľného rozvoja OSN (SDG).

Kľúčovým momentom v tomto procese bolo prijatie Európskeho zeleného dohovoru (**European Green Deal**) koncom roka 2019, ktorý predstavuje cestovnú mapu na dosiahnutie udržateľného hospodárstva EÚ so zameraním na výzvy a príležitosti v oblasti klímy a životného prostredia, a do roka 2050 dosiahnuť stav klimaticky neutrálnej Európy.

Jedným z hlavných pilierov zeleného dohovoru je nový akčný plán EÚ pre obehové hospodárstvo (**New Circular Economy Action Plan**), ktorý Európska únia prijala v marci 2020. Plán nadväzuje na úsilie vynakladané od roku 2015 a zameriava sa na dizajn výrobkov a ich výrobu

v kontexte obehového hospodárstva. Jeho cieľom je zabezpečiť, aby použité zdroje zostali čo najdlhšie v hospodárstve EÚ, [4]. V akčnom pláne sú pre obehové hospodárstvo navrhnuté tieto opatrenia:

- **Urobiť z udržateľných výrobkov v EÚ bežný štandard.** Komisia navrhne nové právne predpisy k politike udržateľných výrobkov. Výrobky uvedené na trh EÚ budú navrhnuté tak, aby vydržali dlhšie a aby sa dali jednoduchšie opraviť a opätovne použiť, alebo recyklovať a viackrát použiť ako výrobok. Recyklovaný materiál v čo najväčšej miere nahradí primárne suroviny. Jednorazové výrobky sa obmedzia, bude sa riešiť problém predčasného zastarávania a zakáže sa zničenie nepredaného trvanlivého tovaru.
- **Posilniť postavenie spotrebiteľov.** Spotrebiteľia budú mať prístup k spoľahlivým informáciám o takých otázkach, ako sú opraviteľnosť a trvácnosť výrobkov, vďaka čomu budú môcť robiť rozhodnutia s dôrazom na udržateľnú ochranu životného prostredia. Spotrebiteľia budú môcť využívať skutočné „právo na opravu“.
- **Zamerať sa na sektory, ktoré využívajú najviac zdrojov, a teda majú vysoký potenciál obehovosti.** Komisia zavedie konkrétne opatrenia týkajúce sa týchto oblastí:
 - o **elektronika a IKT** – iniciatíva pre elektroniku v obehovom hospodárstve predĺži životnosť výrobkov a zlepši zber a spracovanie odpadu,
 - o **batérie a vozidlá** – nový regulačný rámec pre batérie posilní udržateľnosť a zvýši obehový potenciál batérií,
 - o **obaly** – nové povinné požiadavky o tom, čo sa na trhu EÚ povoľuje vrátane zníženia (nadmerného) balenia,
 - o **plasty** – nové povinné požiadavky na recyklovaný obsah s osobitným dôrazom na mikroplasty, ako aj bioplasty a biologicky rozložiteľné plasty,
 - o **textilné výrobky** – nová stratégia EÚ pre textilné výrobky posilní konkurencieschopnosť a inovácie v tomto sektore a oživí trh EÚ s textilnými výrobkami z druhej ruky,
 - o **stavebníctvo a budovy** – komplexná stratégia pre udržateľné zastavané územia podporí zásady obehovosti v prípade budov,
 - o **potraviny** – nová legislatívna iniciatíva o ich opätovnom používaní, ktorej zámerom je nahradiť v stravovacích službách jednorazové obaly, stolový riad a príbory výrobkami na viacnásobné použitie.
- **Zabezpečiť menej odpadu.** Dôraz sa bude klásť na samotné predchádzanie vzniku odpadu a jeho transformáciu na kvalitné druhotné zdroje, z čoho môže ťažiť dobre fungujúci trh s druhotnými surovinami. Komisia preskúma stanovenie jednotného modelu pre triedený zber odpadu a označovanie v rámci celej EÚ. V akčnom pláne sa tiež navrhuje súbor opatrení na minimalizáciu vývozu odpadu z EÚ a riešenie jeho nezákonnej prepravy.

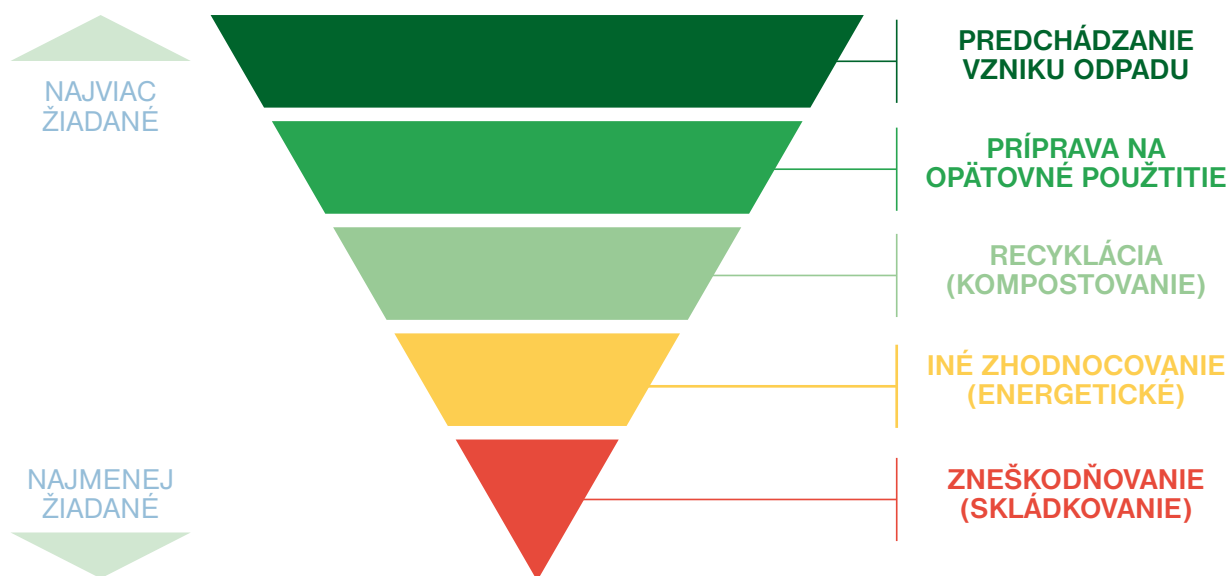
Zvýšená miera recyklácie si bude vyžadovať rozsiahlejšie techniky pre predbežné spracovanie odpadu pred samotným recyklačným procesom, aby sa dosiahla potrebná kvalita recyklovaného produktu. To so sebou prinesie zvýšenie množstva zvyškových odpadov z predbežného spracovania odpadov ako sú vedľajšie produkty z recyklácie, kontaminované rôznymi látkami s vysokou výhrevnosťou alebo s potenciálom znečisťovania ovzdušia. Zároveň však bude nutné rešpektovať a splniť ciele pre obmedzenie skládkovania odpadu.

Pragmatický prístup k spracovaniu zvyškového odpadu a disponibilita zariadení na energetické využitie odpadu je nevyhnutným predpokladom na splnenie ambiciózných cieľov nového akčného plánu pre obehové hospodárstvo EÚ.

2. LEGISLATÍVNY RÁMEC NAKLADANIA S ODPADMI V SR

2.1 Legislatívny rámec v oblasti odpadového hospodárstva

Odpadové hospodárstvo ovplyvňuje všetky oblasti podnikania a života, pretože odpad vzniká pri výrobe, obchode a preprave tovaru a služieb, ako aj pri ich spotrebe. V európskej rámcovej smernici o odpade (smernica Európskeho parlamentu a Rady 2008/98/ES19 z novembra 2008 o odpade) sa uvádza, že predchádzanie vzniku odpadu má byť prvoradou prioritou odpadového hospodárstva a že druhotné použitie a recyklácia materiálov sa majú uprednostňovať pred energetickým zhodnocovaním odpadu, pokiaľ sú najlepšou ekologickou možnosťou. Opatrenia na predchádzanie vzniku odpadu by mali brať do úvahy celý životný cyklus produktov a služieb a nie iba fázu, keď sa stávajú odpadom.



Obr. 2: Znáozornenie hierarchie odpadového hospodárstva, [5].

V roku 2015 Európska únia prijala oznámenie „Smerom k obehovému hospodárstvu: Program nulového odpadu pre Európu“ s cieľom stanoviť spoločný rámec na podporu recyklácie, tvorby pracovných miest a ekonomického rastu a zníženie emisií skleníkových plynov a vplyvov na životné prostredie, čo v roku 2018 vyústilo do prijatia balíčka obehového hospodárstva. Jednoducho povedané, ciele odpadového hospodárstva sú:

- súlad s požiadavkami na ochranu životného prostredia,
- efektívne využívanie zdrojov starostlivým riadením surovín a energetických zdrojov,
- minimalizácia využívania skládkovania (cieľ pre zneškodňovanie komunálnych odpadov do roku 2035 je maximálne 10 %),

- odpadu pred uložením na skládku s cieľom zabrániť nebezpečenstvám pre budúce generácie (zásada opatrnosti).

Tieto ciele a princípy sú zakotvené v zákone č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len zákon o odpadoch), ktorý je základnou právnou normou v oblasti odpadového hospodárstva na Slovensku. Uvedený zákon je účinný od 1. januára 2016. Do tohto zákona boli transponované všetky príslušné smernice EÚ vrátane rámcovej smernice o odpade (smernica 2008/98/ES), smernice Rady 1999/31/ES o skládkach odpadov, ako aj smerníc o určitých tokoch odpadov (batérie, biologicky rozložiteľné odpady, stavebný odpad a odpad z demolácie, odpad z elektrických a elektronických zariadení, staré vozidlá, odpad z obalov, polychlóvané bifenyly, odpadové oleje atď.). Problematika výstavby a prevádzky spaľovní odpadov je upravená zákonom č. 137/2010 Z. z. o ovzduší, ktorá bude diskutovaná v ďalších častiach tejto kapitoly.

Kým zákon o odpadoch definuje povinnosti vo vzťahu k odpadovému hospodárstvu, spôsob plnenia týchto povinností je upravený súborom vykonávacích vyhlášok vydaných Ministerstvom životného prostredia SR.

Podľa § 3 ods. 1 zákona č. 79/2015 Z. z. o odpadoch, „odpadové hospodárstvo je súbor činností zameraných na predchádzanie a obmedzovanie vzniku odpadov a znižovanie ich nebezpečnosti pre životné prostredie a na nakladanie s odpadmi v súlade s týmto zákonom“. To znamená, že zákon o odpadoch sa zakladá na hierarchii odpadového hospodárstva, ktorá je stanovená v rámcovej smernici EÚ o odpade. Podľa § 6 ods. 1 zákona o odpadoch, „hierarchia odpadového hospodárstva je záväzné poradie týchto priorít:

- a) predchádzanie vzniku odpadu,
- b) príprava na opätovné použitie,
- c) recyklácia,
- d) iné zhodnocovanie, napríklad energetické zhodnocovanie,
- e) zneškodňovanie.

Od hierarchie odpadového hospodárstva sa možno odkloniť iba pre určité prúdy odpadov, ak je to odôvodnené úvahami o životnom cykle výrobku vo vzťahu k celkovým vplyvom vzniku a nakladania s takým odpadom a ak to ustanoví tento zákon. To predpokladá ustanovenie § 6 ods. 9 zákona o odpadoch, podľa ktorého odpad možno využívať ako zdroj energie, ak predchádzanie jeho vzniku, príprava na opätovné použitie a recyklácia nie sú možné alebo účelné.

Spaľovanie odpadov je detailne definované v § 18 zákona o odpadoch, v odseku 1 sú definované podmienky pre spaľovne komunálnych odpadov a v odseku 2 pre spaľovanie iného ako komunálneho odpadu. Zároveň sú stanovené parametre, kedy možno spaľovanie odpadov považovať za energetické zhodnocovanie odpadov činnosťou R1.

(1) Spaľovanie komunálneho odpadu v spaľovniach komunálnych odpadov sa považuje za zhodnocovanie odpadov činnosťou **R1** podľa prílohy č. 1 zákona o odpadoch, ak sa **energia (hodnota R1) vo forme tepla alebo elektriny vyrába na komerčné účely** a ak **energetická účinnosť** takéhoto zariadenia sa rovná alebo je vyššia ako

- a) 0,60; ak ide o zariadenie, ktoré získalo povolenie na prevádzku do 31. decembra 2008,
- b) 0,65; ak ide o zariadenie, ktoré získalo povolenie na prevádzku po 31. decembri 2008.

(2) Spaľovanie iného ako komunálneho odpadu v spaľovniach odpadov sa považuje za energetické zhodnocovanie odpadov činnosťou R1 podľa prílohy č. 1 zákona o odpadoch, ak sú splnené uvedené podmienky:

- a) ide o činnosť uvedenú v § 3 ods. 13,
- b) účelom spaľovania odpadu je výroba energie,
- c) energia získaná týmto spaľovaním odpadu je väčšia ako energia spotrebovaná počas procesu jeho spaľovania,
- d) počas spaľovania odpadu sa musí spotrebovať väčšia časť odpadu a
- e) väčšia časť energie získanej počas spaľovania odpadu sa musí zhodnotiť a skutočne využiť, pričom uvedené využitie je buď okamžité v podobe tepla získaného spaľovaním, alebo po spracovaní v podobe elektrickej energie.

Ak zariadenie nespĺňa podmienky uvedené vyššie, je spaľovanie odpadov považované za zneškodňovanie činnosťou D10 podľa prílohy č. 2 zákona o odpadoch.

Zákon o odpadoch zakazuje energetické zhodnocovanie odpadov len v prípade použitých batérií a akumulátorov, § 43 ods. 3, písm. b). Ďalšie obmedzenie platí pre biologicky rozložiteľný odpad, ktorého **zneškodnenie spaľovaním** (D10) sa zakazuje podľa § 13 písm. g), okrem zneškodnenia odpadov, na ktorý bol vydaný súhlas podľa § 97 ods. 1 písm. b). Od 1.7. 2020 sa tento zákaz rozširuje aj na odpad, ktorý sa vyzbieral oddelene na účel prípravy na opätovné použitie alebo recyklácie, okrem odpadu, ktorý je nezhodnotiteľným zvyškom z týchto činností zhodnocovania.

Ciele a záväzné limity odpadového hospodárstva sú uvedené v prílohe č. 3 zákona o odpadoch. Cieľom odpadového hospodárstva v oblasti komunálnych odpadov je do roku 2020 zvýšiť prípravu na opätovné použitie a recykláciu odpadu z domácností ako papier, kov, plasty a sklo a podľa možnosti z iných zdrojov, pokiaľ tieto zdroje obsahujú podobný odpad ako odpad z domácností, najmenej na 50 % podľa hmotnosti takéhoto odpadu vzniknutého v predchádzajúcom kalendárnom roku. Limity pre ďalšie obdobie sa zvyšujú na 55 % do roku 2025, najmenej na 60 % do roku 2030 a najmenej na 65 % do roku 2035. V oblasti zneškodňovania komunálneho odpadu skládkovaním je stanovený cieľ najmenej 10 % z celkového množstva vzniknutého komunálneho odpadu do roku 2035.

Novelizáciou zákona o odpadoch zákonom č. 460/2019 Z. z. boli transponované aj ďalšie ciele európskeho balíčka obehového hospodárstva predstavené v kapitole 1.

2.1.1 Zneškodňovanie odpadu skládkovaním

Zneškodňovanie odpadov skládkovaním napriek relatívne prísnyim ustanoveniam v zákone o odpadoch ostáva aj v súčasnosti najrozšírenejším spôsobom nakladania s odpadmi. V § 13 písm. e) zákona o odpadoch sú špecifikované prúdy odpadov, ktorých zneškodňovanie skládkovaním je zakázané:

1. kvapalné odpady,
2. odpady, ktoré sú v podmienkach skládky výbušné, korozívne, oksylichujúce, vysoko-horľavé alebo horľavé,

3. odpad zo zdravotnej starostlivosti a veterinárnej starostlivosti,
4. odpadové pneumatiky okrem pneumatík, ktoré sú použité ako konštrukčný materiál pri budovaní skládky,
5. odpady, ktorých obsah škodlivých látok presahuje hraničné hodnoty koncentrácie škodlivých látok podľa prílohy č. 5 k zákonu o odpadoch,
6. vytriedený biologicky rozložiteľný kuchynský a reštauračný odpad,
7. vytriedené zložky komunálneho odpadu, na ktoré sa vzťahuje rozšírená zodpovednosť výrobcov, okrem nezhodnotiteľných odpadov po dotriedení,
8. biologicky rozložiteľný odpad zo záhrad a z parkov vrátane biologicky rozložiteľného odpadu z cintorínov, okrem nezhodnotiteľných odpadov po dotriedení,
9. odpad, ktorý neprešiel úpravou okrem (platné od 1. 1. 2021)
 - 9.1. inertného odpadu, ktorého úprava s cieľom zníženia množstva odpadu alebo jeho nebezpečenstva pre zdravie ľudí alebo pre životné prostredie nie je technicky možná,
 - 9.2. odpadu, pri ktorom by úprava nevedla k zníženiu množstva odpadu ani nezabránila ohrozeniu zdravia ľudí alebo ohrozeniu životného prostredia.

Hraničné hodnoty koncentrácie škodlivých látok v odpade, pri ktorých prekročení je skládkovanie odpadov zakázané (príloha č. 5, zákona o odpadoch):

ŠKODLIVÁ LÁTKA	HRANIČNÁ HODNOTA KONCENTRÁCIE V mg/kg SUŠINY
polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU)	100
polychlórované bifenyly (PCB)	50
extrahovateľné organické halogénové zlúčeniny (extrakt)	100
ľahko uvoľniteľné kyanidy	10 000
suma uhľovodíkov (minerálny olej) (hexánový extrakt)	50 000
benzén, toluén, xylén	5 000
fenoly	10 000
merkaptán	1 000
ortuť	3 000
arzén ¹⁾	5 000
olovo ¹⁾	10 000
kadmium	5 000
nikel ¹⁾	5 000
obsah rozpustných látok (20 C)2)	300 000

Tab. 1: Hraničné hodnoty koncentrácie škodlivých látok v odpade.

Technické charakteristiky skládok sú stanovené vyhláškou Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 382/2018 Z. z. o skládkovaní odpadov a uskladnení odpadovej ortuti. Vyhláška bola pripravená v súlade so smernicou EÚ o skládkach odpadov a príslušnými technickými normami. Podľa uvedenej vyhlášky existujú tri triedy skládok odpadov:

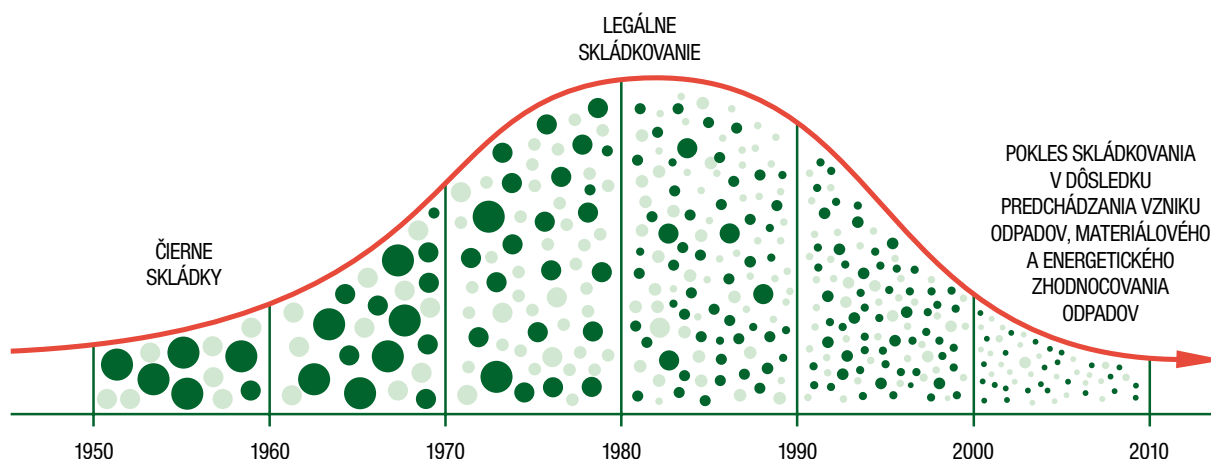
- a) skládky odpadov na inertný odpad,
- b) skládky odpadov na odpad, ktorý nie je nebezpečný,
- c) skládky odpadov na nebezpečný odpad.

Vyhláška pokrýva nasledujúce oblasti:

- výber lokality na vybudovanie skládky odpadov,
- stavebnotechnické požiadavky na vybudovanie skládky odpadov,
- požiadavky na tesnenie skládky odpadov,
- odvádzanie a zachytávanie priesakových kvapalín a zachytávanie skládkového plynu,
- prevádzkovanie skládky odpadov,
- monitorovanie skládky odpadov počas jej prevádzky a po jej uzatvorení,
- postupy uzatvárania skládky odpadov a následná starostlivosť o skládku odpadov,
- úložisko dočasného uskladnenia odpadovej ortuti,
- výpočet ročnej výšky účelovej finančnej rezervy,
- metódy analýz a skúšok odpadov.

Kritériá na prijímanie odpadov na jednotlivé triedy skládok odpadov sú uvedené v Prílohe č. 1 k vyhláške. Okrem prítomnosti ťažkých kovov a špecifických organických látok v odpade je veľmi dôležitým parametrom prítomnosť organických látok v odpadoch, vyjadrená ako strata žíhaním a TOC (celkový organický uhlík). Práve tieto limity majú zabezpečiť obmedzenie zneškodňovania odpadov s obsahom organických látok na skládkach. V prípade skládky odpadov, ktoré nie sú nebezpečné, nesmie hodnota TOC v nativnej vzorke odpadu presiahnuť 5 % hm., resp. hodnota straty žíhaním najviac 8 % hm.

Rovnaké obmedzenia sú v štátoch západnej Európy v platnosti už od roku 1997. Budovanie nových skládok pre odpady s obsahom TOC vyšším ako 5 % hm. je zakázané napr. v Švajčiarsku, Nemecku a Rakúsku. Odpady tohto druhu bolo možné zneškodňovať len na existujúcich skládkach do 1. 1. 2004, vo výnimočných prípadoch najneskôr do 31. 12. 2008. Určité výnimky zo zákazu skládkovania pre odpady s obsahom TOC vyšším ako 5 % hm. platia pre mechanicko-biologicky upravený odpad, ktorého výhrevnosť je nižšia ako stanovená hodnota a ktorý spĺňa špecifické kritériá biologickej stability. Pokles zneškodňovania odpadu skládkovaním v súvislosti s rozvojom odpadového hospodárstva v Rakúsku je znázornený na obrázku 3, [1].



Obr. 3: Pokles zneškodňovania odpadu skládkovaním v súvislosti s rozvojom odpadového hospodárstva v Rakúsku, [1].

Ďalším progresívnym nástrojom na dosiahnutie znevýhodnenia zneškodňovania odpadov skládkovaním je zvyšovanie poplatkov za uloženie odpadov na skládku, ktorý je definovaný v zákone č. 329/2018 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov a o zmene a doplnení zákona č. 587/2004 Z. z. o Environmentálnom fonde a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Výnos z poplatkov je príjmom Environmentálneho fondu, ktorý je štátnym fondom spravovaný Ministerstvom životného prostredia SR.

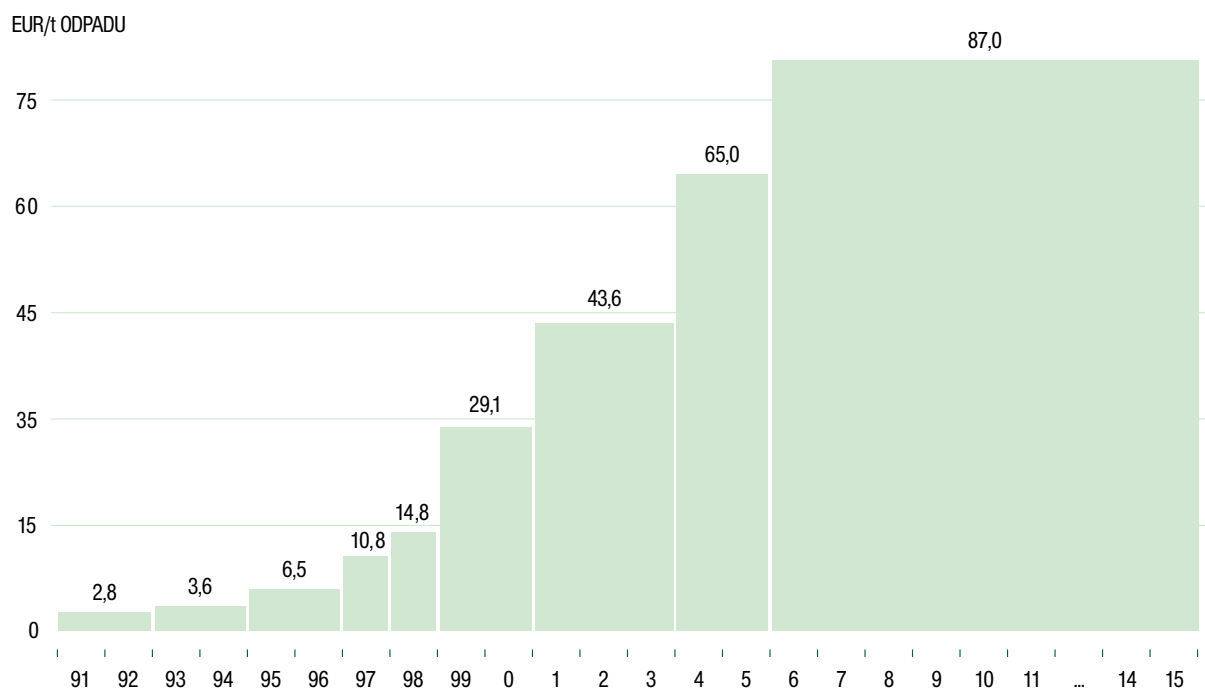
Stimulačným faktorom pre obce, ktoré zavádzajú tento zákon, je diferenciacia poplatkov za uloženie odpadov na skládke v závislosti od dosiahnutého percentuálneho podielu separovateľného zberu odpadu. To znamená, že obec, ktorá dosiahne nízku úroveň triedenia komunálneho odpadu, platí vyšší poplatok za uloženie odpadov na skládke. Sadzba poplatkov je stanovená v nariadení vlády SR č. 330/2018 Z. z., ktorým sa ustanovuje výška sadzieb poplatkov za uloženie odpadov a podrobnosti súvisiace s prerozdeľovaním príjmov z poplatkov za uloženie odpadov.

Položka	Úroveň vytriedenia komunálneho odpadu x [%]	Sadzba za príslušný rok eur/t		
		2019	2020	2021 a nasledujúce roky
1	$x \leq 10$	17	26	33
2	$10 < x \leq 20$	12	24	30
3	$20 < x \leq 30$	10	22	27
4	$30 < x \leq 40$	8	13	22
5	$40 < x \leq 50$	7	12	18
6	$50 < x \leq 60$	7	11	15
7	$x > 60$	7	8	11

Tab. 2: Položky a sadzby za uloženie zmesového komunálneho odpadu (20 03 01) a objemného odpadu (20 03 07) na skládku odpadov v eur/t.

V Rakúsku existuje poplatok za uloženie odpadov vo forme dane za skládkovanie podľa zákona o sanácii starých environmentálnych záťaží (ALSAG – Altlastensanierungsgesetz). Ciele tejto daňovej povinnosti ALSAG sú dvojaké: na jednej strane zohráva regulačnú funkciu (poskytuje ekonomické stimuly na predchádzanie vzniku, zhodnocovanie a spracovanie odpadu) a na druhej strane usmerňuje finančné zdroje od pôvodcov odpadu na účely prieskumu, zabezpečenia a rekultivácie skládok a environmentálnych záťaží s cieľom zabrániť významným emisiám a znečisteniu životného prostredia a s tým spojeným zdravotným rizikám, [1].

Rakúska vyhláška o skládkach z roku 1996 a rakúsky zákon o vodách z roku 1997 v Rakúsku de facto ukončili zneškodňovanie odpadov uložením na skládku a s tým súvisiace environmentálne problémy. Ako sa očakávalo, realizácia takej zásadnej zmeny sa stretla so značným odporom. Prevádzkovatelia skládok ponúkali pred nadobudnutím účinnosti uvedených právnych predpisov (stanovujúcich zákaz skládkovania nespracovaného odpadu) zvýšný priestor na skládkach za dumpingové ceny. Toto sa dialo výhradne z ekonomických dôvodov a bolo to v rozpore s plánovaným účinkom z pohľadu odpadového hospodárstva. Ekonomické nástroje v Rakúsku výrazne ovplyvnili a do značnej miery poskytli potrebné finančné zdroje pre rozvoj a investície do odpadového hospodárstva za posledných 30 rokov (od vydania smerníc o nakladaní s odpadmi z roku 1988).



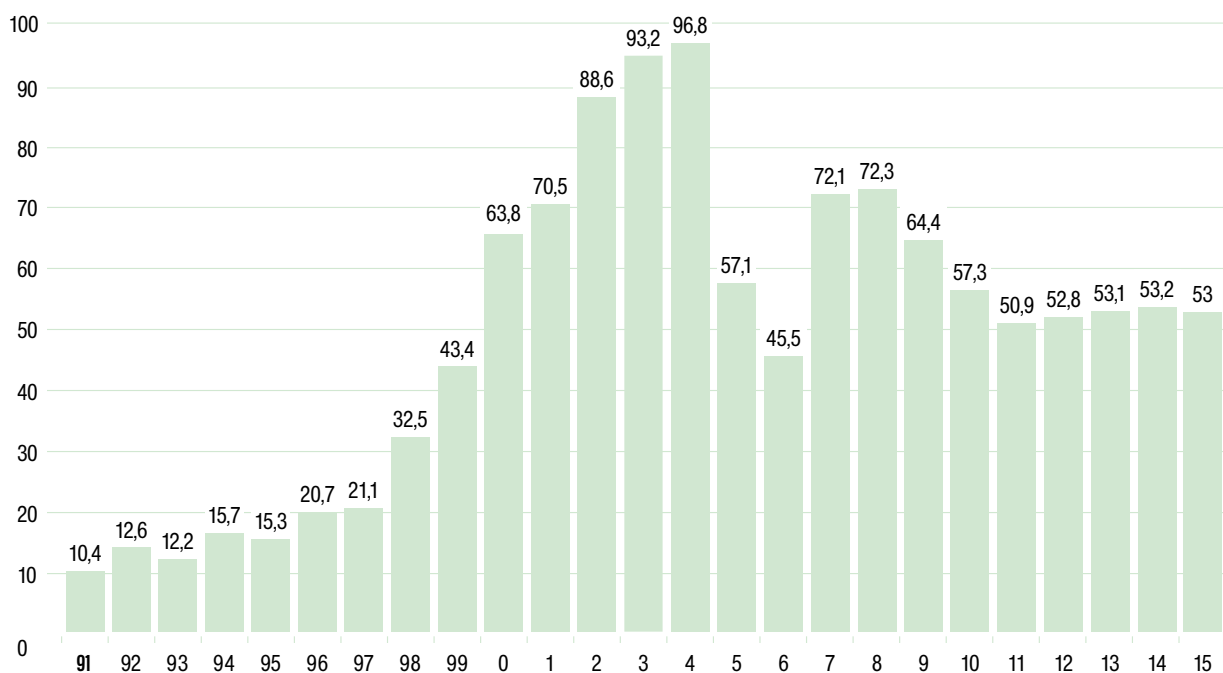
Obr. 4: Vývoj poplatku zo uloženie odpadu na skládku (ALSAG) od roku 1990 v eur/t, [1].

Účinná daň zo skládkovania má zohľadňovať nasledujúce aspekty:

- progresívna sadzba dane v závislosti od kvality odpadu, ktorý má byť uložený na skládku,
- progresívna sadzba dane v závislosti od technickej kvality a prevádzkového režimu skládky,
- predvídateľné zvyšovanie počas plánovacieho obdobia najmenej 10 rokov (vrátane právnej istoty najmenej počas ďalších 10 rokov prevádzky a jeho účinná implementácia).

Nasledujúci obrázok znázorňuje ročný príjem z poplatkov ALSAG platených od roku 1990. Napriek rastúcim sadzbám za tonu odpadu celkové príjmy vykazujú pokles v dôsledku zníženia zneškodňovania nespracovaných odpadov uložením na skládku od roku 2004. Tento vývoj bol úmyselný a odráža regulačné účinky ako „neviditeľná ruka“, ktorú pôvodne opísal A. Smith v roku 1776, [1].

MILIÓNY V EURÁCH



Obr. 5: Vývoj celkovej výšky poplatku za uloženie odpadu na skládku (ALSAG) za rok (údaje v mil. eur), [1].

Ďalšie krajiny tiež zaviedli dane zo skládkovania s cieľom podporiť a podnietiť prípravu a realizáciu svojich programov odpadového hospodárstva. Napríklad v Spojenom kráľovstve sa daň zo skládkovania platí za odpad, ktorý nebol vopred upravený. Táto daň bola zavedená finančným zákonom (Finance Act) v roku 1996 s cieľom znížiť množstvo odpadu ukladaného na skládky tým, že sa lepšie zohľadnia environmentálne náklady na túto formu nakladania s odpadom. Daň zo skládkovania sa každoročne zvyšovala cca o 10 eur za tonu a v roku 2014 dosiahla približne 110 eur za tonu, [1].

2.1.2 Cezhraničná preprava odpadov

Na jednej strane musia existovať technické podmienky na prepravu odpadu a na druhej strane musí existovať ekonomická motivácia na jeho prepravu. Z ekonomického hľadiska, ak je energetické zhodnocovanie odpadu vykonávané v krajine s relatívne vysokým environmentálnym štandardom technológií na energetické zhodnocovanie odpadu, má to za následok vysoké ceny. To naznačuje, že sa dá očakávať preprava odpadu z týchto krajín (vývoz) a nie preprava odpadu do týchto krajín (dovoz). S cieľom zabezpečiť vysokú úroveň ochrany životného prostredia a environmentálneho odpadového hospodárstva sú v civilizovanej spoločnosti potrebné

rámcové legislatívne podmienky vrátane podrobných informácií pre všetky zúčastnené strany, monitorovania a účinných vykonávacích opatrení. Z hľadiska ochrany životného prostredia by sa preprava odpadu za účelom energetického zhodnotenia do krajín, v ktorých sa väčšina ich vlastných spáliteľných odpadov (najmä zvyškový komunálny odpad) ukladá na skládky, mala spochybníť a zastaviť.

NARIADENIE (ES) č. 1013/2006 Európskeho parlamentu a Rady zo 14. júna 2006 o preprave odpadu obsahuje podrobnú úpravu pre cezhraničnú prepravu odpadu medzi členskými štátmi v rámci EÚ a taxatívne vymenúva námietky voči preprave. Toto nariadenie platí od 12. júla 2007. Hlavným cieľom a účelom tohto nariadenia je ochrana životného prostredia a jeho účinky na obchod sú iba vedľajšie.

V oblasti odpadového hospodárstva právne predpisy EÚ rozlišujú medzi 15 rôznymi činnosťami zneškodňovania odpadu (D1 - D15) a 13 činnosťami zhodnocovania odpadu (R1 - R13). Preprava zmesového komunálneho odpadu vo všeobecnosti podlieha tým istým ustanoveniam ako preprava odpadu určeného na zneškodnenie (pozri článok 3, ods. 5 a článok 11, ods. 1, písm. (i) Nariadenia). V prípade cezhraničnej prepravy na účely zneškodnenia odpadu musia byť dodržané prísne právne obmedzenia, čo zahŕňa aj získanie súhlasu príslušných orgánov v krajine odoslania aj v krajine určenia. Podľa nariadenia (ES) č. 1013/2006 môžu členské štáty prijať opatrenia potrebné na zabránenie prepravy odpadu, ktorá nie je v súlade s ich programami odpadového hospodárstva.

Odchylné od vyššie uvedeného nariadenia a podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2008/98/ES z 19. apríla 2008 o odpade môžu členské štáty obmedziť prichádzajúce zásielky odpadu určené pre spaľovne, ktoré sú označené ako zariadenia na zhodnocovanie odpadov, ak sa zistilo, že vnútroštátny odpad by sa musel zneškodňovať alebo by sa musel spracovávať spôsobom, ktorý nie je v súlade s ich národnými programami odpadového hospodárstva. Uznáva sa, že niektoré členské štáty nemusia byť schopné zabezpečiť na svojom území sieť pozostávajúcu z úplnej škály zariadení na konečné zhodnocovanie.

Táto smernica obsahuje tiež definíciu „zásadu blízkosti“ (blízke zariadenia by mali byť tiež k dispozícii susedným štátom) a „zásadu sebestačnosti pri nakladaní s odpadom“ (každý členský štát by mal zriadiť zariadenia na nakladanie s odpadom, ktoré sám potrebuje).

Pokiaľ ide o termické spracovanie odpadu, treba rozlišovať medzi činnosťami zneškodňovania (napr. D10 – spaľovanie na pevnine) a zhodnocovania (napr. R1 – využitie najmä ako palivo alebo na získanie energie iným spôsobom), keďže na cezhraničnú prepravu sa vzťahujú rôzne právne požiadavky a špecifikácie.

V Slovenskej republike je cezhraničná preprava odpadov upravená v časti VII zákona o odpadoch (zákon č. 79/2015 Z. z., § 84 – 88a). Cezhraničný pohyb odpadov z iného členského štátu do Slovenskej republiky, cezhraničná preprava odpadov zo Slovenskej republiky do iného členského štátu EÚ, dovoz odpadov z iného ako členského štátu EÚ do Slovenskej republiky, vývoz odpadov zo Slovenskej republiky do iného ako členského štátu EÚ a tranzit odpadov (ďalej len cezhraničný pohyb odpadov) ustanovujú osobitné právne predpisy, konkrétne Nariadenie (ES) č. 1013/2006 v platnom znení a Nariadenie (ES) č. 1418/2007 z 29. novembra 2017 (Ú. V. L 316, 4. december 2007) v platnom znení.

Zakazuje sa:

- a) organizovať, sprostredkovať alebo iným spôsobom sa podieľať na cezhraničnom pohybe odpadov v rozpore s touto časťou zákona o odpadoch,
- b) dopraviť alebo prepraviť odpad na územie Slovenskej republiky, cez územie Slovenskej republiky alebo z územia Slovenskej republiky v rozpore s touto časťou zákona,
- c) vykonávať cezhraničný pohyb odpadov v rozpore s podmienkami uvedenými v súhlase na cezhraničný pohyb odpadov.

Na území Slovenskej republiky je príslušným orgánom pre cezhraničný pohyb odpadov ministerstvo životného prostredia, ktoré zároveň plní funkciu korešpondenta. **Cezhraničná preprava odpadov** z iného členského štátu do Slovenskej republiky a dovoz odpadov z iného ako členského štátu do Slovenskej republiky **za účelom zneškodnenia** tohto odpadu sú **zakázané**, ak medzinárodná zmluva, ktorou je Slovenská republika viazaná, neustanovuje inak.

Kapitola 4.3. Programu odpadového hospodárstva Slovenskej republiky na roky 2016 – 2020 obsahuje podmienky, obmedzenia a opatrenia pri cezhraničnej preprave odpadov, dovoze odpadov, vývoze odpadov a tranzite odpadov, [6]. Medzi podmienkami pre cezhraničnú prepravu odpadov je stanovená podmienka postupovať pri rozhodovaní vo veciach cezhraničného pohybu odpadov podľa zásad vyplývajúcich z medzinárodných a národných platných právnych predpisov, predovšetkým z nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006 o preprave odpadu.

Vo vzťahu k spaľovaniu odpadu existuje obmedzenie, podľa ktorého je zakázaná cezhraničná preprava odpadov z iného členského štátu EÚ do SR a dovoz odpadov z iného ako členského štátu EÚ do SR za účelom energetického zhodnotenia odpadov činnosťou R1 podľa prílohy č. 2 v spaľovni odpadov označenej ako zariadenie na zhodnocovanie odpadov, ak by sa v dôsledku takejto cezhraničnej prepravy odpadov alebo dovozu odpadov musel vnútroštátny odpad zneškodňovať alebo spracovať spôsobom, ktorý nie je v súlade s Programom odpadového hospodárstva SR.

Pri cezhraničnej preprave zmesového komunálneho odpadu alebo odpadu pomiešaného so zmesovým komunálnym odpadom z iného členského štátu EÚ do SR a pri dovoze zmesového komunálneho odpadu alebo odpadu pomiešaného so zmesovým komunálnym odpadom z iného ako členského štátu do SR bude MŽP postupovať v súlade s článkom 3 ods. 5 nariadenia č. 1013/2006, t. j., pri takejto preprave uplatní námietky podľa článku 11 a 12 nariadenia č. 1013/2006.

Z tohto dôvodu nemožno dovážať odpad do spaľovní, ktoré sú povolené ako zariadenia na zhodnocovanie odpadu činnosťou R1. Na základe povolenia možno odpad dovážať do zariadení na spoluspaľovanie, ak sú splnené podmienky pre cezhraničnú prepravu odpadu podľa nariadenia č. 1013/2006, zákona o odpadoch a podmienok stanovených v Programe odpadového hospodárstva SR na roky 2016 – 2020.

2.1.3 Strategické dokumenty v oblasti odpadového hospodárstva

Program odpadového hospodárstva Slovenskej republiky na roky 2016 – 2020, strategický dokument schválený vládou SR, deklaruje ako hlavný cieľ zásadný odklon od zneškodňovania komunálneho odpadu skládkovaním, [6].

Program predchádzania vzniku odpadu Slovenskej republiky na roky 2019 – 2025 je ďalší významný strategický dokument, ktorý bol tiež schválený vládou SR. Program stanovil ako hlavný cieľ posun od materiálového zhodnocovania/recyklácie odpadu ako jedinej priority odpadového hospodárstva SR k predchádzaniu vzniku odpadu v súlade s hierarchiou odpadového hospodárstva. Tento trend je v súlade s Akčným plánom EÚ pre obehové hospodárstvo, [7].

Tretím dokumentom schváleným vládou SR je **Stratégia environmentálnej politiky SR do roku 2030 – Zelenšie Slovensko**. V kapitole 10 Smerom k obehovému hospodárstvu je stanovený cieľ: „Do roku 2030 sa zvýši miera recyklácie komunálneho odpadu, vrátane jeho prípravy na opätovné použitie, na 60 % a do roku 2035 sa zníži miera jeho skládkovania na menej ako 25 %.“, [8].

V roku 2010 Ministerstvo životného prostredia SR v súlade s článkom 5 ods. 1 smernice EÚ o skládkach odpadov vypracovalo „**Stratégiu obmedzovania ukladania biologicky rozložiteľných odpadov na skládky odpadov**, [9].“ Stratégia okrem iného stanovuje aj nasledujúce ciele v oblasti energetického zhodnocovania biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov:

- zvýšiť podiel energetického zhodnotenia biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov,
- pripraviť legislatívu na znevýhodnenie skládkovania odpadov pred ich energetickým zhodnotením,
- zvýšiť poplatky za ukladanie odpadov na skládky odpadov,
- spáliteľné odpady, ktoré nie je ekonomicky akceptovateľné materiálovo zhodnotiť, spracúvať na alternatívne palivo na energetické zhodnotenie v procese spoluspaľovania odpadov,
- zabezpečiť spaľovanie komunálneho odpadu len s energetickým využitím odpadov.

Zvýšenie poplatkov za ukladanie odpadov na skládky je spoločným opatrením vo všetkých vyššie uvedených strategických dokumentoch. Cieľom je znížiť množstvo odpadu ukladaného na skládky. Toto opatrenie už bolo implementované v novom zákone č. 329/2018 Z. z., ktorý je účinný od 1. januára 2019. Ako sa uvádza v dôvodovej správe k zákonu, účelom je znevýhodniť skládkovanie a vytvoriť stimulačný faktor pre separovaný zber komunálneho odpadu a zvýšiť recykláciu komunálneho odpadu. Sadzba poplatkov je stanovená v nariadení vlády č. 330/2018 Z. z. a závisí od úrovne triedenia komunálneho odpadu v obciach.

2.2 Legislatívny rámec v oblasti ochrany ovzdušia

V januári 2011 nadobudla účinnosť európska smernica o priemyselných emisiách – IED, smernica 75/2010/EÚ, ktorá je hlavným európskym nástrojom na reguláciu emisií znečisťujúcich látok z priemyselných zariadení a vzťahuje sa približne na 55 000 zariadení v celej EÚ. Zahŕňa povoľovanie, prevádzku a zatvorenie priemyselných zariadení a upravuje napr. environmentálne inšpekcie, nehody a havárie, emisné limity a požiadavky na monitorovanie pre niektoré priemyselné odvetvia, povinnosti podávania správ a účasť verejnosti.

Jedným z ústredných ustanovení IED je, že priemyselné zariadenia musia zodpovedať najlepším dostupným technikám (BAT), čo sú techniky, ktoré sú:

- najúčinnnejšie a najpokročilejšie s cieľom znížiť vplyv na životné prostredie a
- vyvinuté v takom rozsahu, ktorý umožňuje ich ekonomicky a technicky realizovateľnú implementáciu, pričom „techniky“ zahŕňajú použitú technológiu aj spôsob, ktorým je zariadenie navrhnuté, postavené, udržiavané, prevádzkované a odstavené z činnosti.

Podľa smernice IED členské štáty prijímajú potrebné opatrenia na to, aby sa uplatňovali najlepšie dostupné techniky (článok 11). Závery o BAT slúžia ako referencia pri stanovovaní podmienok povolenia (článok 14). Príslušný orgán stanoví limitné hodnoty emisií, ktoré zabezpečujú, že emisie za bežných prevádzkových podmienok neprevyšujú emisné limity súvisiace s najlepšimi dostupnými technikami (BAT AEL), ktoré sú stanovené v rozhodnutiach o záveroch o BAT uvedených v článku 13 ods. 5 (článok 15, ods. 3). Ak norma kvality životného prostredia vyžaduje prísnejšie podmienky, ako sú tie, ktoré sa dajú dosiahnuť pomocou použitia najlepších dostupných techník, do povolenia sa začlenia dodatočné opatrenia (článok 18). Komisia zorganizuje výmenu informácií medzi členskými štátmi, dotknutými odvetvami, mimovládnyimi organizáciami presadzujúcimi ochranu životného prostredia a Komisiou, aby sa vypracovali, preskúmali a v prípade potreby aktualizovali referenčné dokumenty o BAT (článok 13), čo sa realizuje takzvaným „sevillským procesom“.

Pokiaľ ide o spaľovanie odpadu, najlepšie dostupné techniky sú opísané v referenčnom dokumente o BAT pre spaľovanie odpadu (BREF WI, [10]). Tento dokument bol prvýkrát vydaný v roku 2006 a v rokoch 2014 – 2018 prešiel dôkladnou revíziou. Revidovaný dokument BREF WI nadobudol účinnosť v roku 2019. Kapitola 5 dokumentu BREF WI obsahuje závery o BAT, ktoré sú tiež uverejnené ako samostatný dokument s názvom Závery o BAT a ktoré presne definujú, čo sa považuje za najlepšie dostupné techniky pri spaľovaní odpadu. Závery o BAT pre spaľovanie odpadu boli zverejnené Vykonávacím rozhodnutím Komisie (EÚ) 2019/2010 z 12. 11. 2019.

Závery o BAT pre spaľovanie odpadu zahŕňajú najlepšie techniky týkajúce sa nasledujúcich oblastí, ktoré sú záväzné pre všetky európske zariadenia na spaľovanie odpadu:

- systémy environmentálneho manažérstva (BAT 1),
- monitorovanie parametrov procesu, emisií vypúšťaných do ovzdušia a vody (BAT 2 – BAT 8),
- všeobecné environmentálne vlastnosti a vlastnosti spaľovania (BAT 9 – BAT 18),
- energetická účinnosť (BAT 19 – BAT 20),
- emisie do ovzdušia:
 - o Difúzne emisie (BAT 21 – BAT 24),

- o riadené emisie (BAT 25 – BAT 31), stanovujú BAT AEL pre prach, kovy (Hg, sCd + Tl, SSb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V), HCl, HF, SO₂, NO_x, N₂O, CO, NH₃, organické zlúčeniny vrátane niektorých perzistentných organických znečisťujúcich látok, ako napr. PCDD/F.
- emisie do vody (BAT 32 – BAT 34), stanovujú BAT-AEL pre celkové suspendované pevné látky (TSS), celkový organický uhlík (TOC), As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Tl, Zn, NH₄-N, SO₄²⁻ a PCDD/F,
- materiálová účinnosť (BAT 35 – BAT 36),
- hluk (BAT 37).

Predpisy stanovené v dokumente BREF pre spaľovanie odpadu sú omnoho prísnejšie a detailnejšie ako predpisy platné pre ktorýkoľvek iný priemyselný sektor, a dokument BREF WI je nutné považovať za akýsi „maják“ alebo dokument, ktorý určuje smerovanie ďalších dokumentov BREF. Spaľovanie odpadu teda dosahuje spomedzi všetkých priemyselných odvetví najvyšší technický štandard a najvyššiu úroveň ochrany životného prostredia.

V národnej legislatíve sú zariadenia na spaľovanie odpadov a spoluspaľovanie odpadov upravené zákonom č. 137/2010 Z. z. o ovzduší a jeho vykonávacími predpismi. Spaľovňa odpadov je definovaná ako stacionárne technické zariadenie alebo prenosné technické zariadenie, ktoré slúži na tepelnú úpravu odpadov s využitím alebo bez využitia tepla vznikajúceho pri spaľovaní; sú to zariadenia na spaľovanie odpadov oxidáciou, zariadenia na iné postupy tepelnej úpravy odpadov, ako je pyrolýza, splyňovanie alebo plazmové procesy, ak sa látky vzniknuté pri týchto postupoch následne spália. Zariadením na spoluspaľovanie odpadov je stacionárne technické zariadenie alebo prenosné technické zariadenie, ktorého hlavným účelom je výroba energie alebo iného materiálového produktu, v ktorom sa odpady používajú ako riadne palivo alebo prídavné palivo alebo v ktorom sa odpady tepelne upravujú na účely ich zneškodnenia oxidáciou odpadov, ako aj inými procesmi tepelného spracovania, ako je pyrolýza, splynovanie alebo plazmové procesy, ak sa látky, ktoré pri tomto spracovaní vznikajú, následne spália.

V zákone o ovzduší v § 15 ods. 1 písm. z) a aa) sú zároveň definované podmienky pre prevádzkovateľov spaľovní odpadov, pri ktorých sú povinní zastaviť alebo obmedziť prevádzku spaľovne odpadov.

V § 15 ods. 1 písm. z) a písm. aa) zákona o ovzduší sú zároveň definované podmienky pre spaľovne odpadov a zariadenia na spoluspaľovanie odpadov, pri ktorých sú prevádzkovatelia povinní zastaviť prevádzku alebo ich konkrétnu pec, ak prekračujú emisné limity alebo bezodkladne obmedziť alebo zastaviť prevádzku pri vzniku poruchy dovedy, kým nebude zabezpečená prevádzka podľa § 15 ods. 1 písm. a).

Postup udeľovania povolení na výstavbu a prevádzku spaľovní odpadov a zariadení na spoluspaľovanie odpadov je ustanovený v § 18 zákona o ovzduší. V rámci povoloacieho procesu sa preukazuje, že:

- a) spaľovňa odpadov alebo zariadenie na spoluspaľovanie odpadov sú navrhnuté, vybavené a budú prevádzkované a udržiavané v súlade s ustanovenými požiadavkami podľa tohto zákona, [§ 33 písm. a)] a osobitnými predpismi²²⁾ a pri spaľovaní zohľadňujú kategórie a druhy odpadov,
- b) teplo uvoľnené pri spaľovaní odpadov sa podľa možnosti riešenia bude maximálne využívať, napríklad na kombinovanú výrobu tepla a elektriny, na výrobu pary na priemyselné účely alebo na miestne a diaľkové vykurovanie,

- c) navrhnutý systém merania znečisťujúcich látok vypúšťaných do ovzdušia a zisťovania technických požiadaviek a podmienok prevádzkovania zodpovedá ustanoveným požiadavkám,
- d) množstvo a škodlivosť tuhých a kvapalných zvyškov vznikajúcich pri procesoch spaľovania odpadov sa bude minimalizovať a zvyšky sa budú podľa možnosti recyklovať,
- e) zvyšky, ktorých vzniku nemožno zabrániť a ktorých množstvo nemožno zmenšiť, alebo sa nedajú recyklovať, sa budú zneškodňovať v súlade s osobitnými predpismi.²²⁾

V súlade s § 14 ods. 1 zákona o ovzduší každé nové zariadenie alebo jestvujúce zariadenie stacionárneho zdroja, na ktorom sa vykonáva podstatná zmena, musí zodpovedať najlepšej dostupnej technike a všetky zariadenia stacionárnych zdrojov musia spĺňať ustanovené požiadavky na rozptyl emisií znečisťujúcich látok.

Špecifické požiadavky platné pre spaľovne odpadov a zariadenia na spoluspaľovanie odpadov sú stanovené v § 19 – 23 vyhlášky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 410/2012 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší. Špecifické požiadavky sú uvedené v prílohe č. 5 k vyhláške. Základné podmienky pri spaľovaní zvyškového komunálneho odpadu možno zhrnúť do nasledujúcich bodov:

1. Pri dodávke, prijíme, medziskladovaní a manipulácii s odpadom, ktorý môže byť zdrojom emisií znečisťujúcich látok alebo zápachu, treba vykonať tieto opatrenia:
 - a) zásobník na tuhý odpad musí byť vyhotovený tak, aby sa v ňom mohol trvalo udržiavať podtlak,
 - b) vzdušninu odsávanú zo zásobníka odvádzať do ohniska.
2. Spaľovňa odpadov sa musí prevádzkovať s takou účinnosťou spaľovania, aby obsah TOC vo zvyškovej škvare a spodnom popole z pece bol < 3 % alebo spáliteľný podiel vyjadrený ako strata žíhaním bol < 5 % suchej hmotnosti spálených odpadov. V prípade potreby sa použijú vhodné techniky predúpravy odpadov.
3. Každá spaľovňa odpadov musí byť navrhnutá, vybavená, vybudovaná a prevádzkovaná tak, aby teplota spalín za posledným prívodom spaľovacieho vzduchu riadeným spôsobom a rovnomerne aj pri najnepriaznivejších podmienkach dosahovala počas najmenej dvoch sekúnd hodnotu najmenej 850 °C.
4. Každá spaľovacia komora spaľovne odpadov musí byť vybavená najmenej jedným prídavným horákom, ktorý
 - a) sa automaticky uvedie do prevádzky, ak teplota spalín po poslednom prívode spaľovacieho vzduchu klesne pod hodnotu uvedenú v bode 3 v závislosti od druhu spaľovaných odpadov,
 - b) bude v prevádzke aj počas nábehu a odstavenia, aby teplota v žiadnom intervale spaľovania neklesla pod hodnotu uvedenú v bode 3 v závislosti od druhu spaľovaných odpadov po celý čas, kým sa v spaľovacom priestore nachádza ešte nespálený odpad,
 - c) nesmie spaľovať palivá, ktoré môžu spôsobiť vyššie emisie ako emisie zo spaľovania zemného plynu, skvapalnených uhľovodíkových plynov alebo emisie zo spaľovania plynového oleja zodpovedajúce požiadavkám na kvalitu palív podľa osobitného predpisu.
5. Spaľovňa odpadov a zariadenie na spoluspaľovanie odpadov musia byť vybavené automatickým systémom, ktorý pri prevádzke spaľovne odpadov a zariadenia na spoluspaľovanie odpadov zabezpečí odstavenie prísunu odpadu:

- a) pri nábehu, kým teplota nedosiahne hodnotu ustanovenú podľa bodu 3,
 - b) pri každom poklese teploty pod hodnotu ustanovenú v bode 3,
 - c) v každom prípade, keď kontinuálne meranie ukáže, že v dôsledku poruchy alebo výpadku zariadenia na čistenie odpadových plynov boli prekročené emisné limity.
6. Teplo vznikajúce pri spaľovaní odpadov alebo spoluspaľovaní odpadov musí byť podľa možnosti využité.
 7. Pri prevádzke spaľovne odpadov alebo zariadenia na spoluspaľovanie odpadov treba predchádzať vzniku zvyškov alebo ich tvorbu podľa množstva a škodlivosti v čo najväčšom rozsahu obmedziť. Zvyšky sa musia podľa možnosti zhodnotiť priamo v zariadení na spaľovanie odpadov alebo mimo neho. Prepravu, manipuláciu a dočasné skladovanie prašných suchých zvyškov treba vykonávať takým spôsobom, aby sa zabránilo ich rozptýleniu do životného prostredia. Pri zneškodňovaní alebo zužitkovaní zvyškov zo spaľovania odpadov alebo spoluspaľovania odpadov sa postupuje podľa osobitných predpisov.

Znečisťujúca látka	Limitné hodnoty emisií pre spaľovne odpadov (mg/m ³) pri 11 obj. % O ₂			BAT WI	Spoluspaľovanie odpadov 10 % obj. O ₂ v cementárenskej peci mg/m ³
	Denný priemer	Polhodinový priemer		BAT- AEL	
		A (100 %)	B (97 %)	mg/m ³	
TZL	10	30	10	< 2 - 5	30
SO ₂	50	200	50	5 - 30	50
NO _x	200	400	200	50 - 120	500
TOC	10	20	10	< 3 - 10	10
HCl	10	60	10	< 2 - 6	10
HF	1	4	2	< 1	1
CO	50	100	150	10 - 50	-
NH ₃				2 - 10	
Ťažké kovy	Priemerná hodnota za čas odberu vzorky v trvaní najmenej 30 min a najviac 8 h				
Cd + Tl	spolu 0,05			0,005 - 0,02	0,05
Hg	0,05			< 0,005 - 0,02	0,05
∑Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni +V	spolu 0,5			0,01 - 0,3	0,5
	Priemerná hodnota za čas odberu vzorky v trvaní najmenej 6 h a najviac 8 h.				
PCDD + PCDF	0,1 ng TEQ/m ³			< 0,01 - 0,04	0,1ng TEQ/m ³

Tab. 4: Porovnanie limitných hodnôt emisií pre spaľovne odpadu podľa vyhlášky MŽP SR 410/2012, podľa BAT WI a emisií pre spoluspaľovanie odpadov v cementárenskej peci podľa vyhlášky MŽP SR 410/2012.

Ak v spaľovni odpadov dôjde k prekročeniu emisných limitov podľa § 15 ods. 1 písm. z) zákona alebo pri poruche zariadenie podľa § 15 ods. 1 písm. aa) zákona, treba zabezpečiť tieto požiadavky:

- a) za žiadnych okolností nesmie dôjsť k prekročeniu emisného limitu TZL: 150 mg/m³ vyjadreného ako polhodinová priemerná hodnota,
- b) musia byť dodržané emisné limity pre TOC a CO vyjadrené ako polhodinové hodnoty v bode 1 tejto časti prílohy.

2.3 Legislatívny rámec v oblasti energetiky

Energetické využitie a zhodnocovanie komunálnych odpadov produkuje pri svojom procese teplo a tiež elektrickú energiu. V zmysle zákona č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby je biologicky rozložiteľná zložka nachádzajúca sa v komunálnom odpade, resp. v priemyselnom odpade klasifikovaná ako biomasa, ktorá patrí medzi obnoviteľné zdroje energie. Vzhľadom na to, že používanie biomasy pri výrobe tepla a elektrickej energie nahrádza primárne zdroje energie, predstavuje tak významný príspevok k dekarbonizácii odvetvia energetiky. Je preto pochopiteľné, že podpora pre zvyšovanie podielu energie vyrobenej z OZE je integrovaná aj do legislatívneho rámca a strategických dokumentov v oblasti energetiky.

Základné legislatívne mechanizmy pre podporu výrobu elektriny z OZE sú:

- prednostné pripojenie zariadenia na výrobu elektriny do regionálnej distribučnej sústavy,
- prednostný prístup do sústavy, prednostný prenos, distribúcia a dodávka elektriny,
- povinný odber elektriny prevádzkovateľom regionálnej distribučnej sústavy, za cenu elektriny na straty,
- doplatok,
- prevzatie zodpovednosti za odchýlku prevádzkovateľom regionálnej distribučnej sústavy.

Výroba a dodávka tepla a elektriny sú zaradené k podnikaniu v sieťových odvetviach. V týchto odvetviach má výrobca a dodávateľ média špecifické postavenie vyplývajúce z existencie prirodzeného monopolu a podlieha preto regulácii. Regulácia sa dotýka vecnej a cenovej oblasti podnikania, pričom vecná časť je v kompetencii MH SR a cenovú reguláciu vykonáva URSO.

Regulačný rámec pre oblasť výroby a dodávky tepla a elektrickej energie predstavujú nasledujúce zákony a právne normy:

- Zákon NR SR č. 250/2012 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov
- Zákon NR SR č. 251/2012 Z. z. o energetike v znení neskorších predpisov
- Zákon NR SR č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike v znení neskorších predpisov
- Zákon NR SR č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby v znení neskorších predpisov
- Vyhláška MH SR č. 599/2009 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby

- Vyhláška MPaRV SR č. 295/2011 Z. z., ktorou sa vykonáva § 19b ods. 2 zákona č. 09/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby
- Vyhláška MH SR č. 373/2011 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby
- Vyhláška ÚRSO č. 490/2009 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o podpore obnoviteľných zdrojov energie, vysokoúčinnnej kombinovanej výroby a biometánu v znení neskorších predpisov
- Zákon NR SR č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti
- Zákon NR SR č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov
- Vyhláška ÚRSO č. 18/2017 Z. z., ktorou sa ustanovuje cenová regulácia v elektroenergetike a niektoré podmienky vykonávania regulovaných činností v elektroenergetike v znení č. 207/2018 Z. z. a neskorších predpisov (178/2019 Z. z.)
- Vyhláška ÚRSO č. 248/2016 Z. z., ktorou sa ustanovuje cenová regulácia v tepelnej energetike v znení č. 205/2018 Z. z. a neskorších predpisov

V prípade požiadavky na uplatnenie doplatku, resp. príplatku na cenu dodávanej elektrickej energie vyrobenej vysokoúčinnnou kombinovanou výrobou, resp. z biomasy (uznáva sa aj biologický rozložiteľná časť komunálneho odpadu až do výšky 55 %), je potrebné sa zúčastniť na niektorom kole aukcií organizovaných MH SR.

Osvedčenie na výstavbu energetického zariadenia podľa § 12 odsek 2 zákona o energetike vydáva Ministerstvo hospodárstva SR na základe písomnej žiadosti, kladných stanovísk prevádzkovateľov:

- a) distribučnej sústavy, ku ktorej bude elektroenergetické zariadenie pripojené, k údajom podľa odseku 4 písm. b) bodov 3.1 a 10.1 zákona,
- b) prenosovej sústavy k údajom podľa odseku 4 písm. b) bodov 2, 3.1, 8.1 a 10.1 zákona,
- c) distribučnej siete, ku ktorej bude plynárenské zariadenie pripojené, k údajom podľa odseku 4 písm. b) bodov 3.2 a 10.2 zákona,
- d) prepravnej siete, ku ktorej bude plynárenské zariadenie pripojené, k údajom podľa odseku 4 písm. b) bodov 2, 3.2, 8.2 a 10.2 zákona,
- e) stanovisko ÚRSO pri energetickom zariadení na výrobu elektriny s celkovým inštalovaným výkonom od 1 MW,
- f) stanovisko obce o súlade s územným plánom a o súlade s koncepciou mesta v oblasti tepelnej energetiky.



Obr. 6: Znáznornenie základných väzieb pre získanie osvedčenia na výstavbu energetického zdroja potrebné na pripojenie zdroja do distribučnej siete.

2.3.1 Strategické dokumenty v oblasti energetiky

V oblasti energetiky vláda SR prijala v roku 2019 strategický dokument **Integrovaný národný energetický a klimatický plán na roky 2021 – 2030**, ktorý definuje dlhodobú prioritu energetickej politiky SR vybudovaním konkurencieschopného nízkouhlíkového hospodárstva smerujúceho k uhlíkovej neutralite. Prechod k nízkouhlíkovej ekonomike je spojený s dodatočnými nákladmi, ktoré zaplatia spotrebiteľia alebo daňoví poplatníci. Z tohto dôvodu bude potrebné prijímať opatrenia, ktoré budú rešpektovať princíp prvoradosti energetickej efektívnosti, pričom OZE by nemali byť hlavným cieľom, ale iba jedným z nástrojov transformácie, [11].

Nevyhnutná bude aj maximalizácia využívania nových mechanizmov pre podporu energetického zhodnocovania odpadov. V súlade s týmto strategickým dokumentom bude tiež nutné jasne definovať potrebu budovania nových zariadení na materiálové a energetické zhodnocovanie odpadov so zreteľom na dosiahnutie cieľov Európskej únie pre odpadové hospodárstvo do roku 2035.

Druhým dôležitým strategickým dokumentom na ceste k dekarbonizácii hospodárstva SR je len nedávno vládou SR schválený strategický dokument **Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050**, energetické zhodnocovanie odpadov sa začlenilo k navrhovaným opatreniam na dosiahnutie klimatickej neutrality (podpora projektov, ktoré nahrádzajú fosílna palivá so zabezpečením spoľahlivosti výroby a dodávky elektriny, resp. tepla a zvyšovanie energetického využívania odpadov) a opatreniami na podporu dekarbonizácie energetiky (náhrada uhlia za nízkoemisné zdroje, resp. alternatívne palivá), [11].

2.4 Legislatívny rámec v oblasti povoľovania

Povoľovanie centra cirkulárnej ekonomiky spojeného s energetickým zhodnocovaním odpadu sa začína povoľovaním podľa zákona EIA o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov č. 24/2006 Z. z. a končí sa kolaudačným rozhodnutím podľa zákona o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov č. 39/2013 Z. z.

Základný povoľovací proces je uvedený v tejto tabuľke.

TYP POVOLENIA	VYDÁVA
Posudzovanie EIA – zámer a povinné hodnotenie	MŽP SR
Územné konanie – územné rozhodnutie	Stavebný úrad
Súhlas s vydaním stavebného povolenia časti stavby špeciálnymi stavebnými úradmi v zmysle § 120 ods. 2 Stavebného zákona	Špeciálny Stavebný úrad SIŽP, Inšpektorát ŽP
Osvedčenie na výstavbu energetického zariadenia podľa § 12 odsek (2) Energetického zákona	Ministerstvo hospodárstva SR
Kolaudačné rozhodnutie v zmysle IPKZ zákona	SIŽP, Inšpektorát ŽP

Súčasná legislatíva v oblasti odpadového hospodárstva a súvisiaca legislatíva v oblasti ochrany ovzdušia, posudzovania vplyvov na životné prostredie, integrovanej prevencie a kontroly znečisťovania a v oblasti energetiky v podstate plne transponovali európsku legislatívu. Aktuálne ostáva otvorené ustanovenie zákazu skládkovania odpadov, ktoré neprešli úpravou, predovšetkým vysvetlenie pojmu „úprava“, čo má byť predmetom vykonávacej vyhlášky. Bolo by chybou, ak by sa do odpadárskej praxe zaviedla dnes už v Európe prekonaná mechanicko-biologická úprava. Strategické dokumenty MŽP SR konštatujú nutnosť dosiahnutia cieľov v oblasti nakladania s komunálnymi odpadmi, ale využívanie technológií na energetické zhodnocovanie odpadov sa spomína len okrajovo. Naopak, v strategických dokumentoch pre sektor energetiky je jasne konštatovaný potenciál týchto technológií pre dosiahnutie cieľov klimaticky neutrálnej Európy. Tento rozdielny prístup je zarážajúci o to viac, keď technológie na energetické zhodnocovanie odpadov prinášajú synergický efekt vo forme odklonu od skládkovania a súčasného znižovania emisií skleníkových plynov.

3. ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU A VÝVOJA ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA V SR

3.1 Produkcia a nakladanie s odpadmi v SR

V Slovenskej republike sa sledovanie vzniku a nakladania s odpadmi vykonáva pomocou Regi-onálneho informačného systému o odpadoch (RISO), ktorý sa zakladá na spracovaní ohlá-sení subjektov činných v oblasti vzniku a nakladania s odpadmi podľa zákona o odpadoch. Na účely vedenia evidencie a ohlasovania sú údaje klasifikované podľa Katalógu odpadov. Údaje o vzniku a nakladaní s komunálnymi odpadmi (odpady skupiny 20 podľa Katalógu odpadov) sú preberané zo zisťovaní Štatistického úradu SR. Vývoj celkovej produkcie odpadov od roku 2015 je uvedený v tabuľke 5.

Takto nastavený systém vedenia evidencie a ohlasovania údajov do RISO je pre povinné sub-jekty, najmä pre pôvodcov a držiteľov odpadov, ťažko zrozumiteľný, komplikovaný a administra-tívne náročný, a preto je zaťažený chybami a nepresnosťami. Uvedené problémy sa ešte vypuk-lejšie prejavujú v oblasti komunálnych odpadov, čo potvrdili aj zistenia NKÚ, [13]. Nesprávne údaje o odpade vykazovala takmer polovica kontrolovaných obcí, čo má negatívny vplyv na celonárodnú štatistiku o vzniku a nakladaní s komunálnymi odpadmi. Zákonom č. 302/2019 Z. z. bol ustanovený nový Informačný systém odpadového hospodárstva (ISOH), ktorý bude od 1. januára 2021 slúžiť na zber dát priebežnej evidencie o vzniku a nakladaní s odpadmi. Pokiaľ sa však nezjednoduší evidenčná a ohlasovacia povinnosť najmä v oblasti komunálnych odpadov, nepredpokladá sa, že v dohľadnom čase sa skvalitnia údaje o vzniku a nakladaní s odpadmi.

KATEGÓRIA ODPADU	2015	2016	2017	2018
Komunálne odpady*	1 888 456	1 953 478	2 136 952	2 325 178
Priemyselné ostatné odpady	8 271 717	8 228 893	9 713 734	10 655 334
Priemyselné nebezpečné odpady	403 225	488 883	401 495	497 524
Spolu	10 563 398	10 671 254	12 252 182	13 478 035

* V KO sú zastúpené obe kategórie odpadu, ostatný odpad aj nebezpečný odpad.

Tab. 5: Celkový vznik odpadov v SR v rokoch 2015 – 2018 (t) Zdroj: MŽP SR, ŠÚSR.

Podľa Správy o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2018, [14], od roku 2015 rástla produkcia odpadu vo všetkých sledovaných sférach, t. j. v komunálnej i priemyselnej. **V porovnaní s rokom 2017 predstavuje medziročný nárast vzniku všetkých odpadov v roku 2018 viac ako 10 % a len komunálnych odpadov takmer 9 %.**

Dôležitou súčasťou analýzy vzniku odpadov je ich produkcia podľa priemyselnej činnosti. Tab. 6 udáva množstvá odpadov rozdelené podľa aktivít NACE (SK-NACE Rev.2 podľa **Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady č. 1893/2006**). Najväčšou mierou sa na vzniku odpadov z priemyselných činností podieľa priemyselná výroba, aj keď jej celkový podiel na vzniku odpadov medziročne poklesol na 35 %. Podobne ako v roku 2017, aj v roku 2018 zásadným spôsobom narástol vznik odpadov v sekcii E „Dodávka vody; čistenie a odvod odpadových vôd, odpady a služby odstraňovania odpadov“ a v sekcii H Doprava a skladovanie. V sekcii H možno nárast produkcie odpadov pripísať zvýšenému vykazovaniu čistiarenských kalov z čistiarní odpadových vôd. V ostatných odvetviach neboli zaznamenané žiadne významnejšie zmeny v produkcii odpadov.

SEKCIA	NÁZOV	MNOŽSTVO ODPADOV (t)				
		2014	2015	2016	2017	2018
A	Poľnohospodárstvo, lesníctvo a rybolov	577 480	607 022	788 571	678 152	564 662
B	Ťažba a dobývanie	289 111	317 108	316 627	336 157	296 099
C	Priemyselná výroba	2 641 546	3 298 830	3 445 859	3 908 117	3 865 881
D	Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu	537 055	605 606	957 778	896 497	1 083 488
E	Dodávka vody; čistenie a odvod odpadových vôd, odpady a služby odstraňovania odpadov	1 023 231	652 405	957 950	1 082 492	1 709 439
F	Stavebníctvo	1 391 107	2 086 242	967 276	534 375	590 318
G	Veľkoobchod a maloobchod; oprava motorových vozidiel a motocyklov	357 614	661 564	381 623	563 277	644 832
H	Doprava a skladovanie	101 636	130 144	210 842	1 141 828	1 772 280
I	Ubytovacie a stravovacie služby	3 577	3 820	5 148	4 871	9 943
J	Informácie a komunikácia	2 839	3 669	23 380	3 689	5 460
K	Finančné a poisťovacie činnosti	518	661	462	342	1 434
L	Činnosti v oblasti nehnuteľností	31 440	41 205	103 822	228 667	210 813
M	Odborné, vedecké a technické činnosti	80 840	86 132	369 026	112 506	84 843
N	Administratívne a podporné služby	11 146	18 346	29 941	178 385	74 882
O	Verejná správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	5 216	65 421	28 084	269 702	127 756
P	Vzdelávanie	1 042	2 882	1 582	2 462	2 826

SEKCIA	NÁZOV	MNOŽSTVO ODPADOV (t)				
		2014	2015	2016	2017	2018
Q	Zdravotníctvo a sociálna pomoc	139 441	81 911	91 073	137 496	103 538
R	Umenie, zábava a rekreácia	637	594	1 926	977	1 893
S	Ostatné činnosti	1 333	11 378	36 805	35 236	2 471
X	Nezistené	26 684	0	0	0	0
Spolu		7 223 490	8 674 942	8 717 776	10 115 230	11 152 858

Zdroj: MŽP SR, SAŽP

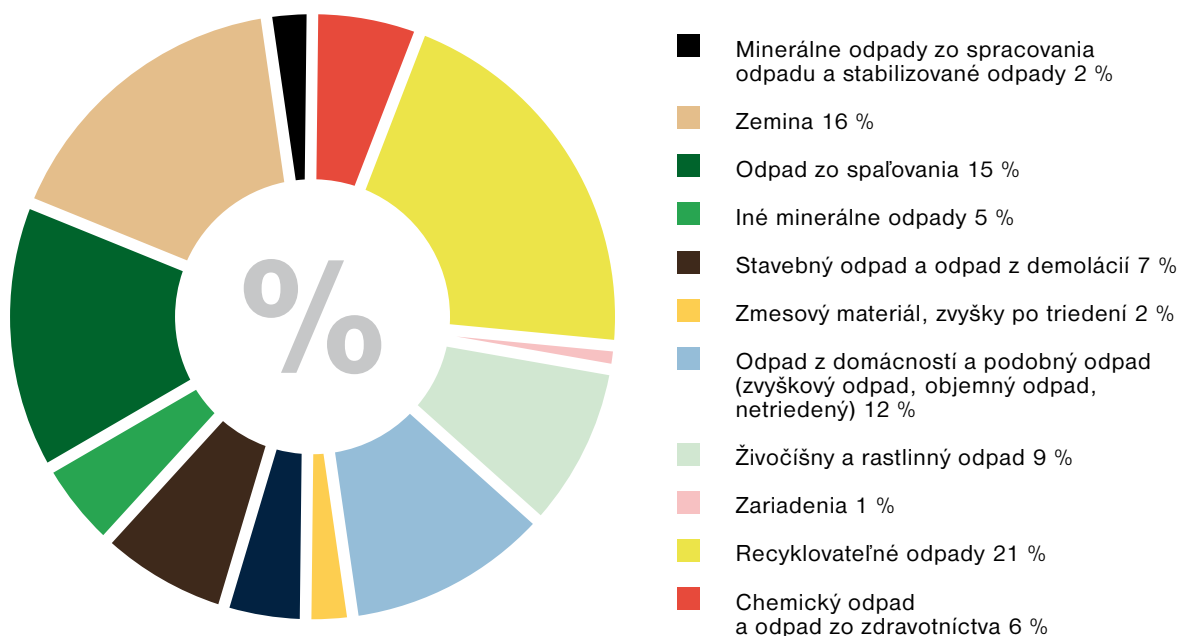
Tab. 6: Vznik odpadu z priemyselných činností v SR v rokoch 2014 – 2018 (SK-NACE Rev. 2) (t).

Iným spôsobom sú klasifikované odpady, ktoré sú sledované Eurostatom v súlade s Nariadením (ES) č. 2150/2002 Európskeho parlamentu a Rady o štatistike odpadov. Toto nariadenie bolo vypracované a schválené s cieľom zabezpečiť porovnateľnosť výsledkov národných štatistík o vzniku a nakladaní s odpadmi. Štatistiky sa zostavujú za všetky ekonomické činnosti (NACE REV 1) a zahŕňajú aj odpad vznikajúci v domácnostiach a odpad vznikajúci pri zhodnocovaní a/alebo zneškodňovaní. Okrem iného umožňuje uvedený spôsob výkazníctva sledovať skupinu recyklovateľných odpadov, teda ich vznik a nakladanie. Patria sem odpady z papiera a lepenky, zo skla, z plastov, zo železných a z neželezných kovov, textilu a dreva. Tabuľkové a grafické vyjadrenie produkcie odpadov za rok 2017 podľa tohto prístupu je uvedené v tab. 7 a na obr. 7. V roku 2017 bolo v Slovenskej republike vyprodukovaných približne **12 miliónov ton odpadu**. To predstavuje **2,2 t odpadu na obyvateľa**.

KÓDY 2150/2002	OZNAČENIE ODPADU	MNOŽSTVO (t)
01-05	Chemický odpad a odpad zo zdravotnej starostlivosti	705 367,87
06-07	Recyklovateľné odpady	2 593 138,47
08	Vyradené zariadenia	72 047,83
09	Živočíšne a rastlinné odpady	1 074 426,67
10.1	Odpad z domácností a podobné odpady (zvyškový odpad, objemný odpad, netriedený odpad)	1 411 879,68
10.2-10.3	Zmiešaný materiál, zvyšky po vytriedení	299 778,93
11	Bežné kaly	476 021,97
12.1	Stavebné odpady a odpady z demolácií	895 808,55

KÓDY 2150/2002	OZNAČENIE ODPADU	MNOŽSTVO (t)
12B	Ostatné minerálne odpady	576 954,38
12.4	Odpady zo spaľovania	1 767 174,55
12.6	Zemina	1 994 037,99
12.8-13	Minerálne odpady zo spracovania odpadov a stabilizované odpady	306 378,85
Spolu		12 173 015,73

Tab. 7: Odpad vyprodukovaný v Slovenskej republike v roku 2017 podľa Nariadenia (ES) č. 2150/2002.



Obr. 7: Odpad vyprodukovaný v Slovenskej republike v roku 2017 v členení podľa Nariadenia (ES) č. 2150/2002.

Odpadové štatistiky však nezohľadňujú určité zvyšky z poľnohospodárstva a lesníctva, ako fekálne látky, slamu alebo iný prírodný poľnohospodársky alebo lesnícky materiál, ktorý nie je nebezpečný a používa sa v poľnohospodárstve, lesníctve alebo na výrobu energie z takejto biomasy procesmi alebo spôsobmi, ktoré nepoškodzujú životné prostredie ani neohrozujú zdravie ľudí. Spravidla sú tiež vyňaté: rádioaktívny odpad, vyradené výbušniny, živočíšne vedľajšie produkty, odpad pochádzajúci z prieskumu, ťažby, úpravy a skladovania nerastných surovín, nekontaminovaná pôda a iný prirodzene sa vyskytujúci materiál vykopaný počas stavebných prác, ak je isté, že sa tento materiál použije na účely výstavby v prirodzenom stave na mieste, na ktorom sa vykopal.

V celkovom nakladaní s odpadmi pokračuje v SR negatívny trend. Podľa Správy o stave životného prostredia SR v roku 2018 pretrvával vysoký podiel skládkovania odpadov na celkovom nakladaní s odpadmi, čo predstavuje 24,8 % pri odpadoch celkom a 53,8 % pri komunálnych odpadoch. Ročne je v priemere na skládky odpadov uložených 3,7 mil. ton, aj keď v roku 2018 bol zaznamenaný určitý pokles, ako uvádza tabuľka 8. **Významne však narastá množstvo odpadov vykazovaných pod inými činnosťami (iné nakladanie).** V roku 2018 to bolo takmer 4 mil. ton, z ktorých časť bola pravdepodobne uložená na skládky odpadov. Energeticky zhodnotených bolo 4 % odpadov a materiálovo sa zhodnotilo 28 % odpadov.

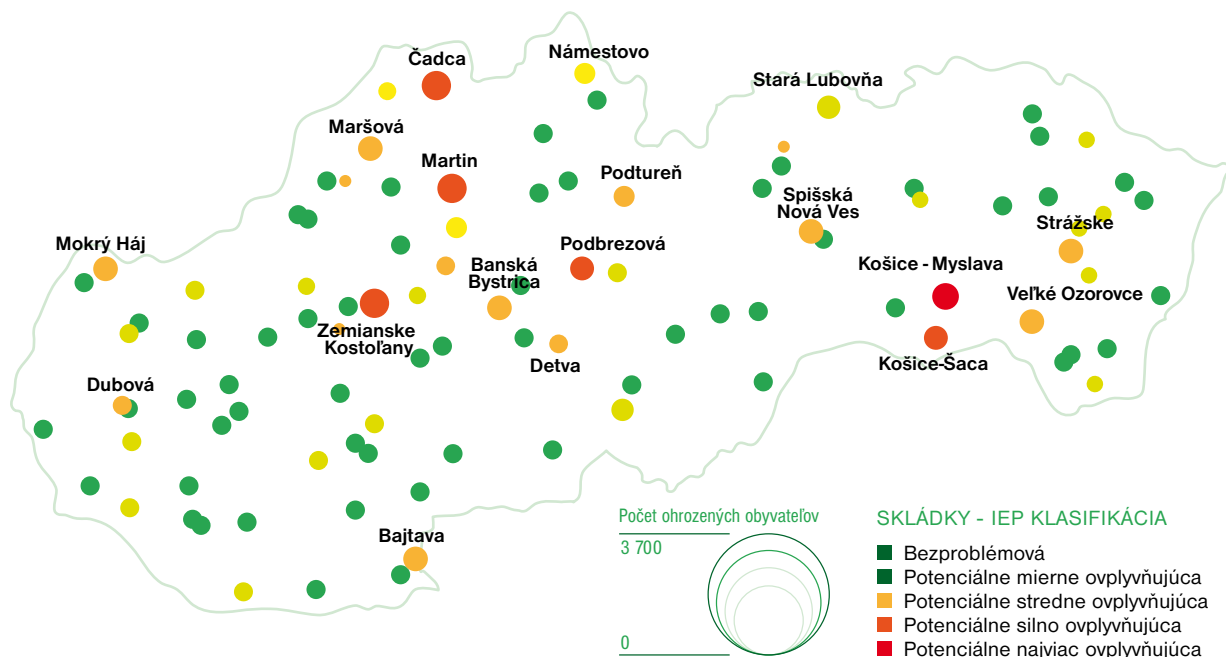
SPÔSOB NAKLADANIA	2014	2015	2016	2017	2018
Skládkovanie	3 776 454	3 933 537	3 789 477	3 830 389	3 352 292
Iné zneškodnenie	546 587	443 759	379 196	405 034	313 079
Spálenie bez energetického využitia	59 944	47 321	36 342	47 109	40 857
Spálenie s energetickým využitím	313 464	323 288	557 795	740 520	569 321
Iné zhodnotenie	775 252	675 958	366 038	336 403	273 159
Materiálové zhodnotenie (recyklácia)	3 285 341	4 753 047	3 707 808	3 846 904	3 721 477
Iné nakladanie	305 372	386 488	1 462 130	2 973 460	3 951 851
Využitie odpadov na povrchovú úpravu terénu			372 468	72 362	1 256 000
Spolu	9 062 414	10 563 398	10 671 254	12 252 182	13 478 035

Tab. 8: Celkové nakladanie s odpadmi v SR v rokoch 2014 – 2018 (t), Zdroj: MŽP SR.

V roku 2018 bolo na Slovensku funkčných 111 legálnych a takmer 6 000 nelegálnych skládok. Lokalizácia legálnych skládok aj s hodnotením ich nebezpečenstva je na obrázku 8, [15].

Podľa údajov Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky je na Slovensku približne 400 zariadení na zhodnocovanie rôznych druhov odpadu, [6].

V súčasnosti sú v prevádzke dve spaľovne komunálneho odpadu (OLO, a. s., Bratislava a KOSIT, a. s., Košice) s celkovou kapacitou cca 300 000 ton ročne. Okrem vyššie uvedených spaľovní komunálneho odpadu je v prevádzke päť spaľovní nebezpečného priemyselného odpadu a päť spaľovní nemocničného odpadu. Viaceré spaľovne odpadu museli ukončiť svoju činnosť, pretože nespĺňali prísne požiadavky európskych právnych predpisov na ochranu ovzdušia. Spoluspaľovanie odpadov sa realizuje v šiestich zariadeniach: CRH Slovensko, a. s. (Rohožník a Turňa nad Bodvou), CEMMAC, a. s., Považská cementáreň, a. s. Ladce, Carmeuse Slovakia, s. r. o, a Mondi, a. s. Žilina, s celkovou kapacitou cca 450 000 ton ročne. Tieto zariadenia však spoluspaľujú väčšinou odpad vo forme TAP dovezený zo zahraničia.



Obr. 8: Prehľad legálnych skládok na Slovensku s vyznačením ich nebezpečnosti, [15].

3.1.1 Nebezpečné odpady

Nebezpečný odpad je odpad, ktorý má aspoň jednu z 15 nebezpečných vlastností, ustanovených v Nariadení Komisie (EÚ) č. 1357/2014. Nakladanie s nebezpečným odpadom je **závažným rizikom pre životné prostredie a zdravie ľudí**. Vznik nebezpečných odpadov kategorizovaných podľa Nariadenia č. 2150/2002 uvádza tabuľka 9.

SKUPINA ODPADU (2150/2002)	2014	2015	2016	2017	2018
Odpady z chemikálií	191 284	216 533	208 931	212 657	292 107
Odpadové oleje	33 860	29 060	33 495	29 880	47 132
Odpady zo zdravotnej a veterinárnej starostlivosti a biologické odpady	12 683	9 445	16 194	17 078	21 637
Recyklovateľné odpady	221	62	130	55	89
Odpad obsahujúci PCB	12	19	18	14	11
Staré vozidlá	1 548	991	34 736	33 271	30 284
Vyradené elektrické a elektronické zariadenia	9 033	6 864	6 834	6 521	8 065
Vyradené časti strojov a zariadení	2 758	3 326	4 779	7 259	12 948
Zmiešané odpady	4 303	3 992	3 854	4 479	7 346
Stavebné odpady a odpady z demolácií	14 937	17 426	23 078	29 821	30 353

SKUPINA ODPADU (2150/2002)	2014	2015	2016	2017	2018
Iné minerálne odpady	6 062	6 254	4 941	12 422	13 967
Odpady zo spaľovania	20 551	43 940	33 479	38 566	22 050
Zeminy	75 421	61 707	116 368	12 775	6 575
Odpady zo spracovania odpadov	5 720	3 944	5 271	2 750	6 719
Solidifikované alebo stabilizované odpady	5 989	5 238	3 939	3 003	12 798
SPOLU	384 381	408 799	496 047	410 551	512 081

Tab. 9: Vznik nebezpečných odpadov v SR v rokoch 2014 – 2018 (t), Zdroj: MŽP SR.

Najväčšie zastúpenie majú odpady z chemikálií, ktoré tvoria až 51% z celkového vzniku nebezpečných odpadov. Druhé najväčšie zastúpenie majú odpadové oleje (9 %). Významné sú aj **odpady zo zdravotnej a veterinárnej starostlivosti**, ktoré tvoria 4,2 %.

V rokoch 2011 – 2013 sa v Slovenskej agentúre životného prostredia realizoval projekt financovaný z Operačného programu Životné prostredie s názvom „Stratégia nakladania s odpadmi zo zdravotnej starostlivosti vrátane realizačného plánu“. Vo výstupoch projektu bolo (okrem iného) konštatované, že

- absentuje plánovanie v oblasti nakladania s odpadmi zo zdravotnej starostlivosti na národnej, ale aj regionálnej úrovni regionálnych plánov/programov odpadového hospodárstva,
- spaľovanie týchto odpadov, predovšetkým infekčných a anatomických, je nezastupiteľné,
- alternatívne spôsoby zneškodňovania odpadov zo zdravotnej starostlivosti, najmä sterilizácia v autoklávoch a následne ukladanie na skládky odpadov, je rizikové pre životné prostredie a zdravie ľudí.

Väčšiu pozornosť treba venovať odpadom zo zdravotnej starostlivosti najmä v súčasnosti v súvislosti s epidemiologickou situáciou, ako aj následnou likvidáciou jej následkov.

Nedostatočnosť súčasného systému vedenia evidencie a ohlasovania údajov sa prejavuje aj v segmente nakladania s nebezpečnými odpadmi. Ako uvádza tabuľka 10, v roku 2018 bol zaznamenaný veľmi vysoký nárast činností vykázaných pod „Iným spôsobom nakladania“. Ide najmä o zhromažďovanie pred ďalším nakladaním. Na jednej strane sa množstvo nebezpečných odpadov uložených na skládky v roku 2018 znížilo, na strane druhej sa zvýšilo množstvo odpadov, s ktorými sa nakladá „iným spôsobom“. Medziročne výrazne (takmer o polovicu) pokleslo spaľovanie odpadu bez využitia energie.

SPÔSOB NAKLADANIA	2014	2015	2016	2017	2018
Energetické zhodnotenie	4 608	2 185	4 216	9 784	7 495
Iné zhodnotenie	14 862	6 631	2 747	2 229	3 174
Iné zneškodnenie	221 438	198 422	148 954	116 838	107 258
Iný spôsob nakladania	13 578	9 973	85 473	93 608	230 996
Materiálové zhodnotenie	59 163	91 299	171 868	82 544	88 560
Skládkovanie	53 155	83 397	68 339	91 037	67 556
Spaľovanie bez využitia energie	17 575	16 892	14 450	14 512	7 041
SPOLU	384 381	408 799	496 047	410 551	512 081

Tab. 10: Nakladanie s nebezpečnými odpadmi v SR v rokoch 2014 – 2018 (t), Zdroj: MŽP SR.

3.1.2 Komunálne odpady

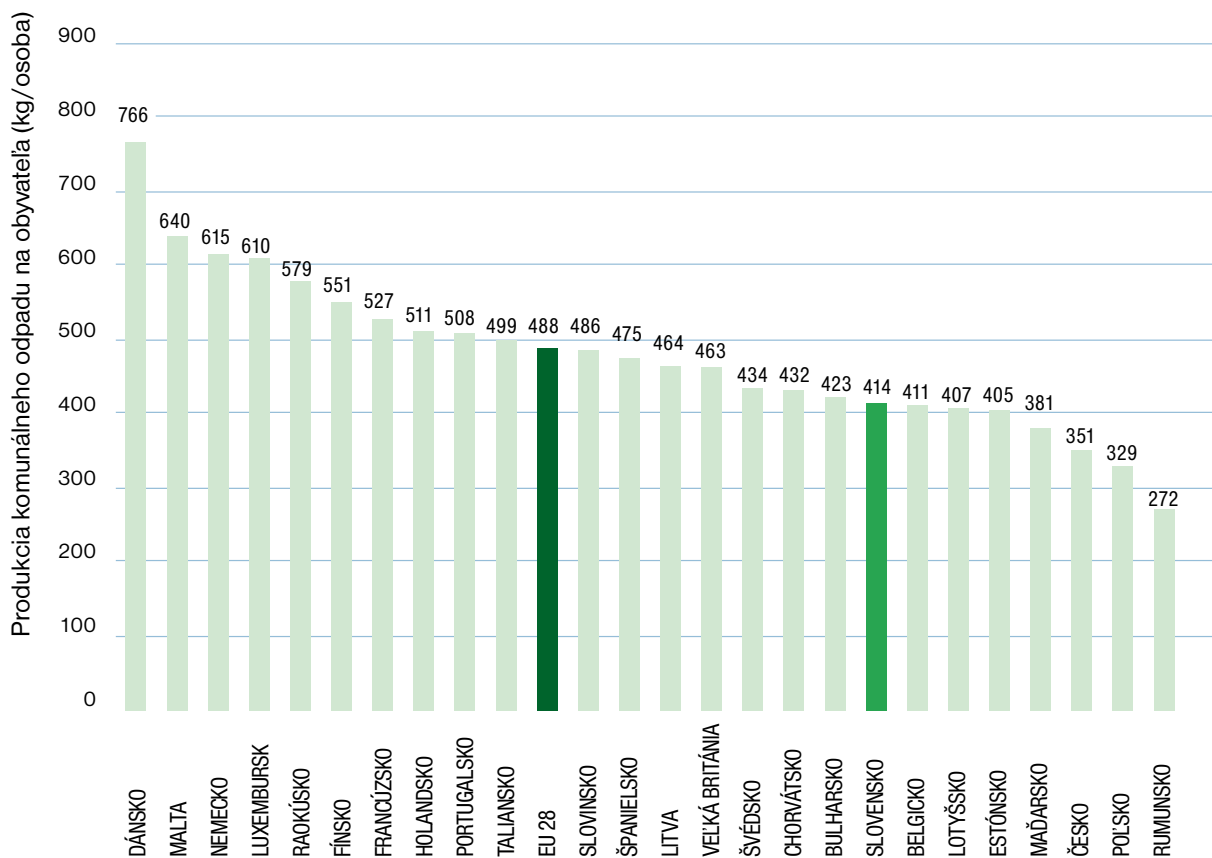
Napriek tomu, že komunálny odpad predstavuje z celkovej tvorby odpadu len určitú časť (okolo 20 %), venuje sa mu najväčšia pozornosť. Medzi hlavné dôvody tejto osobitnej pozornosti je, že za zber a nakladanie s komunálnym odpadom nesie vo všeobecnosti zodpovednosť verejný sektor, teda obce. Nakladanie s komunálnym odpadom je tak viac politickým aspektom starostov ako technicko-ekonomickým riešením.

Definícia komunálneho odpadu zohráva z hľadiska analýzy vzniku, vyhodnocovania trendov, plánovania infraštruktúry a stanovovania cieľov odpadovej politiky najdôležitejšiu úlohu spomedzi všetkých prúdov odpadov. Vzhľadom na novelu rámcovej smernice o odpade bola zákonom č. 460/2019 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon o odpadoch, zmenená aj definícia komunálneho odpadu. Po novom je definícia komunálneho odpadu širšia, keďže už nezahŕňa vymedzenie „okrem odpadov vznikajúcich pri bezprostrednom výkone činností tvoriacich predmet podnikania alebo činnosti právnickej osoby alebo fyzickej osoby-podnikateľa“. Podľa § 80 odsek 1 zákona o odpadoch je **komunálny odpad**

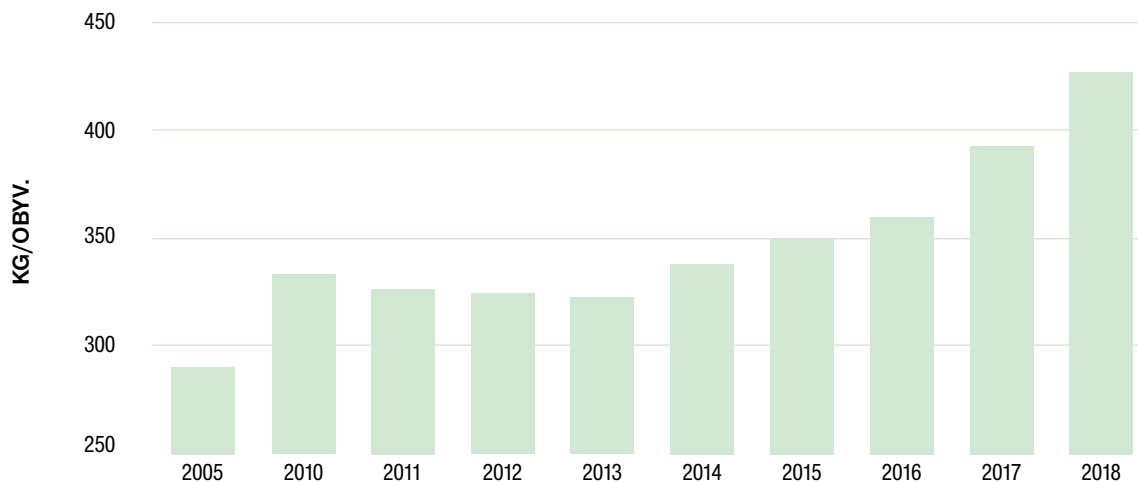
- a) **zmesový odpad a oddelene vyzbieraný odpad z domácností** vrátane papiera a lepenky, skla, kovov, plastov, biologického odpadu, dreva, textílií, obalov, odpadu z elektrických zariadení a elektronických zariadení, použitých batérií a akumulátorov a objemného odpadu vrátane matracov a nábytku,
- b) **zmesový odpad a oddelene vyzbieraný odpad z iných zdrojov**, ak je tento odpad svojím charakterom a zložením podobný odpadu z domácností.

Okrem toho bolo prijaté negatívne vymedzenie pojmu komunálny odpad, t. j., čo komunálnym odpadom nie je. Komunálny odpad nezahŕňa odpad z výroby, odpad z poľnohospodárstva, lesného hospodárstva a rybníctva, odpad zo septikov, kanalizačnej siete a čistiarní vrátane čistiarenského kalu, staré vozidlá, stavebný odpad ani odpad z demolácií.

V roku 2018 vzniklo **v SR 2 325 178 ton komunálnych odpadov**. Každý občan Slovenskej republiky vyprodukoval v roku 2018 priemerne **414 kg komunálnych odpadov**. Toto číslo zahŕňa komunálny odpad po odpočítaní drobného stavebného odpadu, ktorý v rámci štatistik Eurostatu nie je sledovaný a ide o národné špecifikum. V porovnaní s priemerom krajín EÚ 28 dosahuje Slovensko 85 % úroveň produkcie komunálneho odpadu. Treba však uviesť, že produkcia komunálneho odpadu u nás každoročne stúpa, od roku 2005 stúpila produkcia komunálneho odpadu na obyvateľa takmer o 50 % a v posledných rokoch predstavuje medzi-ročný nárast cca 8 %.



Obr. 9: Produkcia komunálnych odpadov v krajinách EÚ 28 v roku 2018 (kg/obyvateľa), [MŽP SR, ŠU SR].



Obr. 10: Vývoj produkcie komunálnych odpadov v SR (kg/obyvateľa), [MŽP SR, ŠU SR].

Množstvo komunálnych odpadov na jedného obyvateľa súvisí s HDP a DMC (domáca materiálová spotreba). Údaje za SR môžu byť skreslené smerom nadol z týchto dôvodov:

- v SR doposiaľ platila užšie vymedzená definícia KO (*de facto* je to vymedzenie pre odpad z domácností a nezahrňa tzv. komerčný odpad),
- závažné chyby v evidencii a ohlasovaniach obcí, ako uvádza aj správa NKÚ,
- veľké množstvo nelegálne umiestneného KO („čierne skládky“), ktoré sú mimo oficiálnych štatistík.

Možno predpokladať, že po implementácii novej definície komunálneho odpadu, ktorá by mala pod komunálny odpad zahrnúť aj časť odpadov skupiny 15 podľa Katalógu odpadov (odpady z obalov), **sa vznik komunálnych odpadov v ďalších rokoch výrazne zvýši** a mohol by dosiahnuť priemer krajín EÚ.

V SR je najpoužívanejší spôsob nakladania s komunálnymi odpadmi skládkovanie. V roku 2018 bolo na skládku odpadov uložených 1,25 mil. ton komunálnych odpadov, na čom má najvyšší podiel zmesový komunálny odpad a objemný odpad. V porovnaní s rokom 2017 bolo na skládku odpadov uložených o 70 000 ton komunálnych odpadov menej. Recyklácia komunálnych odpadov opätovne medziročne stúpla. V roku 2018 bolo recyklovaných 38 % vzniknutých komunálnych odpadov. Energetické zhodnocovanie komunálnych odpadov v roku 2018 pokleslo na 156 000 ton, čo predstavuje necelých 7 %.

SPÔSOB NAKLADANIA	2014	2015	2016	2017	2018
Materiálové zhodnotenie (Recyklácia)	254 734	382 094	450 891	626 924	886 549
Energetické zhodnotenie	185 939	191 432	196 629	197 070	156 770
Iné zhodnotenie	94 617	2	823	0	0
Využitie odpadu na úpravu terénu	0	0	158	0	564
Iný spôsob nakladania	30 394	10 852	15 007	0	896
Spálenie bez využitia energie	3 995	0	0	0	30 047
Iné zneškodnenie	48 403	230	75	0	73
Skládkovanie	1 220 841	1 303 845	1 289 896	1 312 958	1 250 280
Spolu	1 838 924	1 888 456	1 953 478	2 136 952	2 325 178

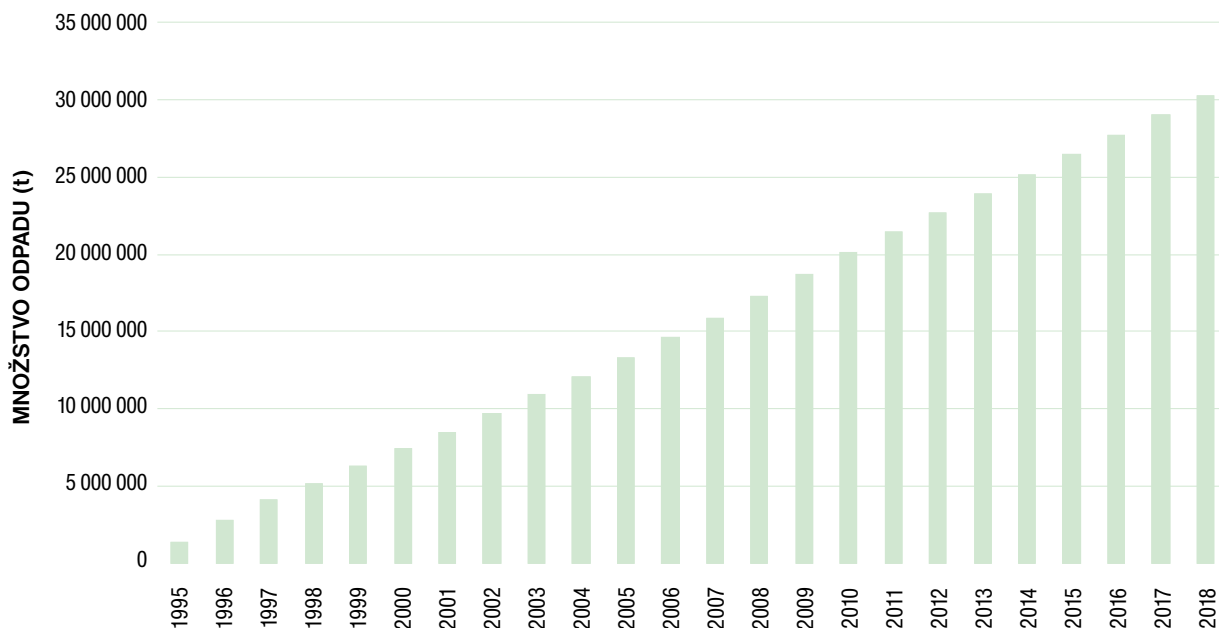
Tab. 11: Nakladanie s komunálnymi odpadmi v SR, (t), Zdroj: ŠÚ SR.

KRAJ	RECYKLÁCIA	SPALOVANIE	SKLÁDKOVANIE
Trnavský kraj	41%	0%	59%
Banskobystrický kraj	41%	0%	59%
Žilinský kraj	40%	0%	60%
Nitriansky kraj	40%	0%	60%
Trenčiansky kraj	37%	0%	63%
Prešovský kraj	36%	0%	64%
Bratislavský kraj	36%	33%	31%
Košický kraj	34%	28%	38%

Tab. 12: Nakladanie s komunálnymi odpadmi v SR podľa krajov v roku 2018 (%), Zdroj: ŠÚ SR.

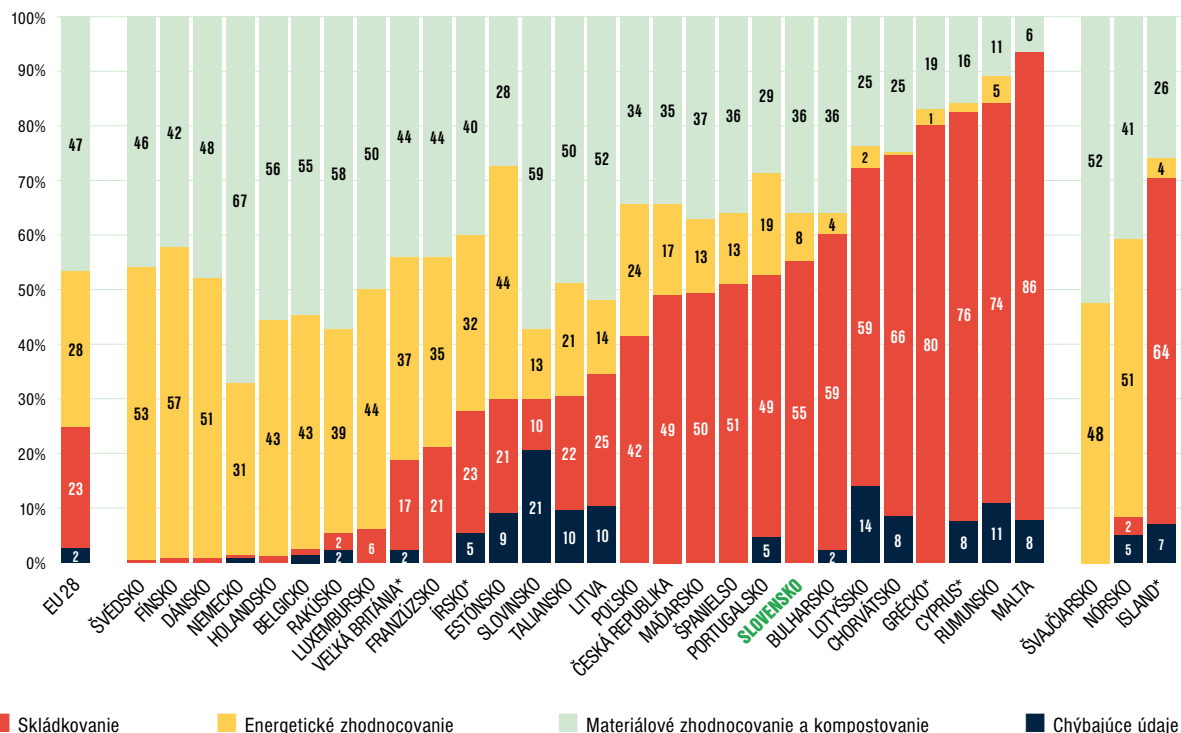
Skládkovanie odpadov je najkritickejším problémom slovenského odpadového hospodárstva. Takéto nakladanie s odpadom má za následok vážne poškodenie životného prostredia (výluh, problémy so zápachom, znečistenie vzduchu výparmi a prachom, emisie skleníkových plynov atď.), a to aj v prípade vykonania technických opatrení. Aktuálne sa v odborných publikáciách čoraz viac diskutuje o riziku per- a polyfluoralkylových zlúčenín (PFAS), tzv. „večné zlúčeniny“, ktoré majú karcinogénny účinok. Tieto zlúčeniny sú súčasťou bežne používaných výrobkov, na skládke sa však z týchto materiálov uvoľňujú a dostávajú sa tak do jednotlivých zložiek životného prostredia.

Skládkovanie tiež obmedzuje potenciálne využitie lokality a okolia po celé generácie. V posledných desaťročiach boli na množstvo skládok po celej Slovenskej republike ukladané rôzne druhy odpadov. Mnohé z týchto starých skládok by sa mali technicky považovať za „reaktorové skládky“, a teda za latentné environmentálne záťaž pre budúce generácie, pretože svoju reaktivitu si zachovávajú stovky rokov. Len za posledných 25 rokov bolo na skládkach uložených takmer 30 miliónov ton komunálneho odpadu.



Obr. 11: Kumulatívne množstvo komunálneho odpadu uloženého na skládkach v SR od roku 1995, Zdroj: MŽP SR, 2019.

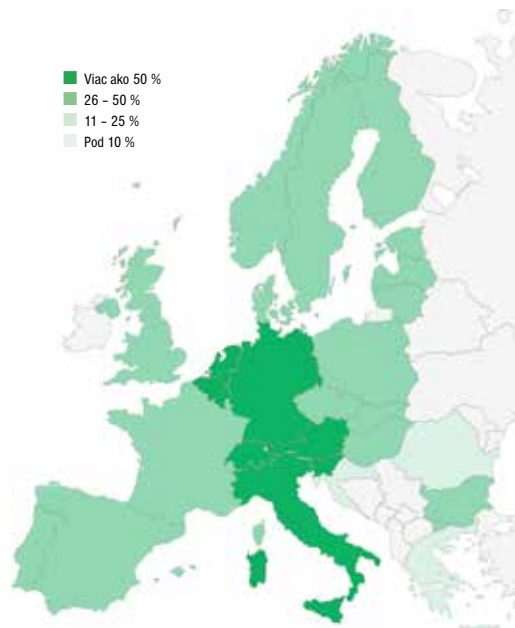
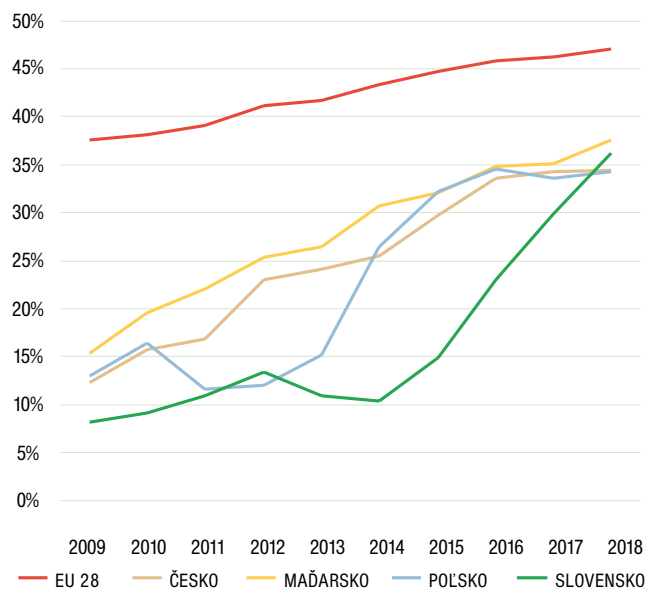
Z tohto hľadiska je preto mimoriadne urgentné hľadať alternatívne riešenia pre bezpečné nakladanie s nerecyklovateľnou zložkou komunálneho odpadu. Inšpiráciu možno nájsť vo vyspelých krajinách EÚ, v ktorých je skládkovanie odpadov úplne minimalizované a nahradené energetickým a materiálovým zhodnotením. Naše zaostávanie je evidentné aj pri porovnaní s ostatnými krajinami V4.



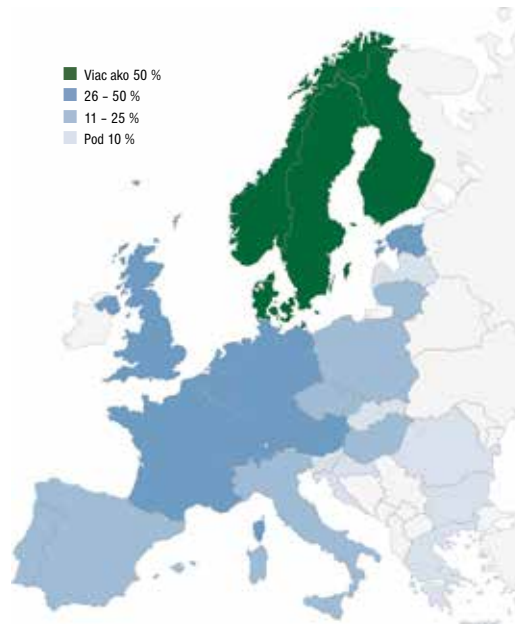
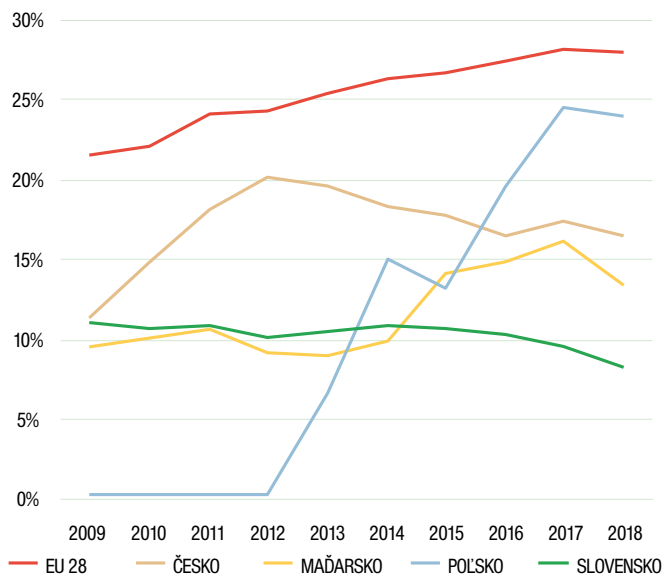
Percentá sú vypočítané na základe ohlásených údajov o komunálnom odpade v jednotlivých krajinách.

* Údaje 2017 (posledné dostupné)

Obr. 12: Nakladanie s komunálnym odpadom v krajinách EÚ (2017), Zdroj: Eurostat.



Obr. 13: Vývoj materiálového zhodnocovania komunálneho odpadu v krajinách V4, Zdroj: Eurostat.



Obr. 14: Vývoj energetického zhodnocovania komunálneho odpadu v krajinách V4, Zdroj: Eurostat.

Krajina	Počet ZEVO	Kapacita (mil. ton ročne)
Francúzsko	126	14,1
Nemecko	121	26
UK	46	9,96
Taliansko	41	6,21
Švédsko	34	5,99
Švajčiarsko	30	4
Dánsko	26	3,47
Belgicko	18	3,41
Nórsko	17	1,61
Holandsko	12	7,8
Španielsko	12	2,88
Rakúsko	11	2,5
Fínsko	8	1,47
Poľsko	5	0,5
Česká republika	4	0,7
Portugalsko	4	1,2
Slovenská republika	2	0,29
Litva	1	0,26
Luxembursko	1	0,16
Maďarsko	1	0,35
Estónsko	1	0,24
Írsko	1	0,23
SPOLU	522	93,9



Obr. 15: Počet a kapacita zariadení na energetické využitie odpadov v EÚ, Zdroj: Eurostat.

3.1.3 Biologicky rozložiteľné odpady

Biologicky rozložiteľné komunálne odpady (BRKO) sú všetky druhy biologicky rozložiteľných odpadov, ktoré možno zaradiť do skupiny 20 Komunálne odpady podľa Katalógu odpadov. Medzi triedené zložky BRKO patria podľa Katalógu odpadov a Stratégie obmedzovania ukládania biologicky rozložiteľných odpadov na skládky odpadov tieto druhy komunálnych odpadov: papier a lepenka (vrátane obalov z papiera a lepenky) (20 01 01), biologicky rozložiteľný kuchynský a reštauračný odpad (20 01 08), jedlé oleje a tuky (20 01 25), drevo (vrátane obalov z dreva) (20 01 38), „zelený“ biologicky rozložiteľný odpad (20 02 01), odpady z trhovísk (20 03 02).

Ako sa uvádza v Správe o stave životného prostredia SR v roku, hlavné ciele (stanovené v legislatíve EÚ a SR) v komunálnej sfére sa zatiaľ nedarí plniť. Na nízkej úrovni je recyklácia komunálnych odpadov a cieľ zvýšiť recykláciu komunálnych odpadov na 50 % do roku 2020 sa nepodarí naplniť. Ako neuspokojivú možno hodnotiť aj oblasť triedeného zberu a zhodnocovania biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov.

KÓD ODPADU	DRUH ODPADU	2014	2015	2016	2017	2018
200101	Papier a lepenka	61 686	65 157	71 011	84 717	103 311
200108	Biologicky rozložiteľný kuchynský a reštauračný odpad	3 212	4 755	27 030	24 788	19 345
200138	Drevo	5 272	7 518	8 651	10 484	13 382
200125	Jedlé oleje a tuky	123	450	176	242	334
200201	Zelený biologicky rozložiteľný odpad	122 085	133 582	129 854	163 248	199 970
200302	Odpad z trhovísk	403	707	632	653	578
	Spolu	192 781	212 169	237 356	284 132	336 919

Tab. 13: Vývoj triedeného zberu biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov v SR (t).

Zdroj: MŽP SR, ŠÚ SR.

Podobne ako za uplynulé roky pokračoval aj v rokoch 2014 – 2018 nárast vytriedených biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov. Z hľadiska množstva bol najväčší medziročný nárast zaznamenaný pri tzv. „zelených“ bioodpadoch a papieri a lepenke. Naopak, pri kuchynskom bioodpade nastal opätovne medziročný pokles. V roku 2018 stúpol triedený zber biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov medziročne o 19 % na 337 000 ton.

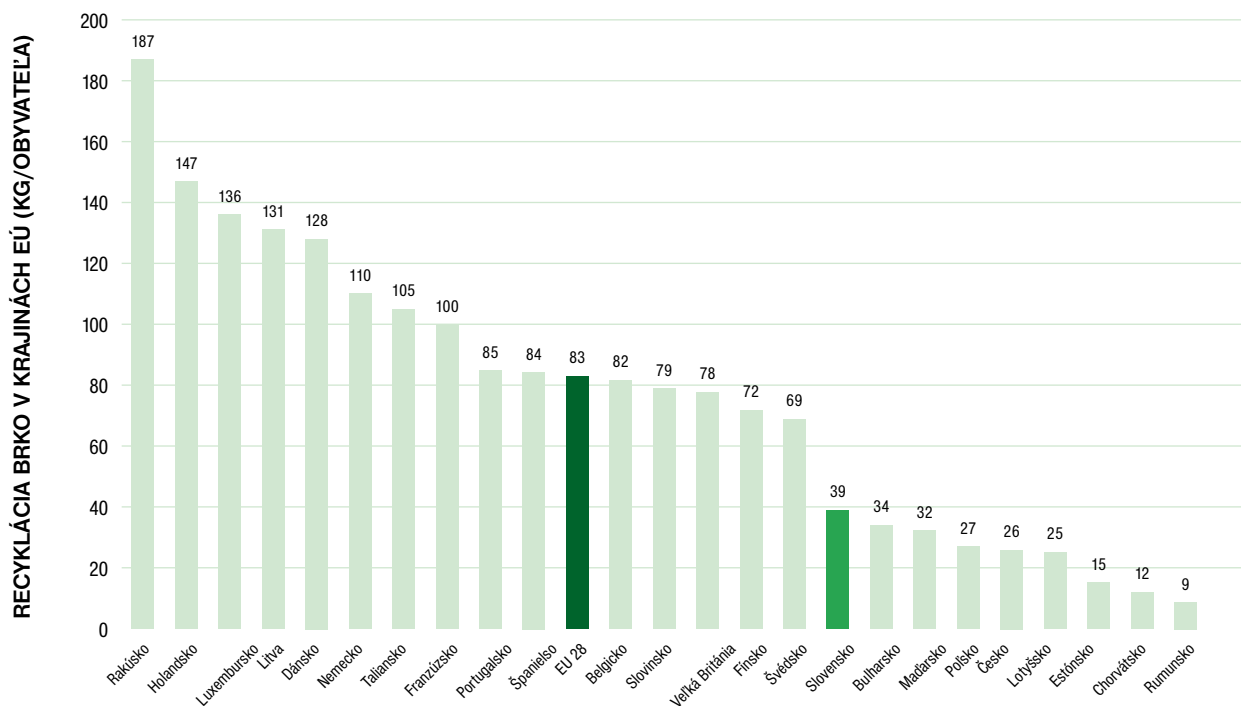
Zariadenia na energetické využívanie biologicky rozložiteľných odpadov možno rozdeliť na spaľovne komunálneho odpadu a rôzne kotolne na biomasu.

Stratégia obmedzovania ukladania biologicky rozložiteľných odpadov na skládky odpadov zvažuje viaceré technológie nakladania s BRKO:

- kompostovanie,
- anaeróbná digestia,
- mechanicko-biologická úprava,
- spaľovanie s využitím energie.

Vo vyššie uvedenej stratégii sa uvádza: „Materiál, ktorý sa v týchto zariadeniach energeticky zhodnocuje, je v prípade spaľovní zmesový komunálny odpad a rôzne druhy netriedených priemyselných odpadov. V prípade kotolní na biomasu je palivo presne špecifikované a ide vo väčšine prípadov o upravené drevné odpady do formy štiepky alebo peletiek. Prínos týchto zariadení je hlavne v tom, že z odpadov dokážu ešte získať tepelnú, popri prípade elektrickú energiu“.

Recyklácia biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov je odlišná medzi pôvodnými a novými členskými štátmi EÚ 28, kde takmer každý nový členský štát, vrátane SR, výrazným spôsobom zaostáva za priemerom EÚ, [9].



Obr. 16: Recyklácia biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov v krajinách EÚ 28 za rok 2018 (kg/obyvateľa). Zdroj: EUROSTAT.

3.1.4 Obaly a odpady z obalov

Vznik a nakladanie s odpadmi z obalov v SR za rok 2018 je prezentované v tabuľke 14. Slovensko patrí medzi krajiny s priemernou úrovňou recyklácie odpadov z obalov. V roku 2017 dosiahla úroveň recyklácie odpadov z obalov 66 %, t. j. len 1 % pod priemerom krajín EÚ 28. Najlepšiu úroveň recyklácie dosahuje Belgicko, 84 %, z ostatných krajín treba vyzdvihnúť Českú republiku, ktorá je v tomto rebríčku na 4. mieste so 74 % úrovňou recyklácie odpadov z obalov.

MATERIÁL	MNOŽSTVO (t)	PODIEL ZHODNOCOVANIA (%)	PODIEL RECYKLÁCIE (%)
Sklo	63 763	68,65	68,60
Plasty	79 233	60,06	51,41
Papier	177 944	79,19	78,94
Kovy	28 434	75,72	75,44
Drevo	34 960	55,75	53,37

Tab. 14: Vznik a nakladanie s odpadmi z obalov v SR za rok 2018.

3.1.5 Recyklovateľné odpady

Príkladom môže byť recyklácia plastového odpadu, ktorá si vo všeobecnosti vyžaduje veľmi čistú frakciu ideálne s rovnakým zložením. Tieto podmienky však nespĺňa plastový odpad z triedeného zberu, ktorý je zmesou rôznych druhov plastov, znečistených zvyškami potravín alebo inými typmi obalov (napr. viečka z hliníkovej fólie). Dokonca aj rovnaký druh plastu (PE alebo PP) sa môže líšiť obsahom rôznych aditív. Len pri skutočne čistej a jednodložkovej frakcii plastového odpadu (napr. PET fľaše alebo odpad vznikajúci pri výrobe plastov), je možné vyrobiť recyklát vysokej kvality a vyhnúť sa efektu „down-cycling“ t.j. postupné znižovanie kvality recyklátu v porovnaní s pôvodným materiálom. Pre plastový odpad horšej kvality alebo znečistené plasty z úpravy a triedenia odpadov pred ich recykláciou je energetické zhodnotenie tou najlepšou metódou nakladania.

Niektoré druhy odpadov môžu byť buď recyklované alebo v prípade ak majú dostatočnú výhrevnosť tak môžu byť predmetom energetického zhodnocovania. Voľba vhodného spôsobu nakladania závisí na kvalite odpadu predovšetkým na jeho kontaminácii a výhrevnosti. Sú to najmä plasty, papier a lepenka, textil a drevo.

V SR bolo v roku 2018 materiálovo zhodnotených 110 000 ton odpadov z plastov, čo predstavuje 51 % z celkového vzniku. Skládkovanie plastových odpadov tvorí 8 %, čo po predchádzajúcom poklese znamená opätovný nárast skládkovania plastov. Energetické zhodnotenie plastov si zachováva pomerne rovnakú úroveň, cca 1 000 ton. Aj v tomto prípade sa iné činnosti nakladania podieľajú na celkovom nakladaní 39%. Ide najmä o zhromažďovanie pred ďalším nakladaním, odovzdanie obchodníkovi a sprostredkovateľovi.

Z hľadiska nakladania dominuje materiálové zhodnocovanie (recyklácia) odpadov z papiera a lepenky, ktoré sa v roku 2018 podieľalo na celkovom nakladaní 61 %. Skládkovanie odpadov z papiera a lepenky sa blíži v percentuálnom vyjadrení k nule, kde v roku 2018 bolo na skládky odpadov uložených cca 1 300 ton. Z iných činností nakladania, ktoré spolu predstavujú 39 %, dominuje odovzdanie odpadu obchodníkovi (32 000 ton), odovzdanie odpadu za účelom zberu (41 000 ton) a činnosť zhromažďovania (43 000) ton.

V roku 2018 bolo na skládky odpadov uložených 16 % textilných odpadov. Ich recyklácia dosiahla v roku 2018 29 %. Zvyšná časť textilných odpadov bola vykázaná pod inými kódmi nakladania, pričom opätovne dominuje činnosť zberu a zhromažďovania.

Vysoký podiel vzniknutých drevených odpadov je zhodnotených energeticky, až 45 %, materiálovo bolo v roku 2018 zhodnotených 21 % odpadov, 34 % vzniknutých odpadov bolo vykázaných pod inými kódmi nakladania. Skládkovanie drevených odpadov je dlhodobou na minimálnej úrovni.

3.2 Prognóza vývoja vzniku komunálnych odpadov v SR

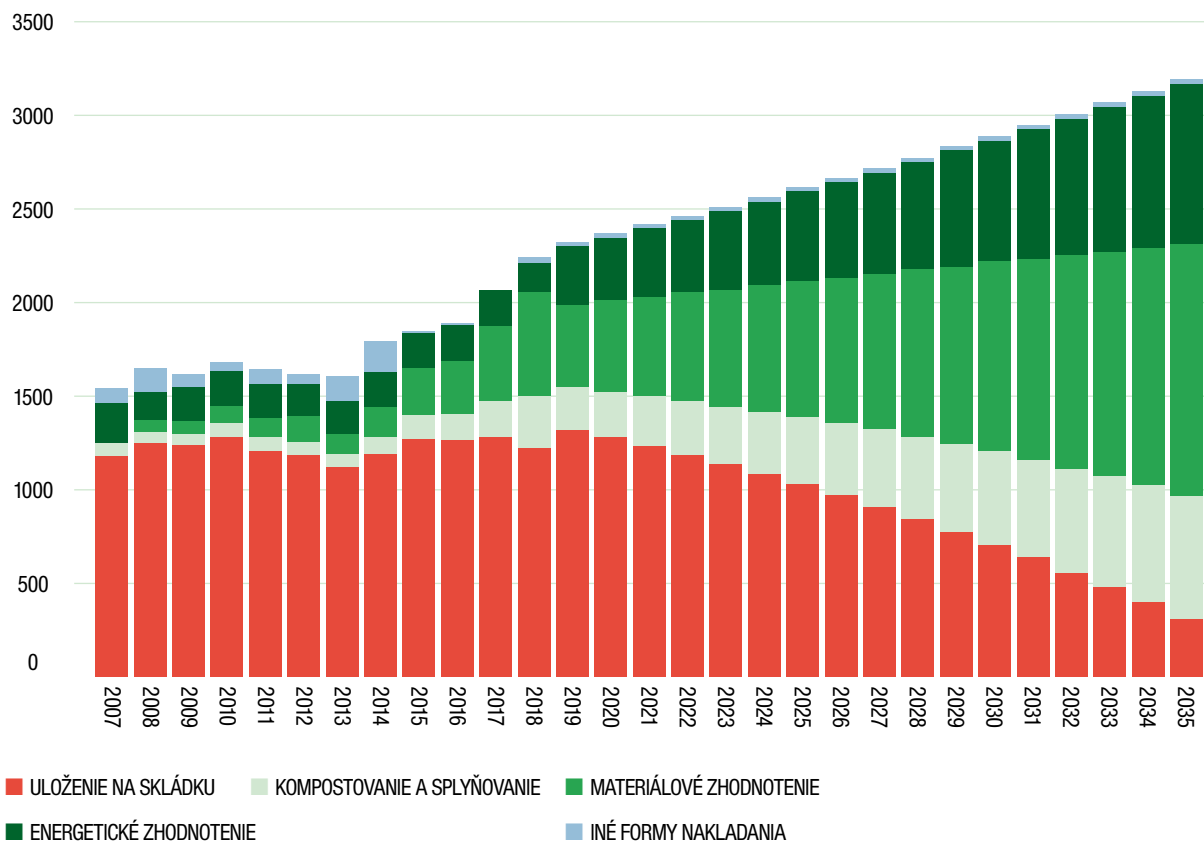
Vývoj produkcie komunálnych odpadov ovplyvňuje mnoho protichodných faktorov. V prvom rade je to rast životnej úrovne, ktorá sa spája s vyššou spotrebou a následne vyššou tvorbou odpadu. Ako bolo prezentované v kapitole 3.1.2, rast produkcie komunálneho odpadu bol v posledných rokoch 8 % s priemernou tvorbou komunálneho odpadu 414 kg na jedného obyvateľa. Na druhej strane stoja ambiciózne ciele EÚ odvíjajúce sa zo Zeleného dohovoru

a Akčného plánu pre obehové hospodárstvo EÚ, ako sú dosiahnuť do roku 2035 úroveň recyklácie zložiek komunálneho odpadu minimálne 65 % a množstvo skládkovaného odpadu znížiť pod 10 %.

V prípade veľmi konzervatívneho tempa rastu produkcie komunálneho odpadu 2 % ročne, v roku 2035 tak vyprodukuje 3,2 milióna ton komunálneho odpadu, čo predstavuje 599 kg na obyvateľa. Na porovnanie, v susednom Rakúsku bola v roku 2018 táto hodnota na úrovni 580 kg/obyvateľa.

Za predpokladu zachovania statusu quo súčasnej úrovne skládkovania odpadov by sme tak kumulatívne do roku 2035 uložili na skládkach takmer 26 miliónov ton odpadu. Pri postupnom znižovaní množstva skládkovaného odpadu až na EÚ požadovaný cieľ 10 % v roku 2035 to bude „len“ 13 miliónov ton komunálneho odpadu.

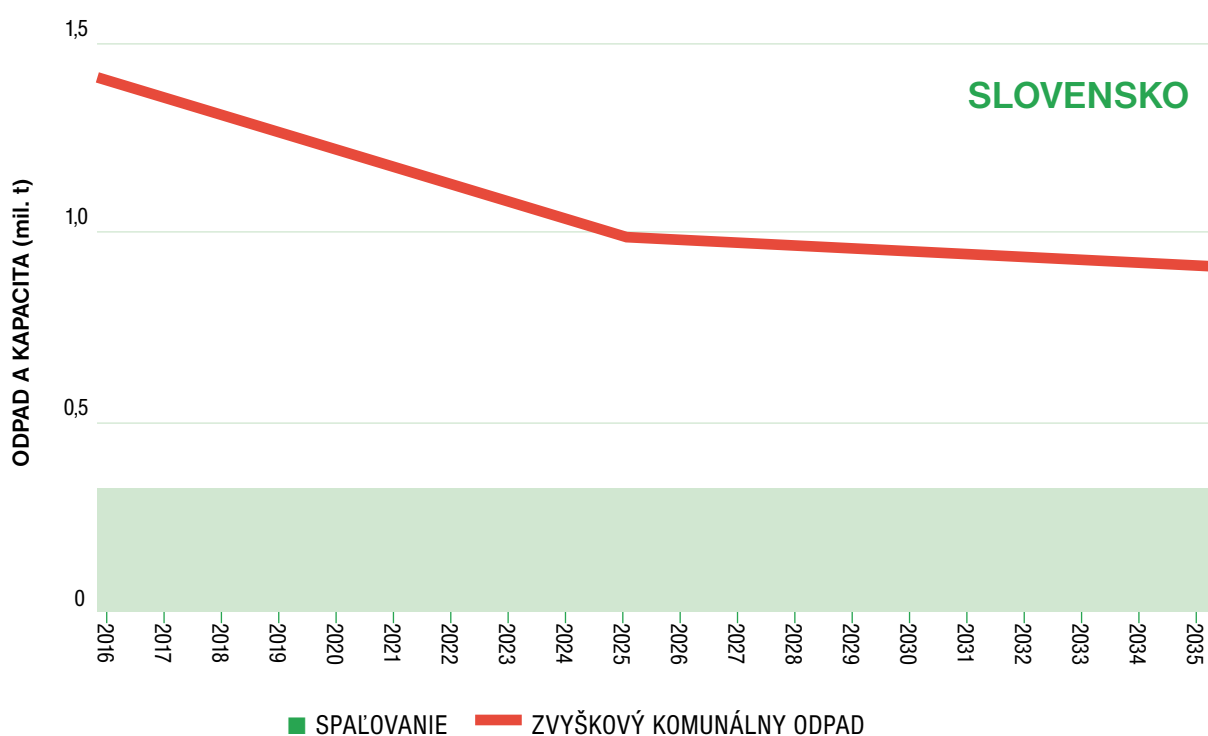
Zároveň bude treba do roku 2035 vybudovať kapacity na recykláciu pre viac ako jeden milión ton komunálnych odpadov ročne za predpokladu, že súčasné spracovateľské kapacity na úrovni cca 800 000 ton odpadu ročne ostanú zachované.



Obr. 17: Prognóza vývoja vzniku a nakladania s komunálnym odpadom do roku 2035 v SR pri 2% ročnom náraste, (tis. t).

Aj za predpokladu splnenia oboch ambiciózných cieľov EÚ ostáva na nakladanie 25 % komunálnych odpadov, čo predstavuje 867 000 ton zvyškového nerecyklovateľného komunálneho odpadu ročne. Práve tento prúd odpadu je ideálnou vstupnou surovinou pre zariadenia energetického zhodnocovania odpadov.

Podobnú analýzu vzniku komunálnych odpadov vo vybraných krajinách EÚ realizovala v roku 2019 spoločnosť Eunomia pre ekologické združenie Zero Waste Europe, [17]. Cieľom analýzy bolo identifikovať potenciál vzniku zvyškového komunálneho odpadu s prihliadnutím na historické údaje, ciele EÚ a existujúce kapacity na spracovanie zvyškového odpadu. Výsledkom tohto hodnotenia pre Slovenskú republiku bolo konštatovanie, že od roku 2025 bude chýbať spracovateľská kapacita pre nerecyklovateľný odpad na úrovni 600- až 700 000 ton komunálneho odpadu (za predpokladu, že súčasné spracovateľské zariadenia s kapacitou cca 300 000 ton ročne zostanú funkčné).



Obr. 18: Prognóza vývoja nedostatočnej kapacity na zhodnotenie zvyškového komunálneho odpadu v SR, [17].

Treba zdôrazniť, že tieto prognózy stále uvažujú s 10 % podielom komunálnych odpadov zneškodnených na skládke, čo v roku 2035 bude predstavovať viac ako 300 000 ton odpadu. Aj tento odpad by však mohol byť odklonený na energetické zhodnotenie, tak ako je už dnes bežnou praxou v Rakúsku, Nemecku alebo vo Švédsku s úrovňou skládkovania pod 1 %. Po zohľadnení súčasnej kapacity zariadení na energetické využitie odpadu sa tak do budúcnosti otvára potenciál na zhodnotenie ďalších 900 000 ton nerecyklovateľného komunálneho odpadu.

Analýza súčasného stavu jasne preukázala dlhodobú dominantnosť skládkovania odpadov v našom odpadovom hospodárstve. Prioritou preto musí byť odklonenie od skládkovania a výrazné navýšenie kapacít pre recykláciu vybraných prúdov komunálneho odpadu na úrovni jedného milióna ton ročne.

Odklon odpadov od skládkovania si vyžaduje venovať pozornosť nerecyklovateľnej časti komunálneho odpadu, ktorá je vo vyspelých krajinách EÚ zhodnocovaná energeticky. Dve nezávislé štúdie [17,40] preukázali, že pri požiadavke dodržania európskych cieľov obehového hospodárstva bude na Slovensku potrebné vybudovať kapacity na nakladanie s nerecyklovateľným odpadom na úrovni 700- až 900 000 ton ročne.

Mimoriadnu pozornosť treba venovať spôsobom nakladania s nerecyklovateľným odpadom vo svetle súčasnej globálnej zdravotnej núdze spôsobenej novým koronavírusom 2019-nCoV. Práve energetické zhodnocovanie odpadov pri vysokej teplote zaručí bezpečné a hygienické nakladanie s kontaminovaným, resp. aj s potenciálne kontaminovaným komunálnym odpadom.

4. METÓDY NAKLADANIA S NERECYKLOVATEĽNÝM ODPADOM

4.1 Zneškodňovanie odpadov skládkovaním

Napriek najnegatívnejšiemu vplyvu na životné prostredie a skutočnosti, že sa nachádza na úplnom dne hierarchie odpadového hospodárstva, ostáva zneškodňovanie odpadov skládkovaním stále najpoužívanejšou metódou na nakladanie s odpadmi v Slovenskej republike. V roku 2018 skončilo na skládkach viac ako 55 % vyprodukovaného komunálneho odpadu.

Táto skutočnosť je ešte hrozivejšia vo svetle zúfalého technického stavu slovenských skládok. Už v roku 2013 EÚ upozornila Slovenskú republiku na porušovania práva EÚ v súvislosti so skládkou odpadu Považský Chlmec (INF/19/5950). Výsledkom bol rozsudok súdneho dvora EÚ zo 4. 7. 2018 s paušálnou pokutou 1 mil. eur a vzhľadom na pokračovanie porušovania týchto predpisov až do 27. 12. 2018 bola SR povinná uhradiť aj denné penále v celkovej výške 885 000 eur, [18].

V marci 2019 Európska komisia zaslala Slovensku ďalšiu Formálnu výzvu a Odôvodnené stanovisko (MEMO/19/1472) z dôvodu porušenia právnych predpisov EÚ týkajúcich sa skládok odpadov (smernica o skládkach odpadov, smernica Rady 1999/31/ES). Podľa pravidiel EÚ mali členské štáty do 16. júla 2009 zatvoriť skládky odpadov, ktoré nespĺňali požiadavky smernice. Výnimkou boli prípady, ak poskytli primerané „plány úpravy skládky“, ktoré by im umožnili naďalej prijímať a ukladať odpad. Na **Slovensku** je v súčasnosti stále v prevádzke 21 skládok odpadov bez plánu úpravy. Ďalších 14 už nie je v prevádzke, ale ešte stále neboli uzavreté, ako sa vyžaduje v smernici. Komisia začala konanie o nesplnení povinnosti a v apríli 2017 zaslala slovenským orgánom formálnu výzvu. Pri riešení situácie sa nezaznamenal dostatočný pokrok, a preto sa Komisia rozhodla zasláť odôvodnené stanovisko. Prípado doteraz nie je uzavretý a konanie stále prebieha, [19].

Skládkovanie odpadov je súčasťou integrovaného systému odpadového hospodárstva. Skládky však musia spĺňať prísne technické opatrenia tak, aby sa minimalizoval ich negatívny vplyv na životné prostredie, najmä znečisťovanie povrchových vôd, podzemných vôd, pôdy a ovzdušia, a na globálne životné prostredie vrátane skleníkového efektu, ako aj akéhokoľvek rizika pre zdravie ľudí, ktoré by ukladanie odpadu na skládku mohlo predstavovať počas celého životného cyklu skládky v súlade so smernicou Rady 1999/31/ES z 26. 4. 1999 o skládkach odpadov.

K technickým opatreniam dobre manažovaných skládok patrí:

- dostatočná prirodzená, resp. umelá tesniaca vrstva,
- riadený proces odvádzania, kontroly a čistenia priesakových kvapalín,
- mechanické zhutňovanie odpadu,
- systém na extrakciu skládkového plynu s povrchovým tesnením skládky,
- opatrenia na zabránenie šírenia zápachu, prachu a možnosti požiarov,
- monitorovací systém okolia skládky.

Napriek aplikácii všetkých týchto opatrení existuje latentné riziko ich zlyhania s katastrofálnymi následkami pre životné prostredie a obyvateľov v blízkosti takýchto zariadení.

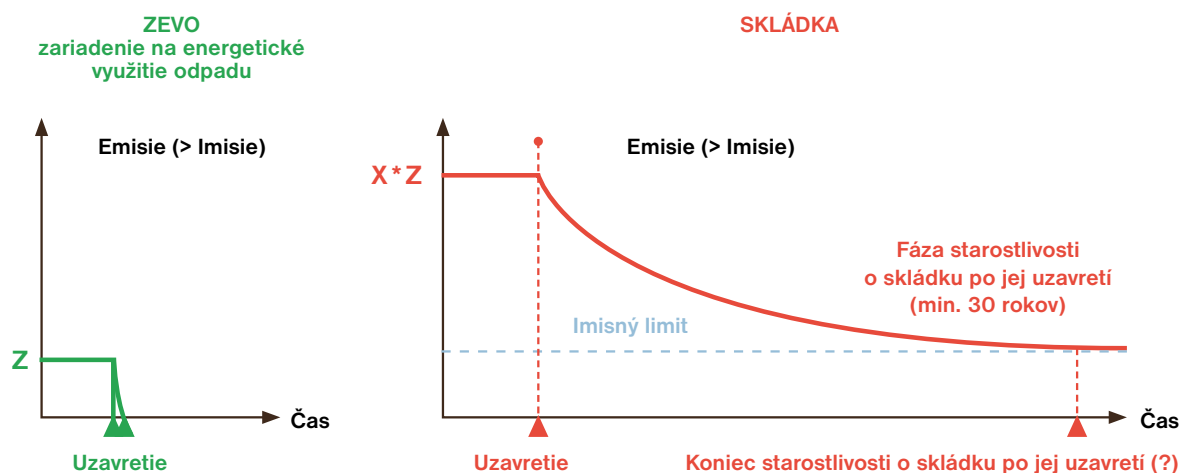
Získavanie skládkového plynu a jeho následné energetické využitie je jediným aspektom, ktorý môže aspoň sčasti kompenzovať negatívne vplyvy skládkovania na životné prostredie (pri skládkovaní odpadov sa do ovzdušia uvoľňuje metán, skleníkový plyn, ktorého skleníkový efekt je 25-krát vyšší ako oxid uhličitý).

Na základe doterajších skúseností z Rakúska možno očakávať pri prevádzke skládky tvorbu približne 200 m³ bioplynu na tonu komunálneho odpadu za maximálne obdobie približne 30 rokov. Z dôvodu nevyhnutného otvoreného priestoru potrebného na činnosť zneškodňovania odpadov a nedokonalého utesnenia skládky však možno zhodnotiť približne iba 40 % skládkového plynu. Priemerná kalorická hodnota skládkového plynu je asi 6 kWh/m³, čo umožňuje získať približne 480 kWh, resp. 1 700 MJ na tonu odpadu. Maximálne energetické zhodnotenie prostredníctvom takejto prevádzky skládky je preto asi 5- až 6-násobne nižšie, ako je kalorická hodnota, ktorá je k dispozícii pre energetické zhodnotenie odpadu prostredníctvom zariadení na energetické využitie odpadu ZEVO, [1].



Obr. 19: Získavanie skládkového plynu zo starej skládky komunálneho odpadu vo Viedni s kapacitou výroby elektrickej energie 7,9 MWh, [1].

Na nasledujúcom grafe je porovnanie vývoja emisií znečisťujúcich látok v čase z moderného zariadenia ZEVO a z manažovanej skládky komunálneho odpadu vrátane starostlivosti o skládku po jej uzavretí až do dosiahnutia akceptovateľných emisných limitov pre znečistenie vody, pôdy a ovzdušia.



Parameter	Küpelbeck & Ehling (2000)	Heyer et al. (1997)	Kruse (1994)	Belevi & Baccini (1989)
C org.				500 - 1700
CHSK	65 - 320	80 - 360	280	
Cl	25 - 130	90 - 250	210	100 - 150
AOX	40 - 100	30 - 120		

Obr. 20: Porovnanie emisií zo ZEVO a zo skládky komunálneho odpadu vrátane lehoty potrebnej na dosiahnutie akceptovateľného stavu životného prostredia po jej uzavretí, hodnoty v tabuľke sú uvádzané v rokoch [1].

Spracovanie priesakových kvapalín zo skládok je ďalšie nevyhnutné technické opatrenie pre spoľahlivé prevádzkovanie skládky odpadov počas jej využívania a samozrejme, aj v čase po jej uzavretí. Najúčinnější technológia spracovania výluhu sa zakladá na princípe reverznej osmózy, čo je filtračný proces cez technickú membránu. Umožňuje odstránenie viac ako 99,9 % organických a anorganických znečisťujúcich látok, ako aj amónnych iónov. Vyčistený permeát môže byť vypustený podľa požadovaných štandardov kvality priamo do vodného toku alebo použitý na zavlažovanie v poľnohospodárstve. Koncentrát (so zachytenými nebezpečnými organickými a anorganickými znečisťujúcimi látkami) si vyžaduje ďalšie spracovanie, ktorým je špeciálne spaľovanie v súlade s aktuálnym stavom techniky (napr. v spaľovniach na spaľovanie nebezpečného odpadu alebo pri výrobe cementového slinku), [1].

Proces reverznej osmózy je energeticky náročný proces, ktorý vyžaduje asi 10 až 15 kWh elektrickej energie na spracovanie 1 m³ výluhu, ktorá je potrebná na dosiahnutie požadovaného vysokého tlaku cca 60 barov (v špeciálnych zariadeniach na reverznú osmózu s dvojitými systémami až do 150 barov) s cieľom uľahčiť filtračný proces cez technické membrány. Kapacita jednotlivých zariadení na plne automatizované spracovanie výluhu sa môže pohybovať od 0,4 do 50 m³ za hodinu, [1].

Parameter	Koncentračné hodnoty vo výluhu na vstupe do RO	Koncentračné hodnoty v permeáte na výstupe z RO
CHSK (chemická spotreba kyslíka)	50 000 mg/l	< 50 mg/l
BSK ₅ (biologická spotreba kyslíka)	40 000 mg/l	< 15 mg/l
Celkový N (celkový dusík, vrátane NH ₃)	3 000 mg/l	< 10 mg/l
SS (suspendované pevné látky)	1 500 mg/l	< 1 mg/l

Tab. 15: Účinnosť čistenia výluhov zo skládok procesom Reverznej osmózy (RO), [1].

Medzinárodná asociácia pre odpad (ISWA) vo svojom dokumente publikovanom v roku 2015, zdôraznila globálny dopad skládkovania odpadov a vyzvala medzinárodné organizácie a vlády aby prijali programy, iniciatívy a investície, ktorých výsledkom bude svet bez skládok, [1].

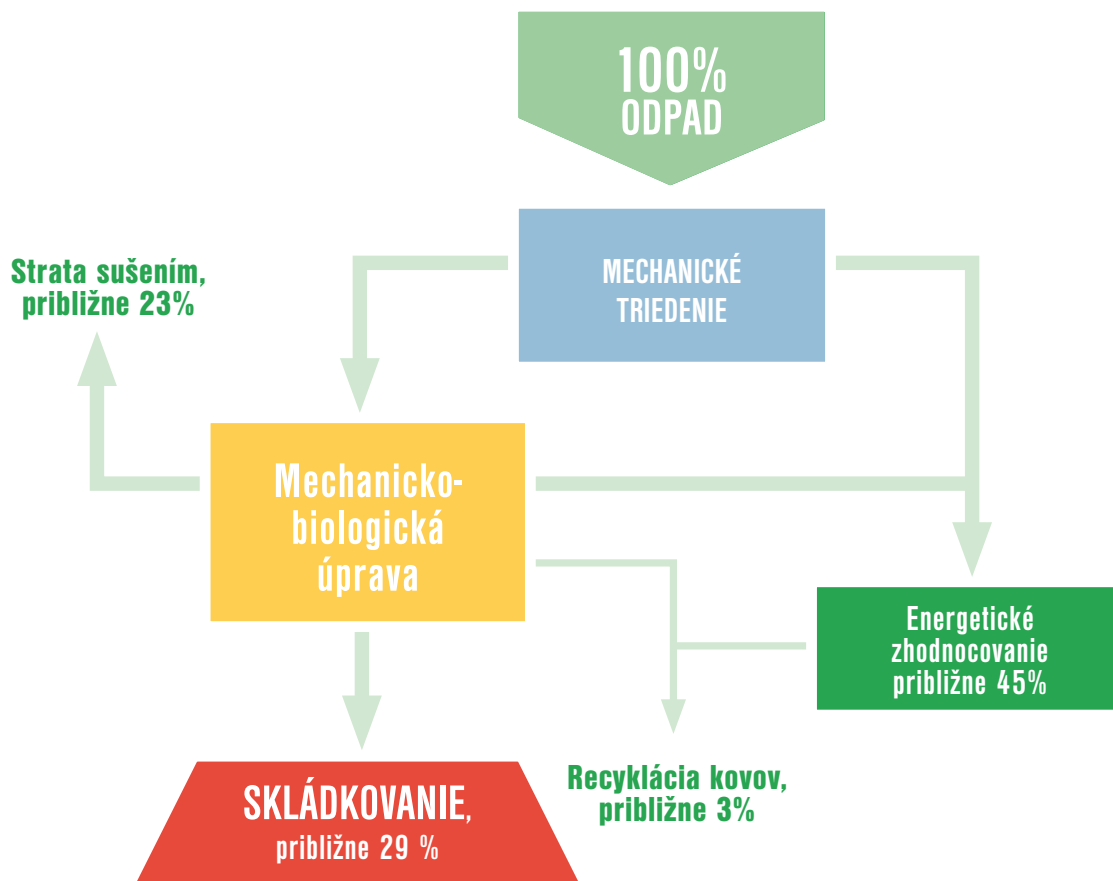
V priamom kontraste snáh EÚ o dosiahnutie prvého klimaticky neutrálneho kontinentu do roku 2050 je skutočnosť, že Slovenská republika od roku 1990 zvýšila emisie skleníkových plynov uvoľňovaných zo skládok o viac ako 75 %, na súčasných (2017) 1 141 kt CO₂eq. Pre dosiahnutie cieľa skládkovania komunálnych odpadov do roku 2035 maximálne do 10 % je nevyhnutné prijať sériu opatrení na zabezpečenie presmerovania toku odpadov na vyššiu úroveň v rámci hierarchie odpadového hospodárstva. Súčasťou týchto opatrení musí byť inventarizácia voľných kapacít skládok a výrazne regulovať rozširovanie existujúcich skládok, resp. budovanie nových skládok.

4.2 Mechanicko-biologická úprava odpadov

Mechanicko-biologická úprava (MBT) zmiešaných tuhých odpadov spočíva v kombinácii mechanického spracovania s biologickou úpravou ako aeróbnou stabilizáciou alebo anaeróbnou digesciou. Predsatuje súbor viacerých technológií, ktorých snahou je vyťažiť zo zmesového komunálneho odpadu ešte ďalšie využiteľné látky. MBT zmesového komunálneho odpadu má viesť k jeho stabilizácii a redukcii konečného objemu. Nevyriešeným problémom však ostáva využitie takto vytriedených zložiek.

V technológii MBT sa zmesový komunálny odpad drví a potom sa triedi na rôznych sitách, výsledkom sú tri hlavné zložky:

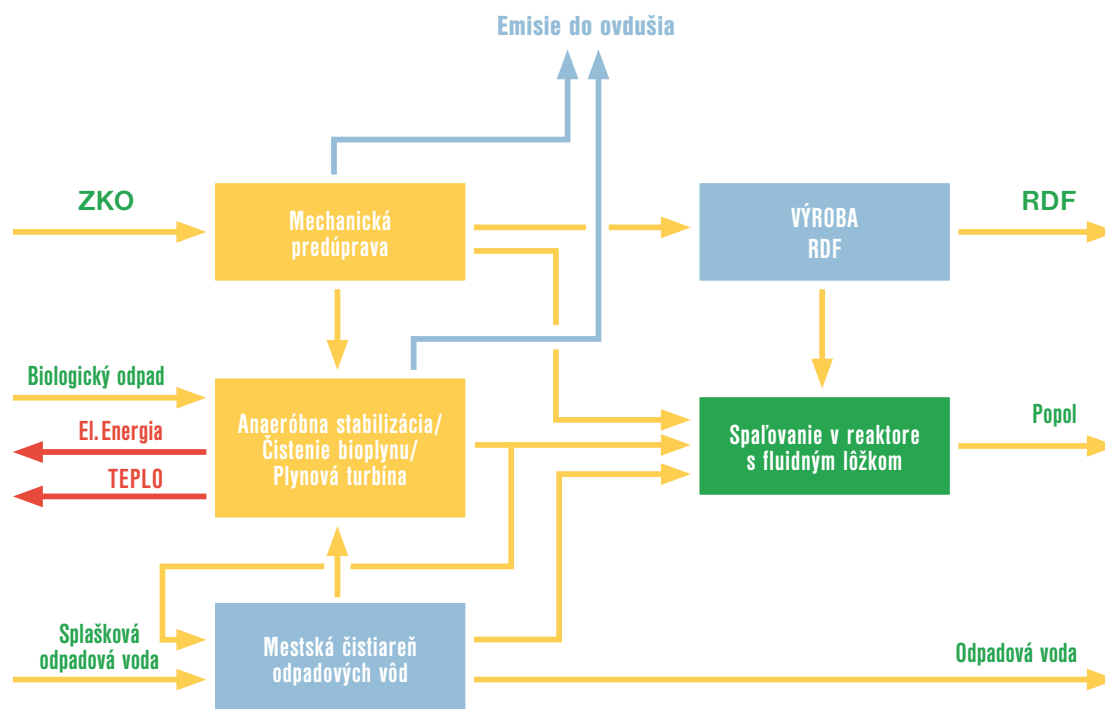
- ľahká frakcia (suchá), v ktorej sú hlavne kusy papierov, plastov. Táto frakcia najčastejšie slúži na výrobu alternatívneho paliva, pre zariadenia na energetické využitie odpadov,
- ťažká frakcia (vlhká), v ktorej sú všetky ostatné zvyšky, hlavne biologicky rozložiteľné látky. Táto frakcia sa ďalej spracováva, buď aeróbne, alebo anaeróbne. S prístupom vzduchu sa uskutočňuje kompostovanie a výsledný produkt slúži ako kompost. Pri spracovaní bez prístupu vzduchu sa anaeróbnym vyhnívaním získava metán, ktorý sa použije na výrobu energie a zvyšok sa opäť kompostuje,
- zvyšok určený na skládkovanie.



Obr. 21: Hmotnostný tok jednotlivých frakcií technológie MBT, [1].

Problém ľahkej frakcie je kvalita vyseparovaných zložiek, na základe dlhoročných skúseností z Nemecka a Rakúska tvorí materiálová recyklácia len 3 % (hlavne kovy). Väčšina ľahkej frakcie (45 %) sa využije na výrobu alternatívneho paliva RDF. Tento materiál má vyššiu výhrevnosť (15 – 18 MJ/t) ako pôvodný zmesový komunálny odpad (10 MJ/t), preto je jeho spracovanie v zariadeniach na energetické využitie odpadov obmedzené. V určitej miere RDF môže nahradiť primárne zdroje palív v cementárskom priemysle. Proces spoluspaľovania v cementárňach však kladie veľký dôraz na homogenitu vstupného materiálu, minimálny obsah chlóru a ťažkých kovov, [1].

Biologické spracovanie ťažkej frakcie, či už aeróbne, alebo anaeróbne má tiež svoje úskalia, keďže je kontaminovaná anorganickými látkami, kovmi, mikroplastmi, sklom (zvyšky monočlánkov, žiaroviek, liekov...). Využitie kompostu kontaminovaného škodlivými látkami na poľnohospodárske účely predstavuje zdravotné riziko a v konečnom dôsledku vo väčšine prípadov končí na skládke. Pri anaeróbnom spracovaní je benefitom získaný metán, ale zvyšok po takejto úprave končí rovnako na skládke. Ani tým však problémy nie sú vyriešené. Táto jemnozrnná frakcia má veľmi nepriaznivé vlastnosti pri skládkovaní, má veľmi nízku priepustnosť, čo spôsobuje, že dažďová voda sa nevsakuje do drenáží, ale odteká po povrchu do okolia, [20].

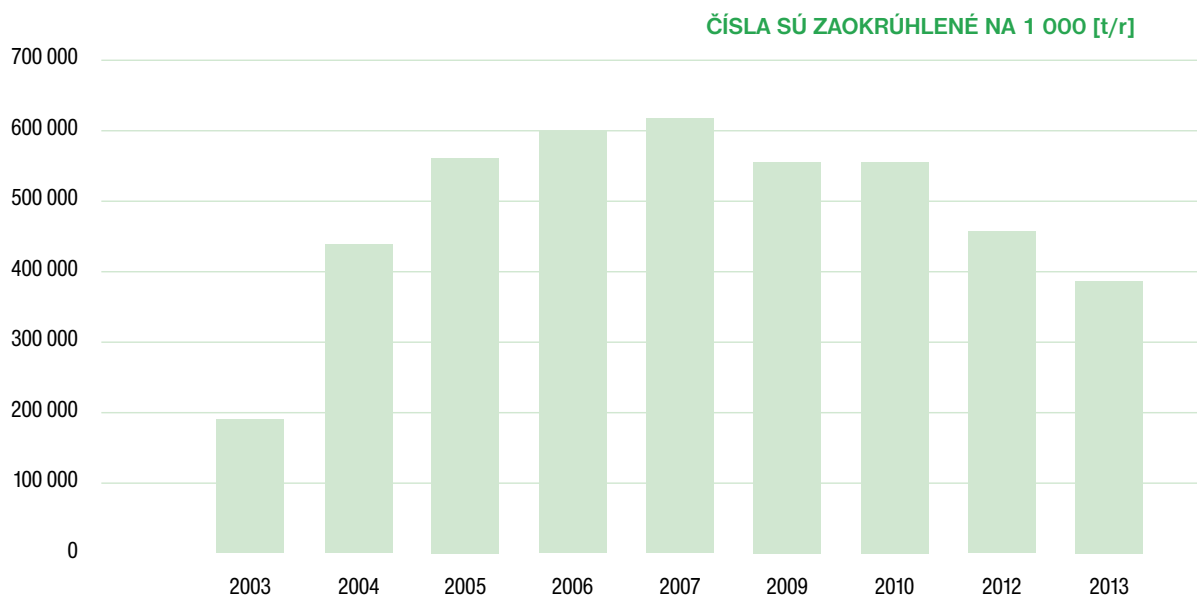


Obr. 22: Bloková schéma technológie MBT s výrobou RDF a zo spaľovaním bioplynu, [1].

Na základe zahraničných skúseností s technológiami MBT končí 20 až 30 % spracovaného odpadu na skládke. Technológia MBT síce zabráni skládkovaniu komunálnych odpadov pod katalógovým číslom 20, ale reálne sa na ňu dostanú pod katalógovým číslom 19. V konečnom dôsledku technológia MBT tak ani nespĺňa svoj pôvodný cieľ a predstavuje len zbytočný medzikrok v procese energetického zhodnocovania odpadov, ktorý len neefektívne zvyšuje náklady na spracovanie zmesového komunálneho odpadu. Priemerné náklady na spracovanie jednej tony komunálneho odpadu v zariadení MBT sa pohybujú v rozsahu 65 – 75 eur, [21].

Jediným reálnym prínosom technológie MBT tak ostáva výroba RDF a jeho následné použitie ako palivo schopné nahradiť fosílna palivá v procese spoluspaľovania, napr. pri výrobe cementu. Z environmentálneho pohľadu ide o pozitívny prístup. Z pohľadu ekonomiky je však tento prístup dlhodobu neudržateľný, pretože výrobca takéhoto „alternatívneho paliva“ musí zaplatiť spracovateľovi za jeho odber. Výsledkom je, že táto frakcia z technológie MBT sa hromadí v krajinách západnej Európy „pre jej budúce využitie“, resp. za dumpingové ceny sa vyváža do cementární v krajinách strednej a východnej Európy, kde sú náklady za spracovanie „alternatívneho paliva“ výrazne nižšie. Emisie oxidu uhličitého z prepravy „alternatívneho paliva“ naprieč Európou potom znižujú aj pozitívny environmentálny efekt vyplývajúci z náhrady fosílnych palív, [22].

Tento trend ekonomickej neudržateľnosti potvrdzuje aj vývoj v Rakúsku znázornený na obrázku 23, na ktorom možno vidieť postupný odklon od spracovania zmesového komunálneho odpadu technológiou MBT. Treba zdôrazniť, že v roku 2018 sa zrecyklovali len 3 % odpadu z úpravy MBT, takmer 69 % odpadov sa zhodnotilo energeticky a zvyšok približne 28 % bolo uložených na skládku za špeciálnych podmienok. Podobne v Nemecku sa v priebehu rokov 2012 – 2018 znížil počet zariadení MBT z 60 na 46, [23].



Obr. 23: Vývoj množstva upravených odpadov technológiou MBT v Rakúsku, (t), [1].

V priebehu rokov bolo navrhnutých množstvo rôznych koncepcií mechanicko-biologickej úpravy odpadu. Jednou z takýchto koncepcií je mechanicko-biologická stabilizácia, ktorej hlavným cieľom je vyrobiť z odpadu alternatívne palivo RDF. V halách s perforovaným podlahovým roštom dochádza k prevzdušňovaniu a sušeniu odpadu, čoho výsledkom je významná strata vlhkosti. Tým sa zastavia biologické procesy rozkladu organickej hmoty. Suchý odpad umožňuje v následnej fáze mechanické úpravy, drvenie a sitovanie, pričom nadsitná frakcia slúži na výrobu RDF. Zostávajúca jemná frakcia sa priamo skládkuje. Je potrebné zdôrazniť, že vzduch v pracovnom prostredí MBT je vysoko kontaminovaný s rôznymi znečisťujúcimi látkami ako sú metán, bio-aerosoly a prachové častice, ktoré majú negatívny vplyv na zdravie pracovníkov a životné prostredie. Procesný vzduch je preto potrebné odsávať a pred uvoľnením do ovzdušia predčistiť, najčastejšie procesom termickej deštrukcie znečisťujúcich látok v zariadení RTO.

Ďalšou alternatívou MBT je mechanicko-fyzikálna stabilizácia (MPS), ktorej cieľom je získavanie vysokovýhrevnej frakcie za účelom jej energetického zhodnotenia.

V Rakúsku sú minimálne legislatívne požiadavky na mechanicko-biologickú úpravu odpadu definované v Usmernení pre mechanicko-biologickú úpravu odpadu (vydanom rakúskym Spolkovým ministerstvom poľnohospodárstva, lesníctva, životného prostredia a vodného hospodárstva 2002). V prípade zariadení IPPC (t. j. zariadení s kapacitou spracovania presahujúcou 17 500 ton ročne) treba zohľadniť aj referenčný dokument Európskej komisie o BAT pre odvetvia spracovania odpadu, ktorého revidovaná verzia bola uverejnená v roku 2018. Mechanicko-biologická úprava zmesového komunálneho odpadu si vyžaduje vhodné viacstupňové čistenie odpadového vzduchu, a preto je nutné implementovať úplne uzavretý systém s účinným riadením toku vzduchu s kaskádovitým usporiadaním. V mieste príjmu dodávok odpadu je čerstvý vzduch nasatý do systému, prechádza miestom mechanického spracovania a nakoniec sa využije v biologickom procese. Úprava odpadového vzduchu zahŕňajúca odprášenie vo filtri, mokrú práčku na odstránenie amoniaku a následné spálenie organických znečisťujúcich látok (zvyčajne v takzvanom tepelnom rekuperačnom systéme). Alternatívne k spaľovaniu možno zvážiť veľké biologické filtre (ak sú akceptovateľné zvyškové emisie zápachu).

Recirkuláciou a inými technickými opatreniami možno znížiť celkový objem odpadového vzduchu (špecifický objem emisií do ovzdušia cca 8 000 m³ na tonu odpadu), napriek tomu je to výrazne viac ako v prípade moderných zariadení na energetické využitie odpadu ZEVO s využitím technológie priameho spaľovania s roštovým kúreniskom. Musí sa tiež vziať do úvahy, že perzistentné organické znečisťujúce látky sa pri procese MBT vo všeobecnosti nezničia, a preto je nutné očakávať prítomnosť nebezpečných látok vo výluhoch, resp. priesakových vodách. Všeobecne zlá celková energetická bilancia MBT môže byť do určitej miery vylepšená (okrem zhodnocovania RDF) spracovaním ťažkej mokrej frakcie v anaeróbnom procese na výrobu bioplynu a jeho následným spálením.

Na pozadí zavedenia zákonného zákazu skládkovania v Rakúsku od roku 2004 sa MBT spôsobu stala dôležitým faktorom pri zneškodňovaní zmesového komunálneho odpadu v regiónoch s nadbytočnou kapacitou skládok a nedostatočným dopytom po využití tepelnej energie zo spaľovania odpadu, resp. tam, kde neexistovala dostatočná politická podpora. Dôležitosť technológie MBT pre spracovanie zvyškového komunálneho odpadu v Rakúsku sa však v budúcnosti zníži v porovnaní s energetickým zhodnocovaním odpadu, ktoré vykazuje vyššiu účinnosť využitia zdrojov, vyššiu energetickú účinnosť a minimalizuje emisie skleníkových plynov, [1].

Od 1. 1. 2021 vstúpi na Slovensku do platnosti zákaz skládkovania odpadu, pokiaľ neprešiel úpravou s cieľom zníženia jeho množstva a nebezpečenstva pre zdravie ľudí a životné prostredie. Ostáva len veriť, že sa na Slovensku poučíme z týchto medzinárodných skúseností a nevydáme sa cestou virtuálnej úpravy odpadov, ale nasmerujeme ďalší vývoj v odpadovom hospodárstve priamo k efektívnym, reálnym a overeným technológiám na energetické zhodnocovanie nerecyklovateľného podielu komunálnych odpadov. Mechanicko-biologická úprava komunálnych odpadov je totiž slepá cesta a navyše veľmi drahá.

4.3 Termické spôsoby nakladania s odpadmi

K technológiám na získavanie energie z odpadu patrí široká škála procesov, ktoré konvertujú nerecyklovateľný odpad na energiu alebo iný energetický nosič (plyn alebo olej). Napriek existencii mnohých procesov všetky majú základný cieľ:

- a) znížiť objem odpadu,
- b) úplne odstrániť biorozložiteľnú zložku odpadu,
- c) vyrobiť a vrátiť do obehového hospodárstva energiu (elektrickú energiu a teplo).

Tieto technológie môžeme rozdeliť do dvoch hlavných kategórií:

- 1) Termické – spaľovanie, splyňovanie a pyrolýza sú procesy, pri ktorých je odpad spracovaný pri vysokých teplotách, líšia sa koncentráciou kyslíka v spaľovacom priestore.
- 2) Biologické – anaeróbne vyhnívanie, mikroorganizmy za neprítomnosti kyslíka konvertujú odpady obsahujúce biorozložiteľný podiel na bioplyn, ktorý obsahuje hlavne metán a oxid uhličitý a stabilizovaný pevný zvyšok.

Kedže biologické technológie spracovania odpadov s obsahom biorozložiteľného podielu boli diskutované v kapitole 4.2, v tejto kapitole budú ďalej prezentované len termické technológie.

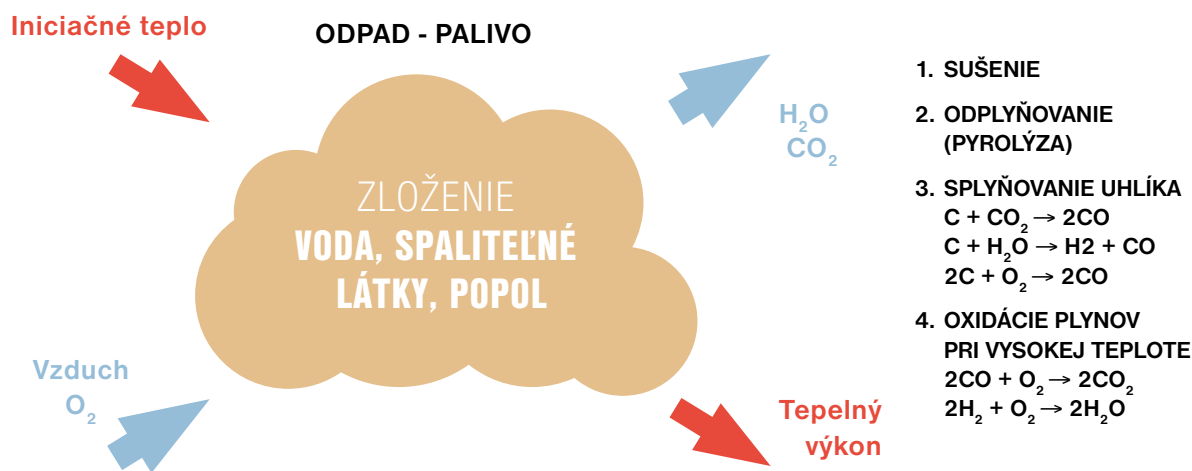
Počas spaľovania sa uhľovodíky (organické látky) oxidujú na oxid uhličitý a vodnú paru, pri tejto reakcii sa uvoľňuje teplo, ktoré sa následne využíva na vykurovanie alebo na výrobu elek-

trickey energie. Po rekuperácii tepla a po zachytení nebezpečných látok sú spaliny emitované do okolitého ovzdušia ohraničeným organizovaným odvodom (komín). Spaľovaním odpadu sa výrazne redukuje jeho množstvo a zároveň sa využíva kalorická hodnota odpadu na výrobu energie. Okrem základných cieľov uvedených vyššie majú termické technológie spracovania odpadov ešte nasledovné ciele:

- d) hygienizácia/sanitácia odpadu termickým rozkladom hygienicky nebezpečných zložiek odpadu (mikroorganizmy, chemikálie...),
- e) vyčistenie a dekontaminácia produktov termického spracovania odpadov (spaliny, odpadové vody, škvara) a zakoncentrovanie znečisťujúcich látok v malom množstve procesných zvyškov (popolček, filtračný koláč...).

Proces spaľovania sa uskutočňuje v štyroch krokoch, [1]:

- 1) **Sušenie** – odparenie vody spôsobí, že palivo sa stane suchou látkou.
- 2) **Odplyňovanie** – pridávaním ďalšieho tepla dochádza k uvoľňovaniu prchavého podielu (nizkoteplotný karbonizačný plyn) z paliva, pevný zvyšok sa nazýva pyrolytický koks.
- 3) **Zapálenie** – uhlík obsiahnutý v kokse sa za prítomnosti oxidačného činidla (O_2) transformuje na horľavý oxid uhoľnatý. Pevný zvyšok, ktorý zostane po tomto kroku, sa nazýva škvara.
- 4) **Horenie** – v poslednom kroku sa horľavé plyny CO a H_2 oxidujú na oxid uhličitý a vodu, ide o exotermickú reakciu, ktoré sprevádza vysoké uvoľňovanie tepla. Na dokonalé horenie treba prebytok vzduchu, kľúčovým indikátorom kvality horenia je prítomnosť oxidu uhoľnatého CO v odpadovom plyne.



Obr. 24: Znázornenie jednotlivých krokov procesu spaľovania, [1].

Dokonalé spálenie odpadov v zásade závisí od teploty, reakčného času a turbulencie v plynnej fáze s dostatočným množstvom dostupného kyslíka. Tieto kritériá – teplota, čas (time) a turbulencia – sa často označujú ako „3 T“ dokonalého spaľovania. Spaľovanie odpadu s použitím najmodernejšej technológie zvyčajne vyžaduje minimálnu teplotu 850 °C, čas zotrvania 2 sekundy a dobrú turbulenciu s určitým minimálnym obsahom kyslíka špecifickým pre daný systém (napr. min. 3 % prebytočného kyslíka v odpadovom plyne zo spaľovania v systéme s fluidným lôžkom).

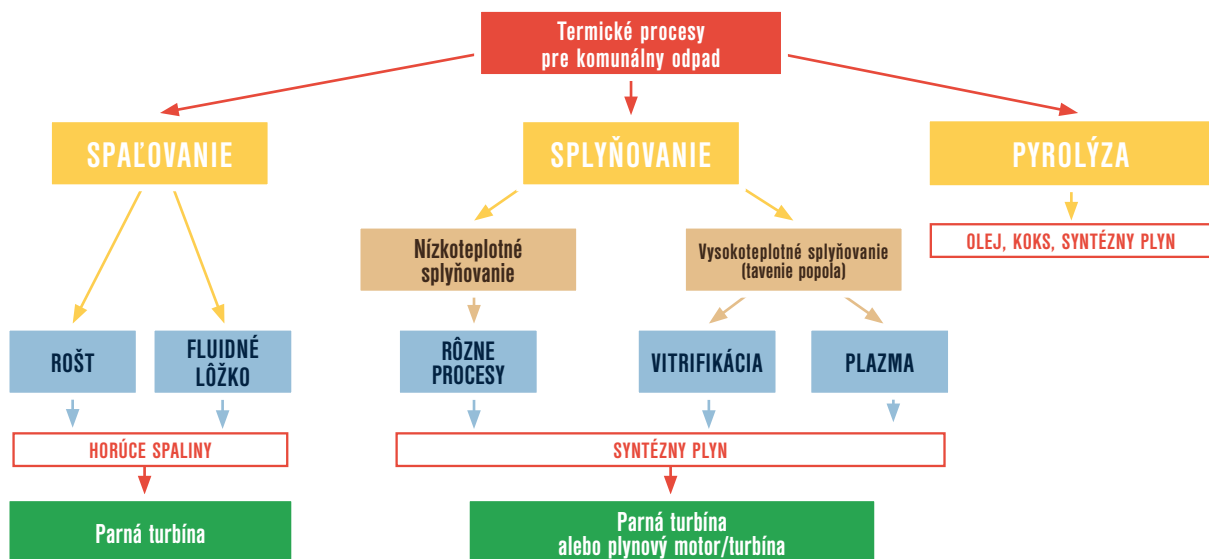
Priame spaľovanie odpadov je veľmi dobre zavedená technológia. Spaľovanie s roštovým kúreniskom je jeden z najspoľahlivejších termických procesov so stovkami aplikácií po celom svete. Rovnako zvládnuté sú aj technológie spaľovania s fluidným lôžkom a rotačné pece, tieto však vyžadujú predprípravu paliva a majú preto menej realizácií vo svete. Moderné zariadenia na energetické využitie odpadov dosahujú veľmi nízke emisie znečisťujúcich látok a vysokú energetickú účinnosť.



Obr. 25: Rozdelenie termických procesov na zhodnocovanie komunálneho odpadu podľa koncentrácie kyslíka pri spaľovaní, [24].

Splyňovanie odpadov je moderná technológia, ktorá sa využíva predovšetkým v Japonsku. Splyňovanie sa realizuje pri obmedzenej koncentrácii kyslíka a odpad je konvertovaný na syntézny plyn (syngas). Väčšina zariadení spaľuje tento plyn, ale je možné aj jeho spracovanie v plynovej turbíne, čím sa dosiahne vyššia energetická účinnosť. Špeciálnym prípadom splyňovania je plazma, ktorá však zatiaľ neprekročila prah pilotných a poloprevádzkových zariadení a jej komerčné využitie je preto obmedzené.

Pyrolýza je spaľovací proces bez prístupu kyslíka. V súčasnosti nie sú prevádzkované komerčné zariadenia na spracovanie zmesového komunálneho odpadu na tomto princípe. Existuje niekoľko variantných technológií, ktoré zahŕňajú stupeň pyrolýzy, ale pravá pyrolýza, pri ktorej je primárnym produktom olejová fáza, nebola pre daný typ odpadu doteraz úspešne zrealizovaná.



Obr. 26: Prehľad termických procesov na spracovanie komunálneho odpadu, [24].

Dlhoročné skúsenosti ukazujú, že najjednoduchším spôsobom spaľovania zmesového zvyškového odpadu je priame spaľovanie v systéme s roštovým kúreniskom. Alternatívne môže byť zvyškový odpad použitý pri spaľovaní vo fluidnom lôžku, ale až po predchádzajúcom mechanickom spracovaní. Na tento účel musia byť odpadové palivá dodávané v ľahko dávkovateľnej forme a veľkosť častíc musí byť v definovanom rozsahu (typicky od 50 do 250 mm). Vo všeobecnosti, reaktory s fluidným lôžkom sú vybavené on-site zariadením na mechanickú úpravu odpadu (drvenie, sitovanie, separácia železných a neželezných kovov), umožňujúc im prijímať rôzne typy odpadov napr. zmesový komunálny odpad, priemyselný odpad, odpad z obalov a pod. Alternatívne ale menej často, zariadenia s reaktorom s fluidným lôžkom prijímajú predupravený odpad podľa ich špecifikácie od iných dodávateľov (zariadenia na mechanické spracovanie odpadu resp. zariadenia MBT). V takomto prípade sa však tieto zariadenia dostávajú do veľmi nepríjemnej situácie resp. závislosti na fluktuácii trhu s odpadmi čo môže spôsobiť úplný výpadok dodávok odpadu do zariadenia resp. výrazné kolísanie kvality vstupnej suroviny.

Parameter	Spaľovacia technológia		
	Rošt	Fluidné lôžko	Rotačná pec
Maximálna tepelná kapacita paliva na linku	približne 90 MW	približne 160 MW	približne 40 MW
Pomer prebytočného vzduchu (špecifické množstvo spalín)	stredný	nízky	vysoký
Prípustný rozsah výhrevnosti paliva	nízky	vysoký	stredný
Požiadavky na spracovanie paliva	nízke	vysoké	stredné
Možnosť regulovania spaľovania a odstavovania	stredná	vysoká	nízka

Tab. 16 : Porovnanie možností spaľovanie rôznych odpadov v jednotlivých spaľovacích technológiách, [1].

Druh odpadu	Spaľovacia technológia		
	Rošt	Fluidné lôžko	Rotačná pec
Zvyškový odpad	veľmi vhodná	potrebná predbežná úprava	vhodná
Splaškové kaly	množstvom obmedzená	veľmi vhodná	vhodná
Zhrabky z čistenia odpadových vôd	vhodná	potrebná predbežná úprava	obmedzene vhodná
Drvené plasty	množstvom obmedzená	veľmi vhodná	obmedzene vhodná
Celé pneumatiky	obmedzene vhodná	nehodná	obmedzene vhodná
Odpad z drviča	množstvom obmedzená	veľmi vhodná	obmedzene vhodná
Drvené odpadové drevo	veľmi vhodná	veľmi vhodná	vhodná
Laky a kaly z náterov	nehodná	vhodná	vhodná
Nebezpečné odpady v malých nádobách (napr. laboratórny odpad)	obmedzene vhodná	nehodná	vhodná

Tab. 17: Prehľad možností spracovania jednotlivých druhov odpadov rôznymi spaľovacími procesmi, [1].

V súčasnosti sú v Slovenskej republike v prevádzke dve zariadenia na energetické využitie zmesového komunálneho odpadu), OLO, a. s., Bratislava a KOSIT, a. s., Košice. Obe zariadenia pracujú na princípe energetického zhodnocovania odpadov priamym spaľovaním v roštovom kúrenisku, ZEVO. **ZEVO Bratislava** – Pôvodná spaľovňa tuhého komunálneho odpadu Technických služieb mesta Bratislavy bola uvedená do prevádzky v roku 1978. ZEVO tvoria 2 parné kotly s vratisuvnými roštmi s ročnou kapacitou do 135 000 ton spáleného komunálneho odpadu ročne. Po fyzickom a morálnom dožití technologických zariadení spaľovne sa v rokoch 2000 – 2002 uskutočnila jej rozsiahla rekonštrukcia náhradou 2 z 3 pôvodných inštalovaných kotlov vrátane inštalácie parného turbogenerátora a zariadenia na čistenie spalín, spĺňajúceho požiadavky na ochranu ovzdušia a životného prostredia podľa novej legislatívy SR a EÚ. Zariadenie na čistenie spalín pracuje na princípe polosuhej metódy čistenia spalín – dávkovania vápenného mlieka do prúdu spalín bez odpadových vôd. Kyslé škodlivé látky sú viazané vápenným mliekom, pričom vzniká odpadný produkt – zmes solí. Pred tkaninovým filtrom sa do spalín dávkuje uhlikatý sorbent na zachytenie ťažkých kovov, dioxínov a furánov. Teplo získané pri spaľovaní odpadu sa využíva na výrobu pary, ktorá slúži pre vlastnú spotrebu technológie. Pre energetické využitie – na výrobu elektriny, je v spaľovni nainštalovaná kondenzačná turbína s generátorom s elektrickým výkonom 6,3 MW. Časť vyrobenej elektriny sa používa pre vlastnú spotrebu spaľovne a zvyšok je vyvedený do verejnej rozvodnej siete.

ZEVO Košice bolo do prevádzky uvedené v roku 1989. Košické ZEVO v minulosti prevádzkovali spoločnosti TSMK, CZO, Ekothermal99, ktoré neboli schopné zabezpečiť prevádzku a rozvoj zariadenia v súlade s platnou legislatívou, preto bola spaľovňa odpadov predaná talianskemu investorovi. Od roku 2014 prevádzkuje spoločnosť KOSIT a.s a jej košickú spaľovňu nový majiteľ, investičná skupina Wood & Company. ZEVO tvoria 2 parné kotly s valcovými roštmi s ročnou kapacitou do 150 000 ton spáleného komunálneho odpadu ročne. V roku 2010 až 2013 prešlo ZEVO rekonštrukciou, ktorá zahŕňala výmenu starého kotla K2, generálnu opravu roštového systému, vybudované zariadenie na čistenie spalín pre nový kotol, inštalovanie nového zariadenia na výrobu elektrickej energie. V rokoch 2016 až 2018 bola uskutočnená generálna oprava kotla K1. Nové zariadenia na čistenie spalín s technológiou štvorstupňového čistenia suchou metódou s využitím vápenného hydrátu a aktívneho uhlia zabezpečujú splnenie záväzných emisných limitov podľa našich aj európskych predpisov. Dodržiavanie emisných limitov je kontrolované automatickým monitorovacím systémom (AMS monitoruje hodnoty emisií). Kondenzačná parná turbína s využiteľným výkonom 6,43 MW je schopná vyrobiť za rok maximálne 48 000 MWh elektrickej energie, ktorú spoločnosť využíva jednak pre vlastnú potrebu a zvyšok predáva do rozvodnej siete. Okrem výroby elektrickej energie vo vykurovacej sezóne zásobuje teplom mestskú vykurovaciu sieť s potencionálnym maximálnym výkonom 12 MWt.

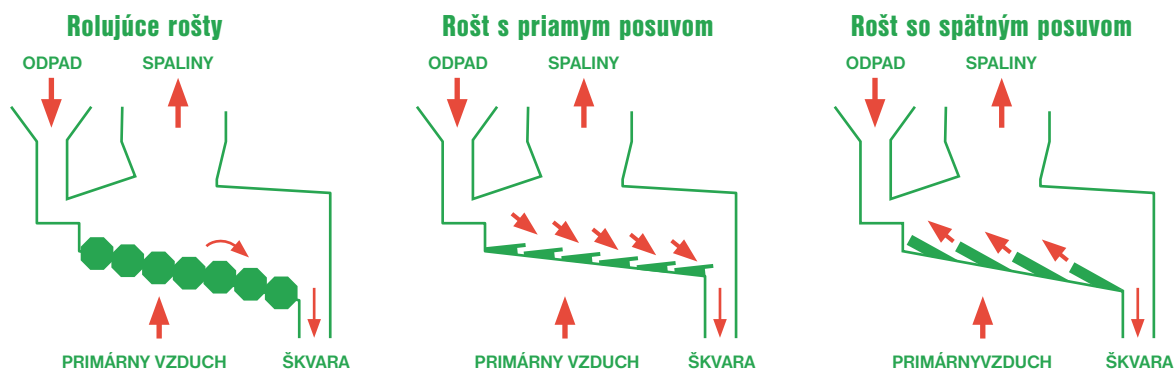
4.3.1 Roštové spaľovne

Roštové pece sú široko aplikované na energetické zhodnotenie zmesového komunálneho odpadu bez nutnosti jeho predchádzajúcej úpravy. V Európe viac ako 90 % všetkých termických inštalácií predstavujú práve technológie s roštom. Odpad sa do kotla dávkuje cez násypník, odkiaľ sa dopravuje na rošt v spaľovacej komore. Existuje niekoľko rôznych technických a konštrukčných riešení roštov, ale ich primárna úloha je rovnaká: transport odpadu cez jednotlivé zóny spaľovacej komory. V ďalšom rošt zabezpečuje distribúciu vzduchu do spaľovacieho priestoru, ktorý je privádzaný zospodu a prechádza cez rošt. Úlohou primárneho vzduchu je aj chladenie roštu, pri spracovaní zmesového komunálneho odpadu je v 90 % aplikáciách používané chladenie vzduchom.

Pri spaľovaní odpadu s vyššou výhrevnosťou, TAP alebo RDF, sa používajú rošty chladené vodou. Dôležitou funkciou roštu je efektívne premiešavanie odpadov tak, aby uvoľňujúce sa plyny boli strhávané do najhorúcejšieho pásma kúreniska, kde dôjde k dokonalému vyhoreniu. Spaľovací rošt musí mať dostatočnú dĺžku, aby odpad dokonale prehorel (zdržná lehota odpadu na rošte je približne 60 minút) a na konci roštu je zvyšok po horení vo forme škvary vynášaný zo spaľovacieho procesu. Spaľovacia teplota sa pohybuje v rozsahu 850 – 950 °C, [10].

Existuje niekoľko základných typov roštov, ktoré sa konštrukčne rozlišujú podľa pohybu odpadu v spaľovacom priestore (s kontinuálnym pohybom alebo diskontinuálne):

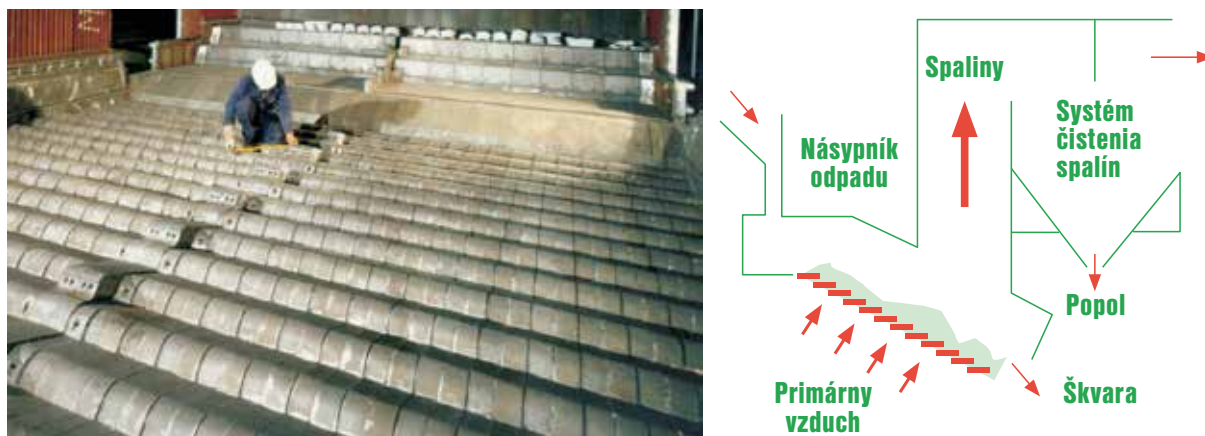
- rolujúce rošty,
- rošty s priamym posuvom paliva,
- rošty so spätným posuvom paliva,
- horizontálne rošty.



Obr. 27: Základné typy roštov, [10].

Horúce spaliny, produkované v spaľovacej komore, odovzdávajú teplo na teplotýmenných plochách kotla, ktorý je naplnený vodou, pričom sa vyrába vodná para. Prehriata vodná para je následne vedená do rozdeľovača, odkiaľ časť pary vstupuje do parnej turbíny spojenej s generátorom, ktorý vyrába elektrickú energiu. Druhá časť pary sa použije na výrobu horúcej vody, prípadne vlastnú spotrebu v prevádzke.

Následne sú spaliny vedené do technologického kroku čistenia spalín, s cieľom odstrániť všetky prítomné znečisťujúce látky: kyslé plyny HCl, HF, SO₂, ťažké kovy, dioxíny/furány, oxidy dusíka a, samozrejme, tuhé znečisťujúce látky, pred ich vyústením do komína. Podrobnejšie bude čistenie spalín diskutované v kapitole 5.3.



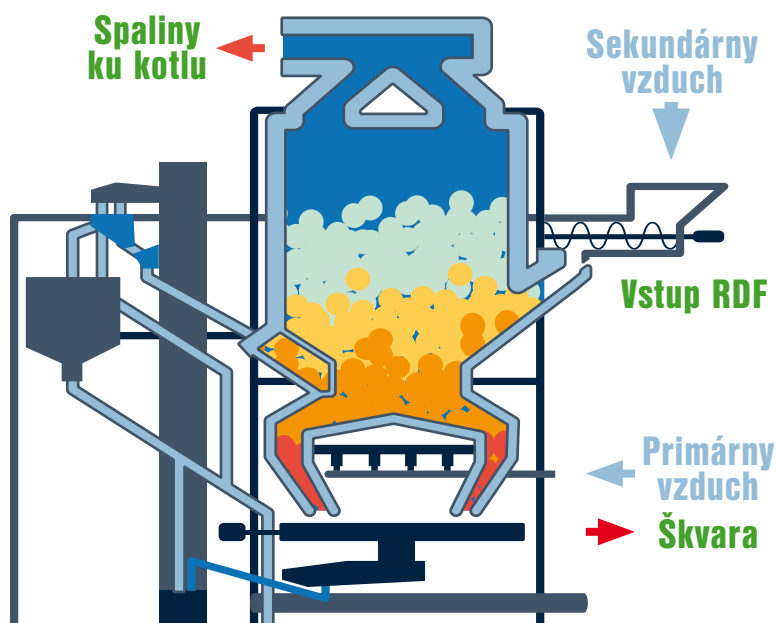
Obr. 28: Pohľad na rošt a princíp spaľovania na vratiposuvnom rošte, [25].

Spaľovací proces, okrem emisií do ovzdušia produkuje dva základné druhy odpadov. Prvým je zvyšok horenia odpadu, škvára, ktorá je kategorizovaná ako nie nebezpečný odpad 19 01 12 a po odstránení kovov, ktoré sa ďalej materiálovo recyklujú, sa používa v stavebníctve na výrobu tvárnic alebo pri výstavbe ciest. Množstvo škvary predstavuje 15 až 20 % hmotnosti zo vstupujúceho množstva odpadu. V niektorých regiónoch, napr. Japonsko, kde je rozhodujúcim faktorom zmenšenie objemu odpadu, sa množstvo škvary významne redukuje technológiou tavenia pri extrémne vysokých teplotách (1 500 – 3 000 °C, vitrifikát). Druhým výstupným produktom je popolček z čistenia spalín, ktorý obsahuje všetky zachytené nebezpečné látky. Pre zníženie nebezpečných vlastností popolčeka sa stabilizuje solidifikáciou a následne je uložený na skládke, [26].

4.3.2 Spaľovne s fluidným lôžkom

Spaľovne s fluidným lôžkom sú používané pri spaľovaní mechanicky spracovaných rôznych prúdov odpadov ako sú napr.: komunálny odpad, RDF, kaly a ďalšie. Technológia bola pôvodne vyvinutá na spaľovanie homogénnych palív, ako sú uhlie, lignit alebo biomasa. V rámci spaľovania zmesových komunálnych odpadov našla táto technológia uplatnenie však len asi v 5 % aplikácií a je prioritne aplikovaná v zariadeniach na spaľovanie čistiarenských kalov.

Konštrukčne má fluidný reaktor tvar vertikálneho valca, v ktorého dolnej časti sa nachádza lôžko z inertného materiálu (piesok alebo popol), ktoré sa „fluidizuje“ prechodom horúceho vzduchu. Odpad je do reaktora kontinuálne dávkaný z hornej časti a padá do fluidného lôžka. Prvé dva kroky spaľovacieho procesu prebiehajú vo fluidnom lôžku, kde teplota dosahuje úroveň okolo 650 °C, zatiaľ čo kroky 3 a 4 sa uskutočňujú vo voľnom priestore nad fluidným lôžkom. Teplota lôžka môže byť jeden z kritických parametrov, pri vyššej teplote môže dochádzať k taveniu popola a k aglomerácii častíc, čoho výsledkom je zrútenie fluidnej vrstvy. Vo voľnom priestore nad fluidným lôžkom sa teplota pohybuje na úrovni 850 – 950 °C, pri ktorej prebieha 3 a 4 krok spaľovacieho procesu. Prevádzkovou výhodou fluidného lôžka je veľmi dobré premiešanie paliva v lôžku a rovnomerná teplota a koncentrácia kyslíka, [24]. Táto výhoda umožňuje v reaktore s fluidným lôžkom spracovať odpad v širokom rozsahu hodnôt výhrevnosti od 3 do 30 MJ/kg (v porovnaní s 8 – 12 MJ/kg pre roštové kúreniská).

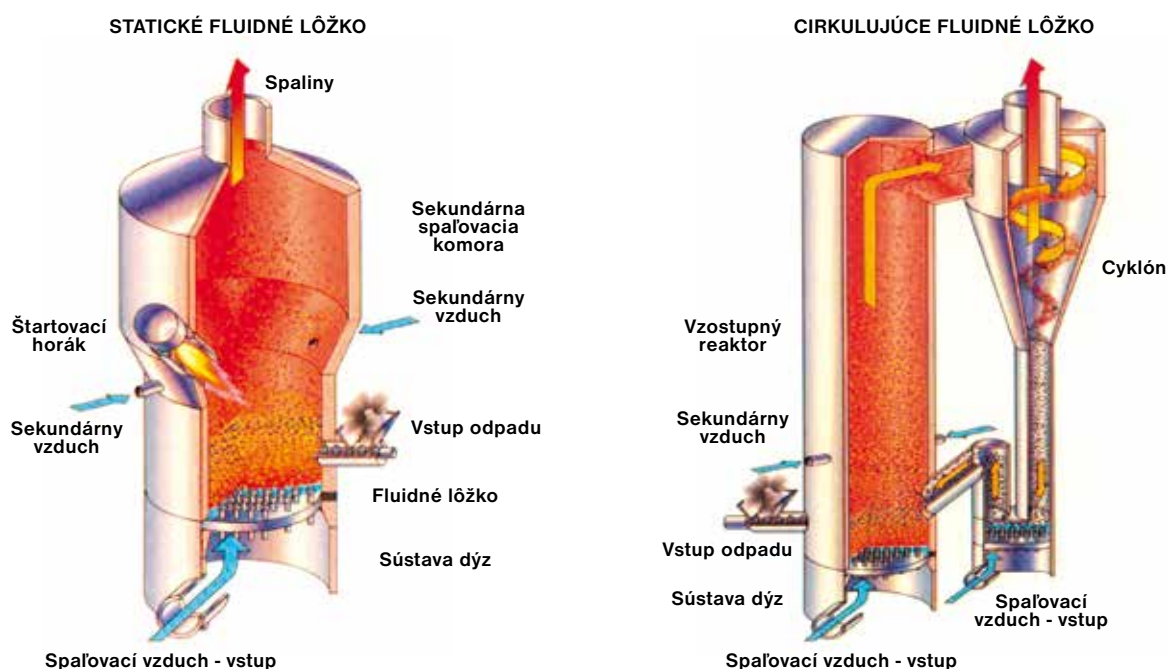


Obr. 29: Schéma reaktora s fluidným lôžkom s internou rotáciou, [25].

Ako už bolo spomenuté, heterogénny materiál, akým je zmesový komunálny odpad, je potrebné pred nadávkovaním do reaktora upraviť mletím, drvením a odstránením železných a neželezných kovov tak, aby maximálny priemer odpadu bol od 50 mm do 250 mm, čo sa prejaví vo vyšších prevádzkových nákladoch spaľovne s fluidným lôžkom. V porovnaní s roštovou spaľovňou sú preto CAPEX a OPEX reaktora s fluidným lôžkom výrazne vyššie.

Podľa konštrukčného riešenia rozlišujeme tri typy reaktorov s fluidným lôžkom:

- reaktor s prebublávajúcim fluidným lôžkom (BFB), inertný materiál je premiešavaný, ale vzostupný pohyb pevných častíc nie je významný,
- reaktor s rotujúcim fluidným lôžkom, fluidné lôžko rotuje, čím sa dosahuje dlhší čas zdržania v spaľovacej komore,
- reaktor s cirkulujúcim fluidným lôžkom (CFB), materiál lôžka je recirkulovaný s použitím cyklónu, vyššia rýchlosť plynu v spaľovacej komore je zodpovedná za čiastočné unášanie paliva a materiálu lôžka, ktoré sa musia recirkulovať späť do spaľovacieho priestoru.

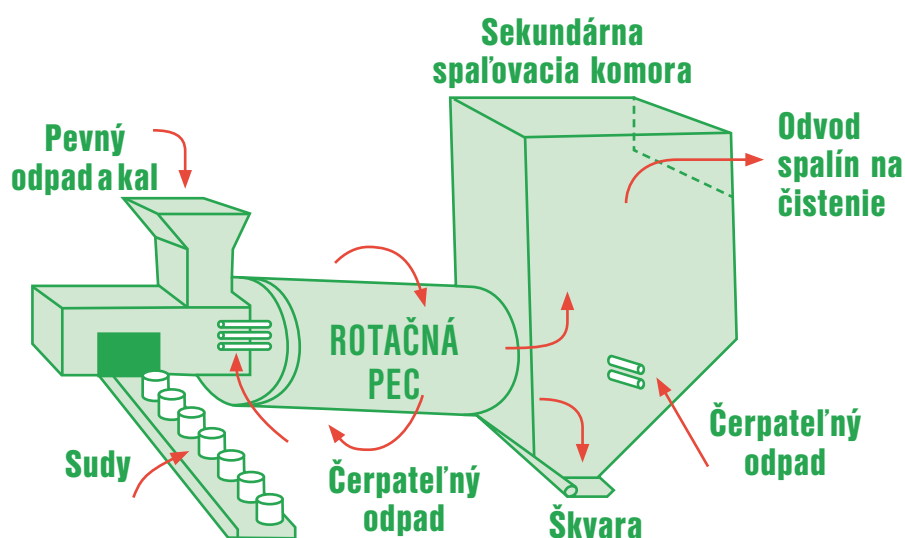


Obr. 30: Schéma statického/prebublávajúceho a cirkulujúceho fluidného lôžka, [24].

Zostávajúce technologické kroky sú rovnaké ako v prípade systému s roštovým kúreniskom, horúce spaliny vznikajúce vo fluidnom lôžku sú vedené cez teplovýmenné plochy kotla pre výrobu vodnej pary. Technológia čistenia spalín je tiež podobná. Rovnako sú z reaktora vynášané pevné zvyšky horenia vo forme škvary a popol z čistenia spalín.

4.3.3 Spaľovanie v rotačnej peci

Spaľovne s rotačnou pecou sú veľmi robustné a vhodné takmer pre všetky typy odpadov. Sú vhodné pre pevné, pastovité aj kvapalné odpady. Prioritne sú tieto typy spaľovní využívané pre spracovanie nebezpečných odpadov a odpadov zo zdravotnej starostlivosti. Ich komerčné využitie na zhodnotenie zmesového komunálneho odpadu je však minimálne a predstavuje len 2 % zo všetkých referencií termického zhodnocovania komunálnych odpadov.



Obr. 31: Schéma rotačnej pece, [10].

Prevádzková teplota rotačných pecí sa pohybuje až do 1 450 °C, a práve možnosť dosiahnuť takúto vysokú prevádzkovú teplotu je dôvodom pre využívanie tejto technológie na spracovanie nebezpečných odpadov. Podľa smernice o priemyselných emisiách sa spaľovanie nebezpečných odpadov musí uskutočňovať pri minimálnej teplote 1 100 °C (v porovnaní s min. 850 °C pre nie nebezpečný odpad). Takéto vysoké prevádzkové teploty už vyžadujú špeciálne materiálové predvedenie.

Rotačné pece z konštrukčného hľadiska predstavujú valcový reaktor, mierne naklonený vo svojej horizontálnej osi, ktorý je uložený na otočných valčekoch, ktoré umožňujú rotačný pohyb. Práve tento pohyb spôsobuje dokonalé premiešanie odpadu a dobrý kontakt so spaľovacím vzduchom. Doba zdržania odpadu v reaktore sa pohybuje od 30 do 90 minút. Dávkovanie odpadu do reaktora závisí od konzistencie odpadu. Pri spaľovaní nebezpečných odpadov pre dosiahnutie dokonalej deštrukcie toxických látok sa používa ešte dopaľovacia komora.

4.3.4 Alternatívne termické procesy

Medzi alternatívne alebo v komerčnej literatúre označované ako inovatívne termické procesy patrí pyrolýza a splyňovanie, ktorého samostatným variantom je plazma. Inovatívny je pojem, ktorý sa používa pre opis moderných procesov a trendov, tie však nemusia byť nevyhnutne aj lepšie v porovnaní s konvenčnými procesmi (priame spaľovanie). Čo v tomto prípade potvrdzuje aj minimum realizácií týchto alternatívnych termických procesov na zhodnotenie zmesového komunálneho odpadu, ktoré je na úrovni 0,5 %.

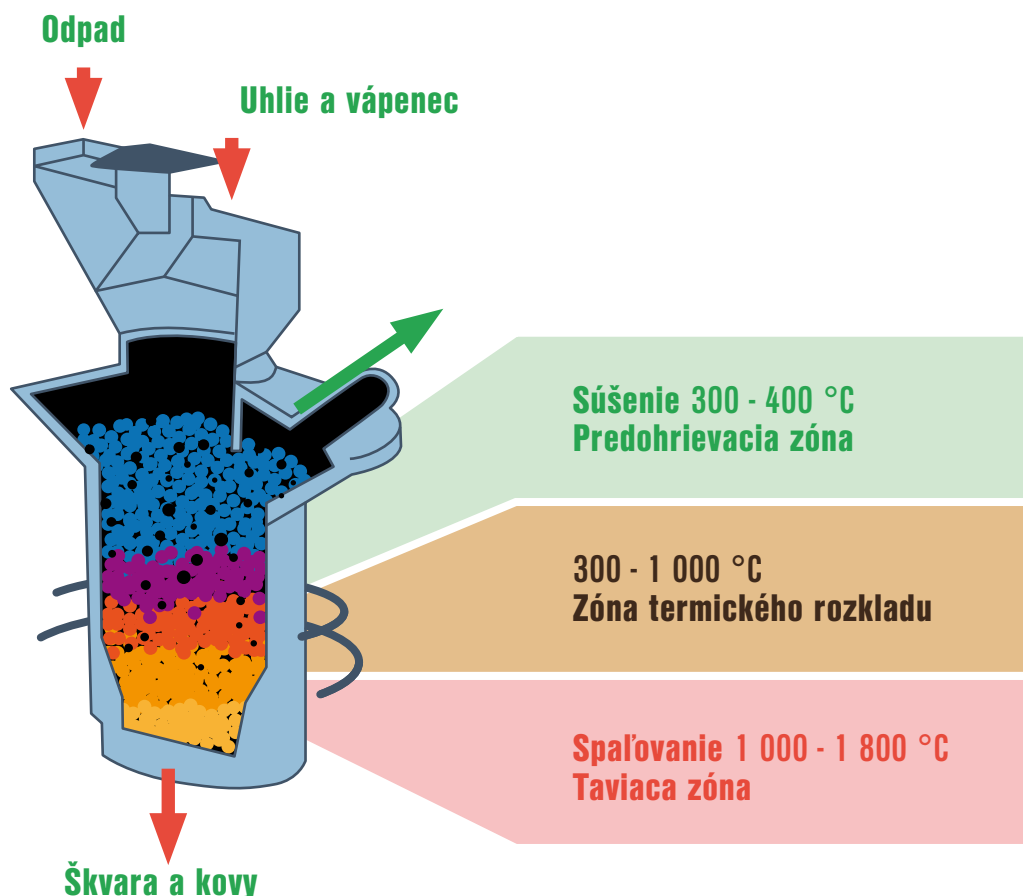
Základné porovnanie technických parametrov konvenčných a alternatívnych termických procesov je v tabuľke 18. Rozdiel spočíva aj v podstate zhodnocovania odpadu, kým konvenčné technológie sú orientované na využitie energetickej hodnoty odpadu, alternatívne procesy využívajú jeho chemickú hodnotu, ktorú transferujú na iný chemický produkt ako napr. syntézny plyn alebo olej. V mnohých prípadoch sú však aj tieto produkty nakoniec len inou formou energonosiča a používajú sa na výrobu energie.

	SPALOVANIE	PYROLÝZA	SPLYŇOVANIE
reakčná teplota (°C)	800 – 1450	250 – 700	500 – 1 600
tlak (bar)	1	1	1 – 45
reakčné prostredie	vzduch	inertný plyn/dusík	splyňovacie činidlo O ₂ , H ₂ O
Stechiometrický pomer	> 1	0	< 1
produkty procesu v:		H ₂ , CO	
• plynnej fáze:	CO ₂ , H ₂ O, O ₂ , N ₂	uhľovodíky, H ₂ O, N ₂	H ₂ , CO, CO ₂ CH ₄ , H ₂ O, N ₂
• pevnej fáze:	škvara, popol	pyrolýzny koks	škvara, popol
• kvapalnej fáze:		pyrolýzny olej a voda	

Tab. 18: Typické reakčné podmienky a výstupné produkty z termických procesov: priame spaľovanie, pyrolýza a splyňovanie, [24].

Splyňovanie je oxidácia akéhokolvek horľavého materiálu v substechiometrických podmienkach, čo znamená, že k dispozícii nie je dostatok kyslíka alebo vzduchu na úplné spálenie paliva. Vytvorený plyn teda obsahuje aj obrovské množstvá produktov nedokonalého horenia, napr. okrem H₂O aj H₂, okrem CO₂ aj CO, okrem SO_x aj H₂S, okrem NO_x aj NH₃ a tiež značné množstvo oleja a dechtu. Vytvorený plyn sa označuje ako „syntézny plyn“, pretože môže byť využitý na syntézu organických látok. Splyňovanie sa uskutočňuje v teplotnej oblasti 650 °C až 1 400 °C a možno rozlišovať nízkotepotné splyňovanie (650 – 900 °C), pri ktorom je splyňovacie médium vzduch a vysokotepotný proces do cca 1 400 °C, pri ktorom je použitý kyslík ako splyňovacie médium. Pri splyňovaní so vzduchom obsahuje syntézny plyn až 60 % dusíka a jeho výhrevnosť je len 4 až 6 MJ/Nm³. Kyslíkové splyňovanie poskytuje syntézny plyn s vyššou výhrevnosťou 10 až 18 MJ/Nm³, ale, samozrejme, pri podstatne vyšších nákladoch, [24].

Širšie uplatnenie pri spracovaní komunálneho odpadu našlo jedine vysokoteplotné splyňovanie (slagging gasification), resp. plazmové splyňovanie, ktoré sa realizuje v Japonsku, pri extrémne vysokých teplotách dochádza k taveniu pevného zvyšku, ktorý vystupuje z procesu vo forme inertného vitrifikátu. Ten je následne vstupnou surovinou pre stavebný priemysel. Práve táto skutočnosť je hlavným dôvodom rozšírenia tejto technológie v Japonsku, kde možnosti skládovania sú veľmi limitované a redukcia množstva odpadu je rozhodujúcim argumentom pri termických procesoch. Otázka energetickej účinnosti procesu je druhoradá, čo sa, samozrejme, následne prejavuje v ekonomike týchto procesov. V prípade plazmového splyňovania je zdrojom tepla pre dosiahnutie tavenia pevného zvyšku plazmový oblúk (3 000 – 8 000 °C), [24].



Obr. 32: Schéma vysokoteplotného splyňovacieho reaktora, Nippons Steel, [24].

Pyrolýza je termický rozklad paliva na jednoduchšie zlúčeniny prakticky bez prístupu kyslíka, resp. iného oxidovadla. Za zvýšenej teploty (500 – 900 °C) sa časť suroviny (prchavá horľavina) premení na plynné produkty a pevný zvyšok zložený z uhlíka (neprchavá horľavina) a popolovín. Hlavnými produktmi pyrolýzy sú:

- pyrolýzny plyn obsahujúci vodík, metán, a ďalšie prchavé uhľovodíky (alkány a alkény) kontaminované (H_2S , HCl , NH_3),
- pyrolýzny olej obsahujúci široké spektrum nasýtených, nenasýtených a aromatických uhľovodíkov, stredné a ťažké destilačné uhľovodíkové frakcie,
- pyrolýzny koks s obsahom anorganických a organických látok (PCDD/F), vrátane adsorbovaných zložiek z pyrolýzneho plynu a oleja.

Použitie pyrolýznej technológie na spracovanie odpadov je obmedzené na homogénne prúdy odpadov (pneumatiky, plasty...), jej využitie pre spracovanie zmesového komunálneho odpadu nebolo preukázané.

Ani z environmentálneho hľadiska nepredstavujú alternatívne termické procesy žiadnu inováciu, resp. pokrok, v tabuľke 19 je porovnaný potenciál odklonu pevných zvyškov od skládkovania z jednotlivých termických procesov.

Proces	Druh paliva	Technológia	Škvára/ lôžový popol	Popolček	Spolu tuhý zvyšok	Odklon od skládkovania
			Vyjadrené ako hmot. % zo vstupného množstva odpadu			
Priame spaľovanie	ZKO 9-10 MJ/kg	Rošt	24,6	2,6	27,2	97,4
		Fluidné lôžko	11	12	23	88
Splyňovanie	Komerčný a priemyselný odpad 8-18 MJ/kg	Rošt	21	7	28	93
	RDF 12-13 MJ/kg	Fluidné lôžko	11,7	8,8	20,5	91,2
	Široký rozsah	Vysokoteplotné splyňovanie	11	5	16	95
	Široký rozsah	Plazma	Vitrifikovaná troska	Informácie nie sú dostupné		

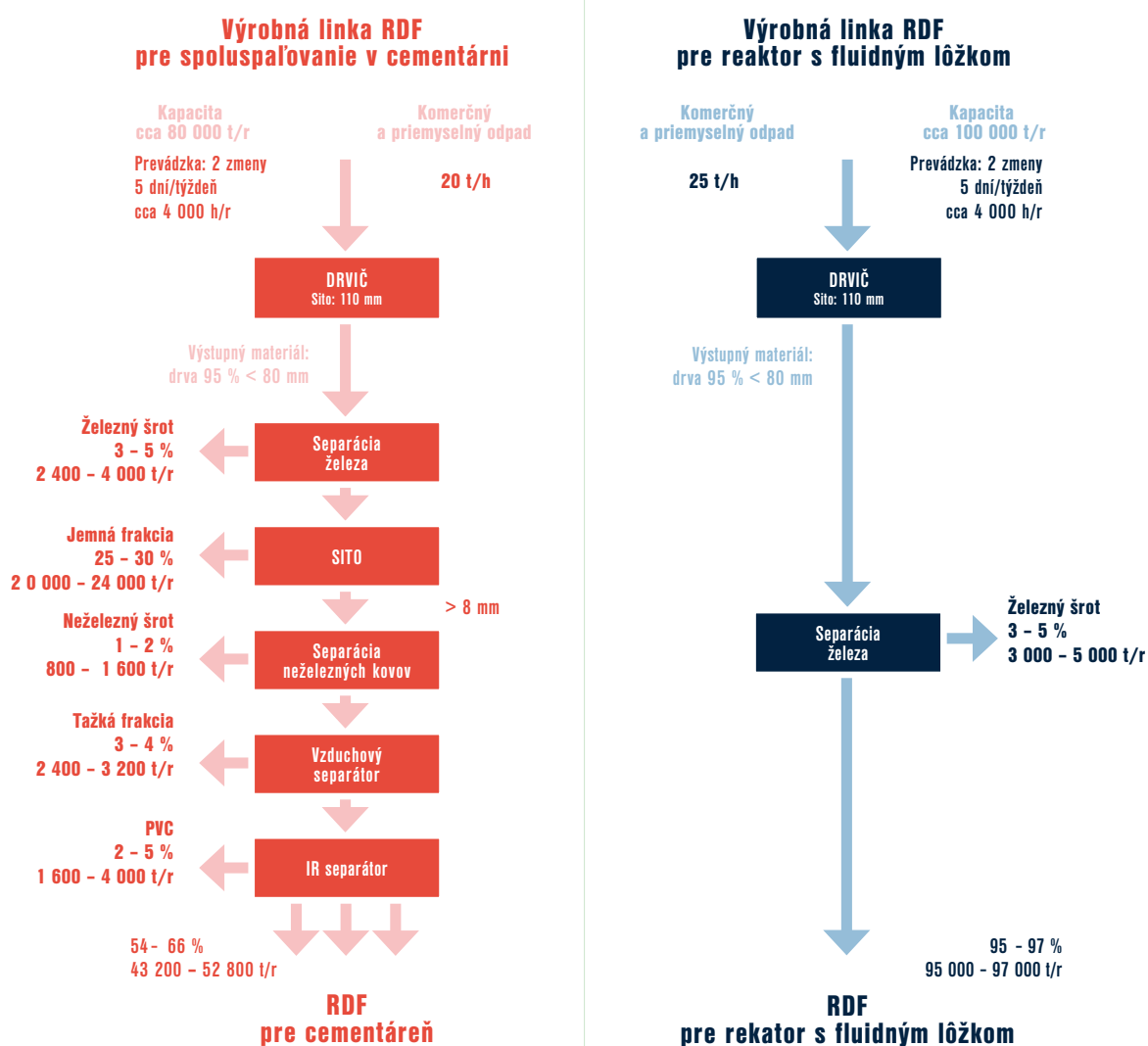
Tab. 19: Potenciál odklonu od skládkovania tuhých zvyškov z jednotlivých termických procesov, [27].

Na základe prezentovaných údajov možno jednoznačne konštatovať a odporučiť pre spracovanie zmesového komunálneho odpadu konvenčný termický proces priameho spaľovania s roštovým kúreniskom, ktorý má v súčasnosti vo svete viac ako 1 000 plne funkčných a overených referencií.

4.3.5 Spoluspaľovanie odpadov

Spoluspaľovanie odpadov predstavuje ďalšiu alternatívu k redukcii množstva skládkovaných odpadov, zároveň je možné ich použitím nahradiť primárne fosilne palivá (uhlie, ropa, zemný plyn...). Základnou podmienkou je kvalita odpadu, ktorá musí byť vyhovujúca pre dané priemyselné spaľovacie zariadenie (výhrevnosť, chemické zloženie, stabilita pri skladovaní, možnosť dávkovania), musia byť splnené požiadavky na spaľovanie (riadiaca technológia, minimálna teplota a minimálna zdržná doba, minimálny obsah kyslíka atď.) a musí byť zabezpečená požadovaná úprava emisií a zvyškových materiálov vrátane monitorovania emisií. Z tohto dôvodu spoluspaľovanie zmesového komunálneho odpadu v priemyselných zariadeniach nie je možné, pretože tieto zariadenia nie sú na tento účel technicky vybavené (napr. zachytávanie ortuti, POP...).

Vzhľadom na heterogénne zloženie zmesového komunálneho odpadu, ktorého kvalita je veľmi variabilná, je nevyhnutná jeho predúprava (TAP, RDF) pred použitím v technológiách na spoluspaľovanie odpadov. Odpad ako náhrada primárnych palív sa využíva v energeticky náročných výrobných, predovšetkým v cementárňach. Pre niektoré priemyselné výroby sú požiadavky na kvalitu predúpravy vstupného paliva získaného z odpadu vyššie ako na predúpravu odpadu pre spaľovanie v reaktore s fluidným lôžkom ako napríklad v prípade cementárni, kde významná časť znečisťujúcich látok z odpadu prechádza do produktu t.j. cementu.



Obr. 33: Porovnanie linky na mechanickú predúpravu odpadu pre výrobu cementového slinku a pre fluidný reaktor, [1].

Požiadavky na vysokú kvalitu vstupného paliva demonštruje aj zložitá schéma výroby cementu a cementového slinku, ktorá sa môže líšiť podľa zvolenej technológie, dostupných surovín a špecifických odpadov určených na zhodnotenie. Absolútne nevyhnutná je pritom prísna kontrola emisií a interné riadenie „cyklov“ (tvorených prchavými zlúčeninami, ako sú chloridy a ťažké kovy), ktoré si vyžadujú takzvané obtokové vedenie. S tým súvisia aj prísne legislatívne kritériá na využitie odpadov ako paliva v zariadeniach na spoluspaľovanie odpadov, [1].

V Slovenskej republike sa spoluspaľovanie odpadu využíva v piatich spoločnostiach: CRH (Slovensko), a. s., CEMMAC, a. s., Považská cementáreň, a. s., Carmeuse Slovakia, s. r. o.,

a Mondi SCP, a. s. (zariadenie na spaľovanie biomasy a spoluspaľovanie dreveného odpadu). Spolu existuje šesť zariadení na spoluspaľovanie odpadov, keďže spoločnosť CRH (Slovensko), a. s., prevádzkuje dve zariadenia, a to v Rohožníku a v Turni nad Bodvou. V cementárskom priemysle sa odpad môže využiť na energetické zhodnocovanie (nahradenie paliva ako ropa, zemný plyn, uhlie), ako aj na materiálové zhodnotenie (nahradenie primárnej suroviny). Relevantné vlastnosti odpadových frakcií, ktoré sa používajú v cementárskom priemysle, sú: energetický obsah, obsah kovov (ktoré zlepšujú kvalitu cementového slínku) a obsah popola, t. j. inertného materiálu, ako sú oxidy, uhličitany alebo silikáty.

Celková kapacita zariadení na spoluspaľovanie odpadov je približne 450 000 ton ročne. Väčšina odpadu používaného na spoluspaľovanie v Slovenskej republike sa dováža zo zahraničia.

Lokalita	Prevádzkovateľ	Typ pece	Kapacita zariadenia (t)	Druh odpadu/paliva	Primárny zdroj odpadov
Rohožník	CRH (Slovensko), a. s.	Cementárska pec	198 000	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, RDF nebezpečný odpad	Import
Turná nad Bodvou	CRH (Slovensko), a. s.	Cementárska pec	40 000	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, RDF	Import
Horné Srnie	CEMMAC, a. s.	Cementárska pec	40 000	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, RDF, nebezpečný odpad	Import
Ladce	Považská cementáreň, a. s.	Cementárska pec	100 000	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, RDF	Import
Košice	Carmeuse Slovakia, s. r. o.	Vápenka	63 072	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, RDF	Import

Zdroj: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2019

Tab. 20: Prehľad kapacít na spoluspaľovanie odpadov v SR.

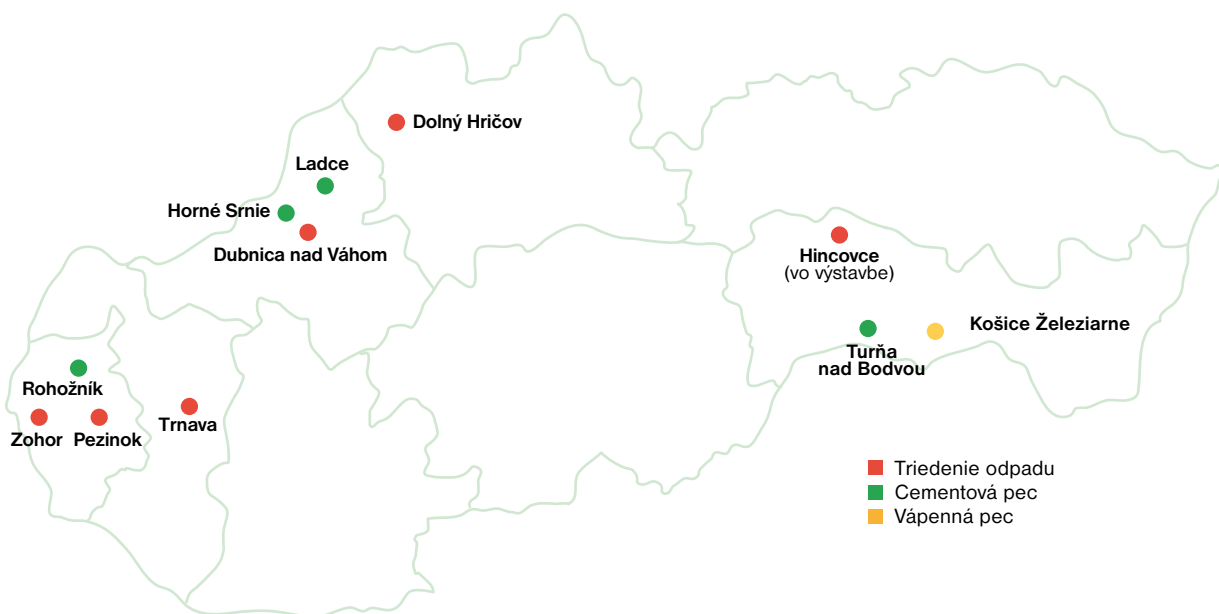
V Slovenskej republike neexistuje žiadne zariadenie na mechanicko-biologickú úpravu zmesového komunálneho odpadu (zariadenie MBT), ktoré by vyrábalo alternatívne palivo pre spoluspaľovanie. V prevádzke je však niekoľko zariadení na rozdelenie toku odpadu (mechanické spracovanie). Niektoré z nich boli postavené z fondov EÚ. Celková kapacita zariadení na rozdelenie toku odpadu je približne 300 000 ton ročne. Dve zariadenia, ktoré neboli vybudované pomocou zdrojov EÚ, dovážajú väčšinu odpadu zo zahraničia. Ďalšie zariadenie je vo výstavbe.

Lokalita	Prevádzkovateľ	Zariadenie	Kapacita zariadenia (t)	Druh odpadu	Primárny zdroj odpadov
Pezinok	ecorec Slovensko, s.r.o	Rozdelenie toku odpadu	116 010	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, nebezpečný odpad	Dovoz
Dubnica nad Váhom	Brantner	Rozdelenie toku odpadu	51 000	Odpad, ktorý nie je nebezpečný	Dovoz
Zohor	FCC Group	Rozdelenie toku odpadu	40 000	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, zmesový komunálny odpad	Tuzemsko
Trnava	FCC Group	Rozdelenie toku odpadu	40 000	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, zmesový komunálny odpad	Tuzemsko

Lokalita	Prevádzkovateľ	Zariadenie	Kapacita zariadenia (t)	Druh odpadu	Primárny zdroj odpadov
Dolný Hričov	T+T, a. s.	Rozdelenie toku odpadu	40 000	Odpad, ktorý nie je nebezpečný, zmesový komunálny odpad	Tuzemsko
Hincovce (vo výstavbe)	Hinkom, s. r. o.	Rozdelenie toku odpadu	20 000	Zmesový komunálny odpad	Tuzemsko

Zdroj: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2019

Tab. 21: Prehľad kapacít na rozdelenie toku odpadu pred spoluspaľovaním v SR.



Zdroj: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2019

Obr. 34: Lokalizácia zariadení na spoluspaľovanie odpadov a zariadení na rozdelenie toku odpadov v SR.

Odpad	Výrobný proces	Poznámky
Spracované plasty	Cementárenská pec	Hlavné spaľovanie, predradená kalcinačná pec
Použitý olej, bezhalogénové rozpúšťadlá	Cementárenská pec	Iba v hlavnom spaľovacom zariadení
Drvené pneumatiky	Cementárenská pec	Iba v sekundárnom spaľovacom zariadení
Ľahká frakcia zo zberu odpadov z obalov	Vysoká pec	Peletizácia a podávanie prostredníctvom zásobníka
Piliny a hobliny z dreva kontaminované organickými chemikáliami	Cementárenská pec	Iba v hlavnom spaľovacom zariadení

Zdroj: Rakúska norma ÖNORM S2108-1, 2006

Tab. 22: Príklady spoluspaľovanie odpadov v priemysle, [3].

Výroba cementu, vápna a ostatných stavebných materiálov je tretím najväčším zdrojom znečisťovania ovzdušia na Slovensku. Výrobcovia cementu sú v TOP 10 znečisťovateľov ovzdušia pre znečisťujúce látky CO, NO_x a TZL. Energeticky náročná výroba závislá od fosílnych palív sa podobne ako v celej Európe preorientovala aj u nás na využívanie alternatívnych palív vyrobených z odpadu. Tento trend náhrady fosílnych palív používaním RDF však plne nekorešponduje s vývojom emisných limitov pre znečisťujúce látky, ktoré vznikajú v procese spalovania odpadov. Súčasné emisné limity pre spalovanie odpadov v ZEVO stanovené v záveroch BAT [10] sú oveľa prísnejšie ako emisné limity pre spalovanie odpadov pri výrobe cementu.

Mechanická alebo mechanicko-biologická úprava odpadu má zabezpečiť odstránenie všetkých materiálov z komunálneho odpadu (napr. PVC), ktoré by mohli v procese spalovania RDF vytvárať špecifické znečisťujúce látky, resp. znečisťujúce látky vo vyšších koncentráciách. Heterogénne zloženie komunálneho odpadu, ktorého kvalita sa mení aj v závislosti od ročného obdobia, ovplyvňuje aj kvalitu výsledného RDF. Z environmentálneho hľadiska by bolo preto vhodnejšie využívať v zariadeniach na spalovanie odpadov, RDF vyrábané z priemyselných odpadov (napr. zmiešané obaly a pod.), pri ktorých vo vyššej miere možno garantovať vyrovnanú kvalitu.

Podrobnou analýzou dostupných techník, ktoré sú schopné dosiahnuť odklon od skládovania nerecyklovateľného podielu komunálnych odpadov, bolo jednoznačne preukázané, že tento cieľ sú schopné dosiahnuť jedine termické procesy. Z nich ekonomicky a zároveň aj environmentálne najspoľahlivejším je konvenčné priame spalovanie s roštovým kúreniskom. Je len logické, že práve táto technológia energetického zhodnocovania odpadov predstavuje dnes 92 % všetkých aplikácií na zhodnocovanie komunálneho odpadu v Európe.

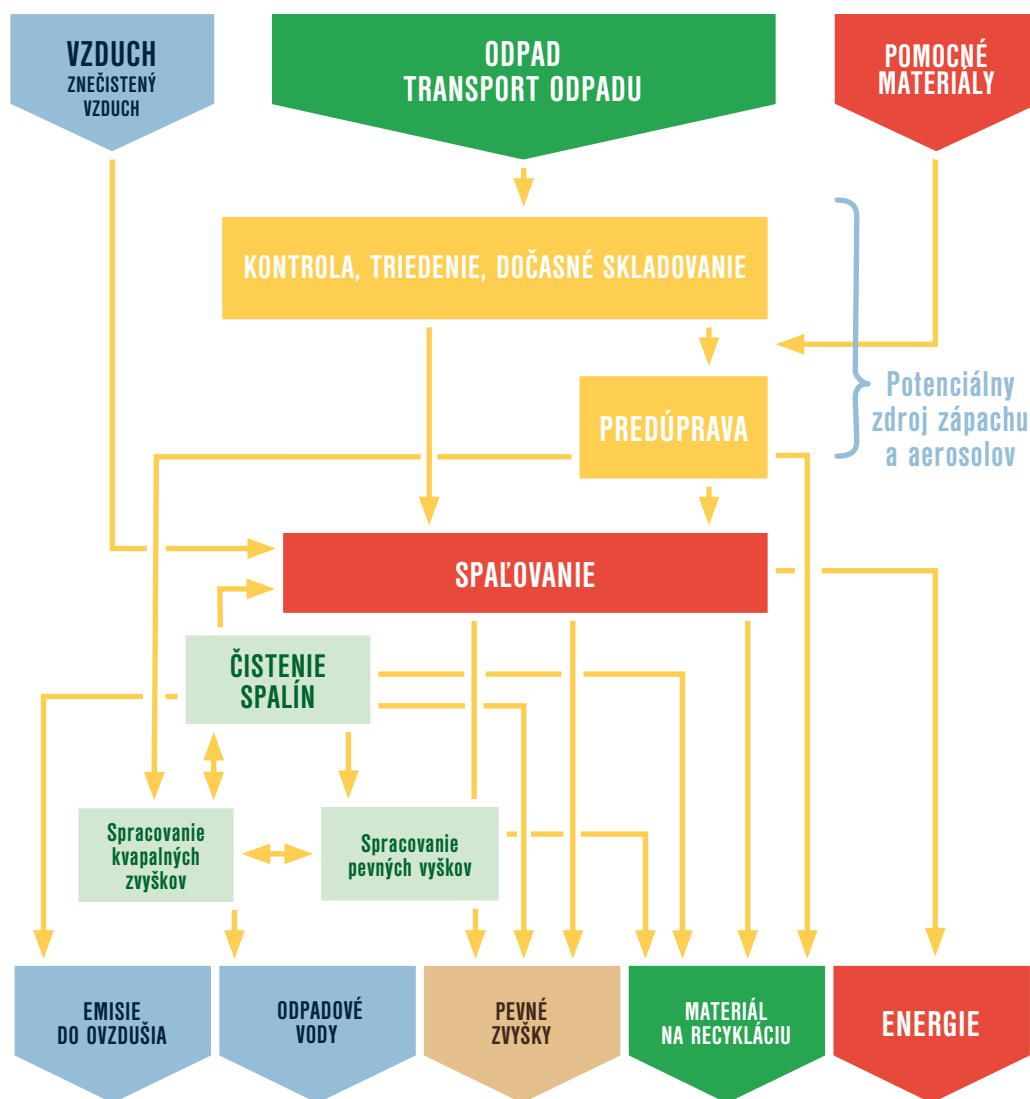
Mechanicko-biologická úprava (MBT) zmesového komunálneho odpadu sa v tomto prípade javí ako úplne zbytočný medzikrok v trvalo udržateľnom manažmente odpadov, keďže technológia spalovania s roštovým kúreniskom dokáže efektívne zhodnotiť aj nerecyklovateľný podiel komunálneho odpadu bez predchádzajúcej úpravy. Úroveň materiálového zhodnotenia kovov je po ich odseparovaní zo škvary identická s úrovňou materiálového zhodnotenia odpadov z MBT.

Pre spalovanie odpadov v cementárni je jednoznačne vhodnejším zdrojom pre výrobu RDF priemyselný odpad, ktorého kvalitatívne zloženie je vyrovnaneršie ako v prípade zmesového komunálneho odpadu.

5. ZARIADENIE NA ENERGETICKÉ VYUŽITIE ODPADOV - ZEVO

ZEVO – zariadenie na energetické využitie odpadov je schopné premeniť odpad, ktorý nie je vhodný na recykláciu, resp. na ďalšie materiálové zhodnotenie na elektrickú energiu a teplo, ktoré vie dodať do verejnej siete alebo pre potreby priemyslu. Zhodnocovanie odpadov sa realizuje termicky v zariadení s roštovým kúreniskom, ktoré výrazne redukuje množstvo a objem odpadu. Časť tuhých zvyškov horenia sa recykluje a malá časť (2 %) sa ukladá na skládku odpadov.

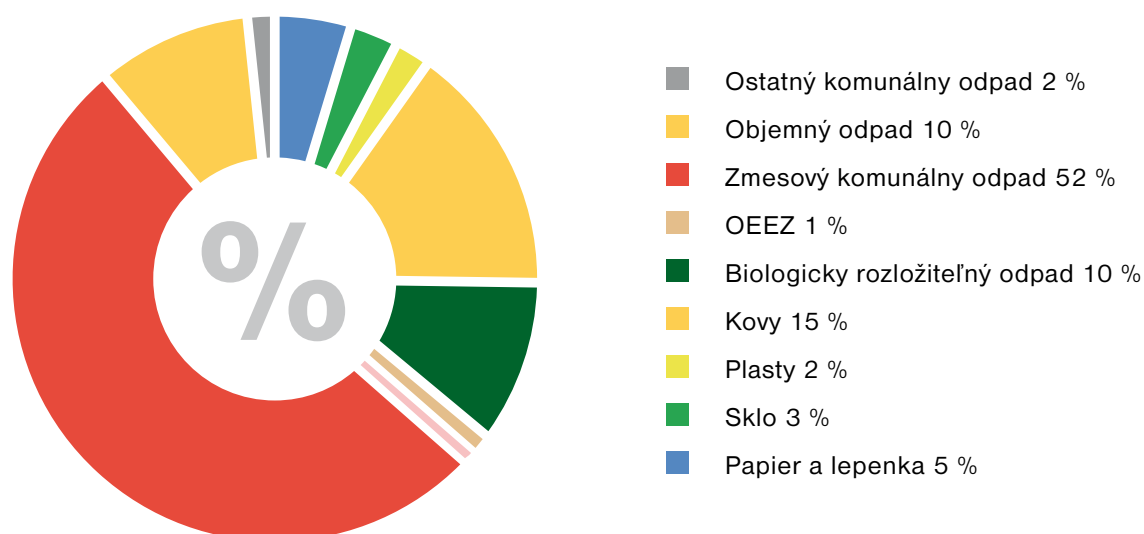
Zariadenia na energetické využitie odpadov nepozostávajú iba zo spaľovacieho zariadenia s výrobou energie, ale musia tiež zahŕňať príjem, medziskladovanie a predbežné spracovanie odpadu a tiež čistenie spalín a úpravu pevných a kvapalných zvyškov.



Obr. 35: Celková bloková schéma zariadenia na energetické využitie odpadov, [1].

5.1 Charakteristika vstupného paliva pre ZEVO

Vstupným materiálom, resp. palivom pre ZEVO, je zmesový komunálny odpad, ktorý obsahuje nerecyklovateľné odpady. Komunálne odpady sú odpady z domácností vznikajúce na území obce pri činnosti fyzických osôb a odpady podobných vlastností a zloženia, ktorých pôvodcom je právnická osoba alebo fyzická osoba – podnikateľ, okrem odpadov vznikajúcich pri bezprostrednom výkone činností tvoriacich predmet podnikania alebo činností právnickej osoby alebo fyzickej osoby – podnikateľa. Za odpady z domácností sa považujú aj odpady z nehnuteľností slúžiacich fyzickým osobám na ich individuálnu rekreáciu, napríklad zo záhrad, z chát, chalúp, garáží. Komunálnymi odpadmi sú aj všetky odpady vznikajúce v obci pri čistení verejných komunikácií a priestranstiev, ktoré sú majetkom obce alebo v správe obce, a taktiež pri údržbe verejnej zelene vrátane parkov a cintorínov.



Obr. 36: Percentuálny podiel jednotlivých zložiek komunálneho odpadu v Slovenskej republike (2018). [18].

Zmesový komunálny odpad sa definuje ako nevytriedený komunálny odpad alebo komunálny odpad po vytriedení zložiek komunálneho odpadu. Detailná analýza produkcie zmesového komunálneho odpadu a spôsoby nakladania s ním boli opísané v kapitole 3. Zloženie zmesového komunálneho odpadu pre rôzne typy zastavaných území v Slovenskej republike je uvedené v tabuľke 23.

Zložka	Priemerný hmotnostný podiel	Priemerný hmotnostný podiel
	KBV	IBV
Papier	10,47 %	7,5 %
Viacvrstvé kombinované obaly	1,33 %	1,43 %
Plasty	11,09 %	10,89 %
Sklo	7,28 %	5,4 %
Kovy a kovové obaly	2,33 %	2,66 %
Biologicky rozložiteľný odpad	42,46 %	46,29 %
Odpad z potravín (nepoužité potraviny)	6,64 %	4,33 %

Zložka	Priemerný hmotnostný podiel	Priemerný hmotnostný podiel
	KBV	IBV
Textil	3,06 %	4,36 %
Stavebný odpad	3,16 %	3,52 %
Hygienické potreby	7,28 %	4,52 %
Nebezpečný odpad	0,88 %	0,94 %
Nevytriediteľný odpad – zmes	13,20 %	11,75 %

Primárny zdroj: Priatelia Zeme – SPZ a Inštitút cirkulárnej ekonomiky (INCIEN), ROK 2013 – 2017

Tab. 23: Priemerný hmotnostný podiel jednotlivých zložiek komunálneho odpadu v zmesovom komunálnom odpade v zástavbe KBV a IBV.

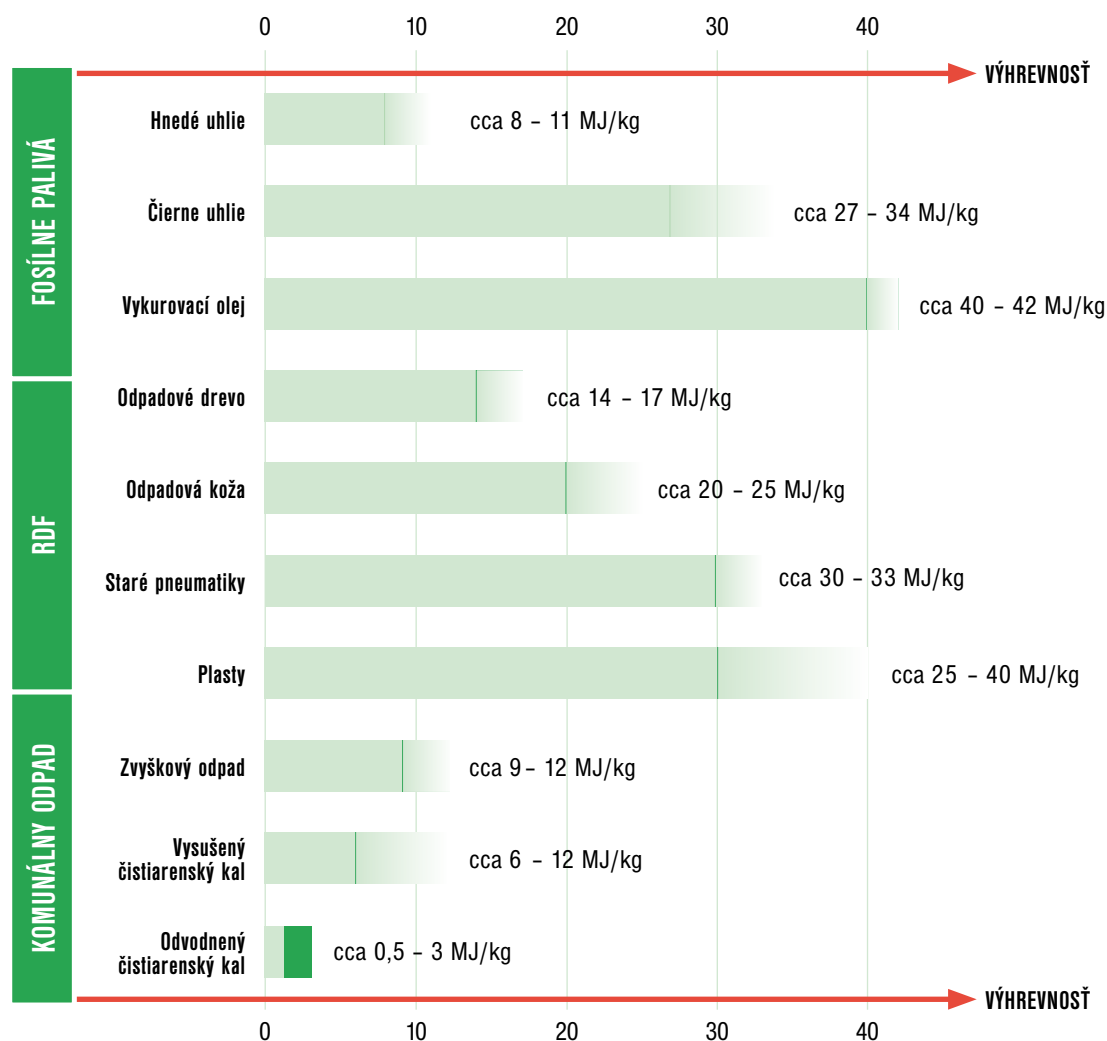
Na základe dlhoročných skúseností z Rakúska a ďalších krajín EÚ si treba uvedomiť, že separovanie odpadu priamo pri zdroji neznižuje celkový objem vyprodukovaného komunálneho odpadu a napriek rozsiahlym opatreniam na podporu zvýšenia efektívnosti separovaného zberu odpadov celková produkcia komunálneho odpadu už niekoľko rokov vykazuje rastúci trend. Ďalšou dôležitou skutočnosťou je fakt, že aj vyseparované zložky komunálneho odpadu treba pred ich materiálovým zhodnotením podrobiť ďalšiemu triedeniu, aby sa získali čisté frakcie využiteľné recyklátormi. Nerecyklovateľný podiel z dotriedňovania separovaných zložiek komunálneho odpadu, je vhodným palivom pre ZEVO. Percentuálny podiel týchto nerecyklovateľných zložiek, ktoré vznikajú pri dotriedňovaní separovaných zložiek komunálneho odpadu v Rakúsku, je uvedený v tabuľke 24.

Separovaná zložka komunálneho odpadu	Zvyšky (%)	Definícia
Odpadový papier, odpadová lepenka	cca 5 – 15 %	Znečistený a kontaminovaný papier a lepenka
Plasty používané na obaly, kompozitné dosky	cca 30 – 70 %	Znečistené plasty, nerecyklovateľné plasty
Odpadové sklo, kompozitné sklo	cca 2 – 10 %	Etikety, plasty, kompozitné fólie
Stavebný odpad	cca 10 – 40 %	Drevo, piliny, obaly, plastové rúry alebo rúrky, fólie, koberce
Organický odpad	cca 5 – 10 %	Plasty, materiály s nízkou rozložiteľnosťou
Objemný odpad	cca 70 – 90 %	Bez kovov a recyklovateľných materiálov
Odpadové pneumatiky	cca 2 %	Približne 2 % filtračného prachu po recyklácii materiálu
Zvyškový odpad	cca 50 – 98%	Bez kovovej zložky a potenciálnej straty v dôsledku hnitia počas spracovania (MBT)

Tab. 24: Percentuálny podiel odpadu, ktorý vzniká pri dotriedňovaní separovaných zložiek komunálneho odpadu, [1].

Pri materiálovom zhodnotení týchto vytriedených zložiek komunálneho odpadu v procese výroby vzniká tiež odpad, ktorý je vhodný ako vstupné palivo pre ZEVO. V procese výroby papiera alebo lepenky vzniká približne 10 % odpadov, ktoré možno energeticky zhodnotiť, [1].

Napriek separovanému zberu rôznych frakcií odpadu obvyklá výhrevnosť zmesového komunálneho odpadu dosahuje približne 10 až 11 MJ na kilogram. To znamená, že 1 tona zvyškového odpadu je z hľadiska výhrevnosti rovnocenná ako približne 1 tona hnedého uhlia alebo 250 litrov vykurovacieho oleja. Porovnanie výhrevnosti fosílnych palív a RDF z MBT a zmesového komunálneho odpadu je uvedené v tabuľke 25.

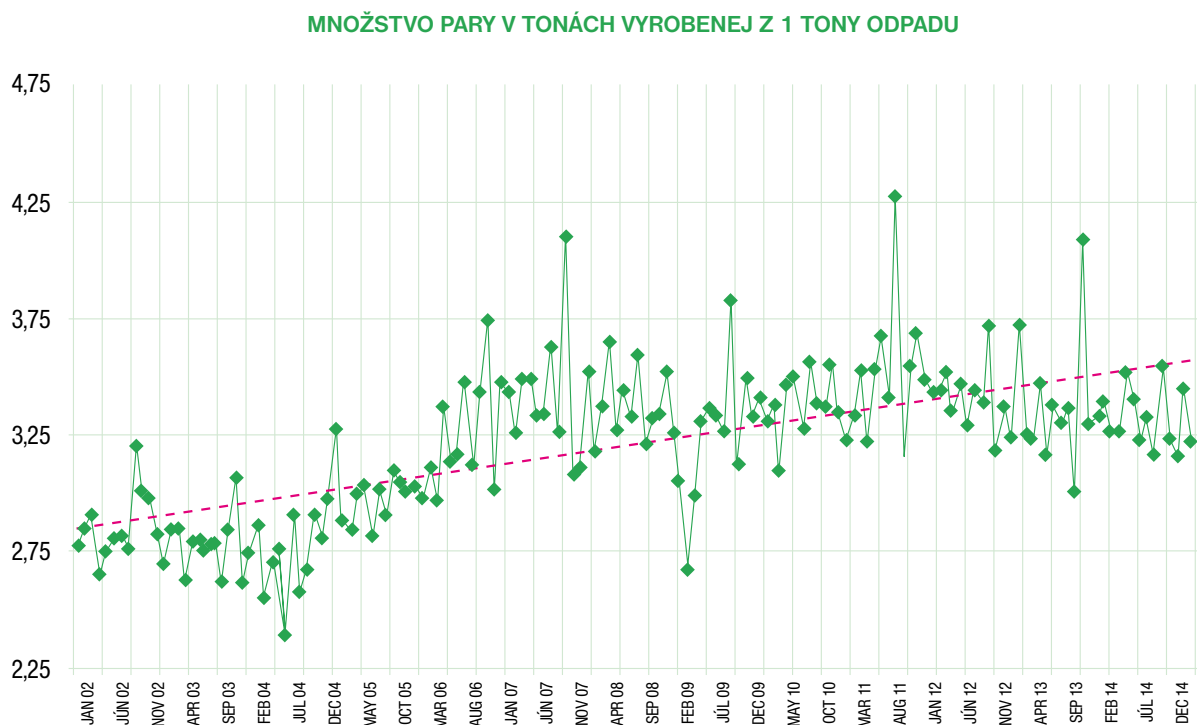


Tab. 25: Porovnanie výhrevnosti rôznych fosílnych palív a odpadov, [1].

Výhrevnosť zmesového komunálneho odpadu sa v čase mení a je v jednotlivých regiónoch rôzna. To platí najmä pre vidiecke oblasti s vykurovaním na pevné palivo, kde má zmesový odpad nižšiu výhrevnosť, pretože tu dochádza k spaľovaniu odpadov s vysokou výhrevnosťou (napr. lepenka, odpadové drevo odobraté z objemného odpadu) a kvôli podielu popola z bežných palív (napr. palivové drevo, uhlie). Skúsenosti však ukazujú, že táto výhrevnosť je stále dostatočná na to, aby bolo možné účelne využiť energiu obsiahnutú v zmesovom komunálnom odpade v ZEVO.

Presný rozsah výhrevnosti pre autotermné spaľovanie (spaľovanie bez pomocného paliva) závisí od použitej technológie a riadenia spaľovacieho procesu. Typické spaľovacie zariadenie s roštom vyžaduje na autotermné spaľovanie minimálnu výhrevnosť paliva približne 7 MJ/kg, [1].

Postupné zvyšovanie výhrevnosti komunálneho odpadu v priebehu posledných rokov so sezónnymi výkyvmi je znázornená na obrázku 37, príklad je z jedného z viedenských zariadení na energetické využitie odpadov Flötzersteig. Ďalším typickým príkladom sú zmeny v rokoch 1970 až 1990 v talianskom Miláne, kde sa množstvo komunálneho odpadu aj jeho špecifická výhrevnosť zvýšili o 100 % (približne z 250 000 na 500 000 ton ročne a z 5 na 10 MJ/kg, [1].



Obr. 37: Trend vývoja výhrevnosti komunálneho odpadu v Rakúsku, ZEVO Flötzersteig, [1].

5.2 Energetická účinnosť ZEVO

Spaľovanie je exotermický proces, kalorická hodnota odpadov sa počas spaľovania uvoľňuje vo forme tepelnej energie, ktorá sa transferuje do spalín. Chladenie spalín umožňuje:

- využitie energie z horúcich spalín,
- čistenie spalín pred ich vyústením do okolitého ovzdušia.

ZEVO používa na získanie tepla parný kotol, ktorý absorbuje teplo spalín a voda mení svoje skupenstvo na vodnú paru. Charakteristika pary (teplota a tlak) sú dané lokálnymi požiadavkami a prevádzkovými obmedzeniami. Najvyššia energetická účinnosť sa môže získať v prípade, ak rekuperované teplo je priamo využívané v rámci systémov centrálného zásobovania teplom alebo ako zdroj procesného tepla v priemysle. Vysokú energetickú účinnosť možno

dosiahnuť aj pri kombinácii výroby tepla a elektrickej energie. Štandardné parametre vyrábanej pary sú 40 barov a 400 °C. Pri ZEVO, ktoré je orientované prioritne len na výrobu elektrickej energie, je energia z odpadu efektívnejšie využívaná, ak parametre vodnej pary sú podstatne vyššie (60 bar, 520 °C). Úmerne sa však zvyšujú aj problémy s koróziou na povrchu prehrievača pary (supeheater) a výmenníka, [27].

Energetická účinnosť pri termickom zhodnocovaní odpadov je nevyhnutnou požiadavkou už pri návrhu ZEVO a, samozrejme, aj počas jeho prevádzky. Európska legislatíva veľmi presne definuje spôsob výpočtu energetickej účinnosti pri energetickom zhodnocovaní odpadov. Metodika výpočtu je odvodená z podielu vyrobenej energie (teplo, elektrická energia, chlad...) vo vzťahu k dodanému množstvu energie v odpadoch (výhrevnosť odpadu a pomocné palivá).

Príloha II rámcovej smernice o odpadoch uvádza tzv. hodnotu R1 na výpočet energetickej účinnosti zariadenia na energetické využívanie odpadov podľa nasledujúceho vzorca:

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

Legenda:

E_p je ročné množstvo energie vyrobenej ako teplo alebo elektrina (GJ/rok), energia vo forme elektrickej energie sa vynásobí hodnotou 2,6 a teplo vyrobené na komerčné účely sa vynásobí hodnotou 1,1;

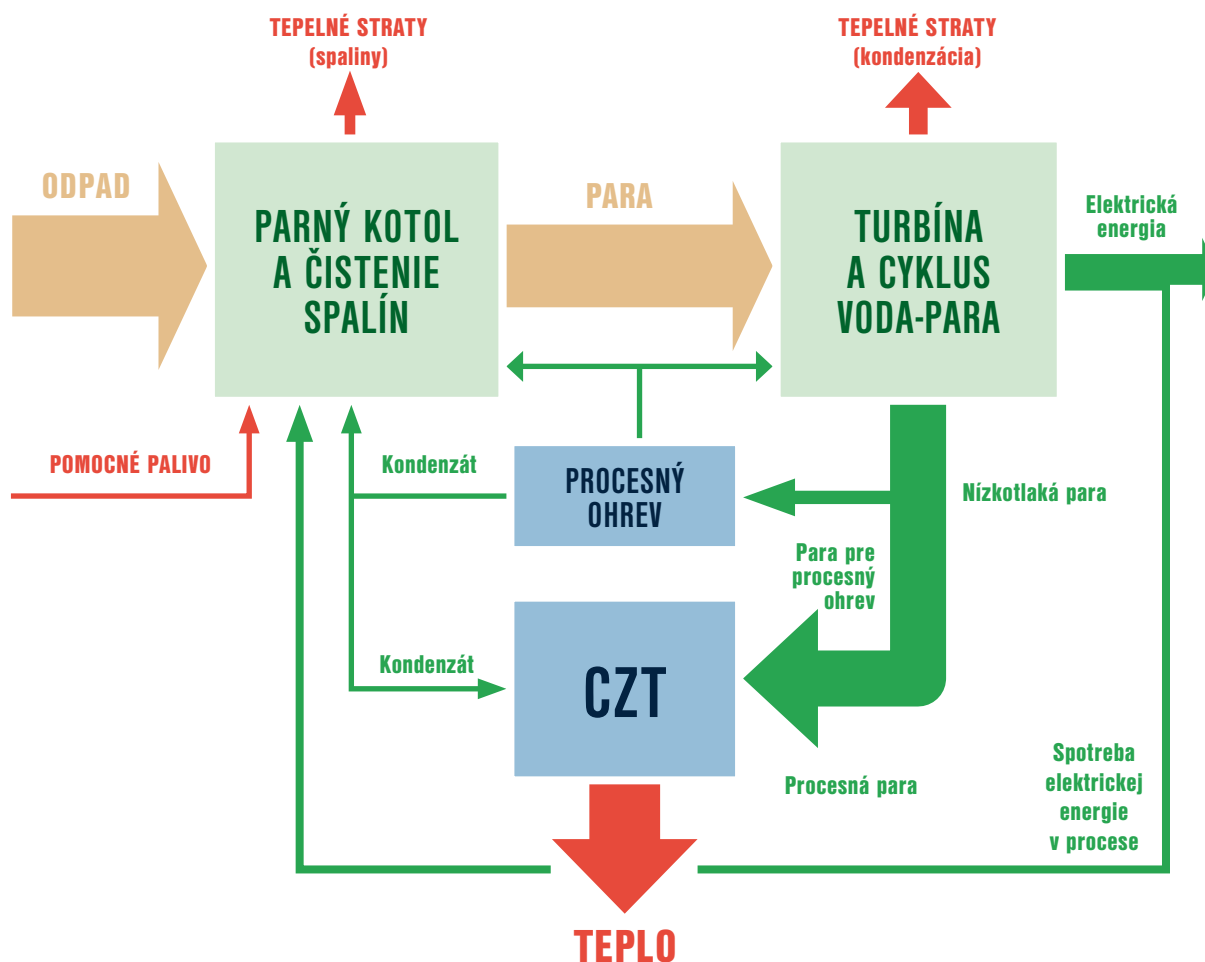
E_f je ročný energetický vstup do systému z palív prispievajúcich k výrobe pary (GJ/rok);

E_i je ročné množstvo dodanej energie okrem E_w a E_f (GJ/rok);

E_w je ročné množstvo energie obsiahnuté v spracovanom odpade (GJ/rok);

0,97 je koeficient zohľadňujúci energetické straty v dôsledku popola zo spaľovania odpadu a sálenia.

Zariadenia na spaľovanie zmesového komunálneho odpadu sú kategorizované ako zariadenia na energetické využitie odpadov len v prípade, ak ich energetická účinnosť, resp. hodnota R1, je rovná alebo vyššia ako $\eta = 0,65$, v takomto prípade je činnosť nakladania s odpadom označovaná kódom R1, využitie najmä ako palivo alebo na získavanie energie iným spôsobom. V prípade, že zariadenie nedosiahne požadovanú energetickú účinnosť, je činnosť nakladania s odpadom označovaná kódom D10, spaľovanie na zemi.



Obr. 38: Schéma energetických tokov v zariadení na energetické využitie odpadov, [1].

Z odborného hľadiska treba poznamenať, že vhodný výber lokality pre nové zariadenie a odborne vykonaný návrh procesu umožní dosahovanie hodnôt R1 vyšších ako 0,9 alebo dokonca 1,0, ako to dokazujú príklady najlepšej praxe z Rakúska. Dokonca aj v krajinách s teplejšími klimatickými podmienkami (a teda bez potreby diaľkového vykurovania ale potenciálne s možnosťou výroby chladu) umožní vhodný výber lokality a návrhu procesu dosiahnutie hodnôt R1 výrazne vyšších ako 0,65, čo by malo byť nevyhnutnosťou z hľadiska efektívnosti využívania zdrojov a energie a znižovania emisií skleníkových plynov tak, ako to požadujú viaceré smernice EÚ.

Závery o najlepších dostupných technikách pre spaľovanie odpadov (Závery BAT WI) definujú dve úrovne energetickej účinnosti pre ZEVO v závislosti od technického riešenia, [28].

- *hrubá elektrická účinnosť*, v prípade spaľovne alebo časti spaľovne, ktorá vyrába elektrickú energiu pomocou kondenzačnej turbíny;
- *hrubá energetická účinnosť* v prípade spaľovne alebo časti spaľovne, ktorá:
 - o vyrába len teplo alebo
 - o vyrába elektrickú energiu pomocou protitlakovej turbíny a teplo prostredníctvom pary vychádzajúcej z turbíny.

Hrubá elektrická účinnosť $\eta = \frac{W_e}{Q_{th}} \times (Q_b / (Q_b - Q_i))$

Hrubá energetická účinnosť $\eta_h = \frac{W_e + Q_{he} + Q_{de} + Q_i}{Q_{th}}$

W_e : vyrobený elektrický výkon, v MW,

Q_{he} : tepelná energia dodávaná do výmenníkov tepla na primárnej strane, v MW,

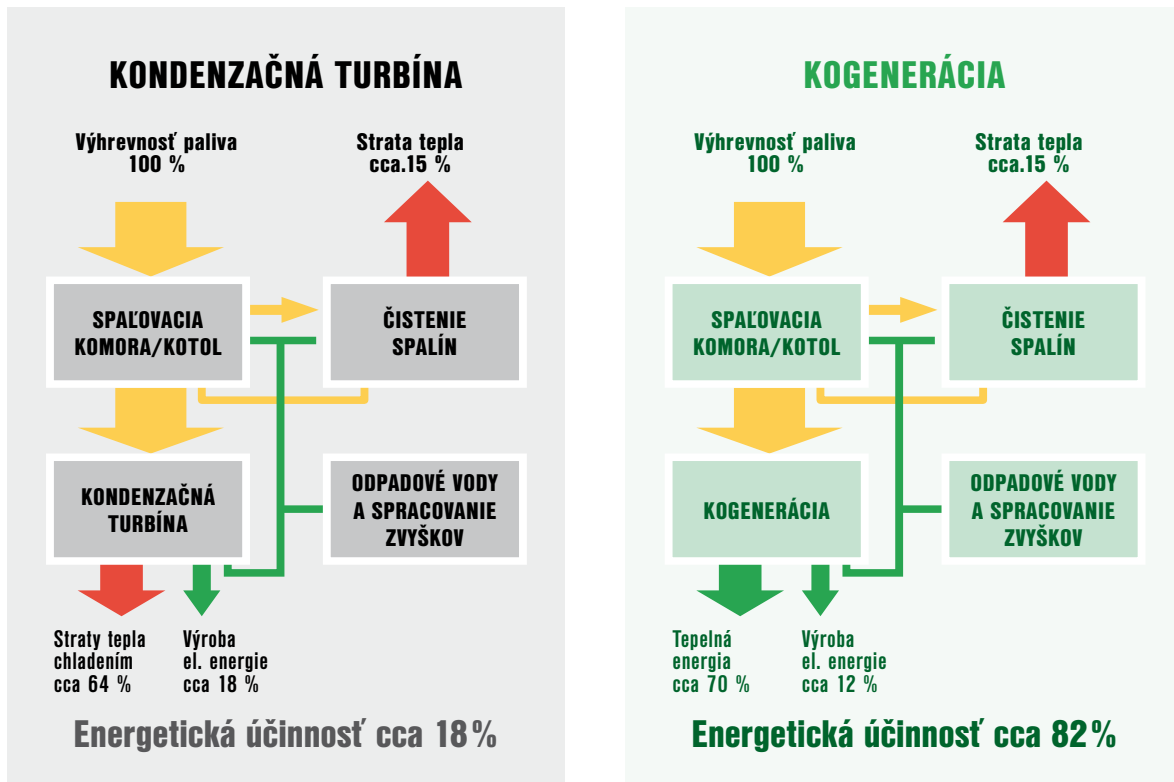
Q_{he} : priamo odvádzaná tepelná energia (ako para alebo teplá voda) mínus tepelná energia spätného prietoku, v MW,

Q_b : tepelná energia vyrobená v kotle, v MW,

Q_i : tepelná energia (ako para alebo teplá voda), ktorá sa využíva interne (napr. na opätovný ohrev spalín), v MW,

Q_{th} : tepelný vstup do jednotiek tepelného spracovania (napr. pecí), a to vrátane odpadu a pomocných palív, ktoré sa používajú nepretržite (napríklad s výnimkou nábehu atď.), vyjadrený ako hodnota dolnej výhrevnosti v MWth.

Pre nové zariadenia ZEVO je požadované dosiahnuť BAT-AEEL pre hrubú elektrickú účinnosť v rozsahu od 25 do 35 % a BAT-AEEL pre hrubú energetickú účinnosť v rozsahu od 72 do 91 %. Z tohto dôvodu by sa nové ZEVO mali budovať v lokalitách, kde sú požiadavky na odber tepla vo forme pary, resp. horúcej vody (priemysel, CZT). Kogeneračnou výrobou tepla a elektrickej energie možno dosiahnuť energetickú účinnosť nad 80 % v porovnaní so zariadeniami, ktoré vyrábajú len elektrickú energiu a dosahujú energetickú účinnosť na úrovni 20 %. Zjednodušené porovnanie energetických tokov v ZEVO vybaveným s kondenzačnou turbínou a s kogeneračnou výrobou elektrickej energie a tepla je na obrázku 39, [1].



Obr. 39: Schéma energetických tokov a energetická účinnosť ZEVO s kondenzačnou turbínou a kogeneráciou, [1].

Príklady rozdielnych energetických účinností v závislosti od návrhu zariadenia na energetické využitie odpadov sú prezentované v tabuľke 26. Varianty 1 až 3 sú založené na štandardných parametroch pary 40 bar a 400 °C. Varianty 4 až 6 majú vyššie parametre pary 65 bar a 460 °C v dôsledku výroby väčšieho množstva elektrickej energie. Pri variantoch 1 až 3, ako aj 4 až 6 sa predpokladá rôzny odber tepla od 0 %, 40 % až do 70 %.

	Jednotka	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4	Variant 5	Variant 6
Využitie energie		Elektrická energia	El. energia a teplo spolu (CHP)	El. energia a teplo spolu (CHP)	Elektrická energia	El. energia a teplo spolu (CHP)	El. energia a teplo spolu (CHP)
Parameter pary	bar °C	40 400	40 400	40 400	65 460	65 460	65 460
Parameter nízkotlakovej pary	bar °C	- -	5,5 185	5,5 185	- -	5,5 185	5,5 185
Čistá elektrina	%	21,6	13,8	8,7	23,5	15,8	10,8
Odvod tepla	%	0	40	72	0	40	68
Súčet celkovej elektrickej energie a tepla	%	21,6	53,8	80,7	23,5	55,8	79,6

Tab. 26: Energetická účinnosť ZEVO pri rôznych alternatívach výroby tepla a elektrickej energie, [1].

Najvyššia energetická účinnosť sa dosahuje pri maximálnom odbere tepla a najnižších parametroch pary (nižšia spotreba elektrickej energie na chladenie a kondenzáciu) a pri zohľadnení nasledujúcich faktorov:

- lokalita s úplným celoročným využitím tepla,
- nízka teplota spalín na výstupe kotla,
- nízke množstvo odpadového plynu dosiahnuté vhodne navrhnutým a kontrolovaným spaľovaním a čiastočnou recirkuláciou spalín (t. j. nízka hladina zvyškového kyslíka v odpadovom plyne),
- úplné spálenie tuhých materiálov a spaľovacích plynov,
- systémy na rekuperáciu tepla v zariadení (eventuálne aj z ochladzovania popola), a teda nízka teplota odpadových plynov na výstupe z komína,
- nízka spotreba energie, a to ako pri predúprave odpadu, tak aj pri prevádzke zariadenia,
- zníženie spotreby chemických prísad a pomocných palív na minimum a predchádzanie častých nábehov a dobehov zariadenia, ako aj odstávok, resp. maximálne využite FPD 8 000 hodín/ročne,
- optimálna veľkosť zariadenia: menšie zariadenia majú vyššie straty a vyššiu spotrebu energie na tonu spracovaného odpadu.

Porovnanie energetickej účinnosti ZEVO s alternatívnymi technológiami na termické spracovanie odpadov je uvedené v tabuľke 27, aj toto porovnanie potvrdzuje vyššiu efektívnosť priameho spaľovania komunálneho odpadu vzhľadom na alternatívne technológie.

	Spaľovanie	Splyňovanie	Pyrolýza	Plazma
Výroba energie	Teplo a/alebo elektrická energia môžu byť priamo vyrábané z termických procesov	Syntézny plyn produkovaný v termickom procese môže byť spaľovaný za vzniku tepla a/alebo elektrickej energie		
Účinnosť	Elektrická účinnosť medzi 18 – 30 %	Elektrická účinnosť okolo 10 až 20 % ak sa použijú podobné rekuperačné systémy ako sa používajú pri priamom spaľovaní. Účinnosť procesu môže byť potenciálne vyššia ak sa syntézny plyn prečistí a následne spáli v plynovej turbíne alebo je konvertovaný na palivo pre dopravu. V takomto prípade sú požadované sofistikovanejšie technologické zariadenia.		
Výroba elektrickej energie	0,5 – 0,6 MWh/t ZKO pre staršie ZEVO _ 0,75 – 0,85 MWh/t ZKO pre nové zariadenia	0,4 - 0,8 MWh/ t ZKO	0,5 - 0,8 MWh/ t ZKO	0,3 -0,6 MWh/ t ZKO, plazmové technológie vykazujú vyššiu prevádzkovú spotrebu energie ako ostatné typy technológií.

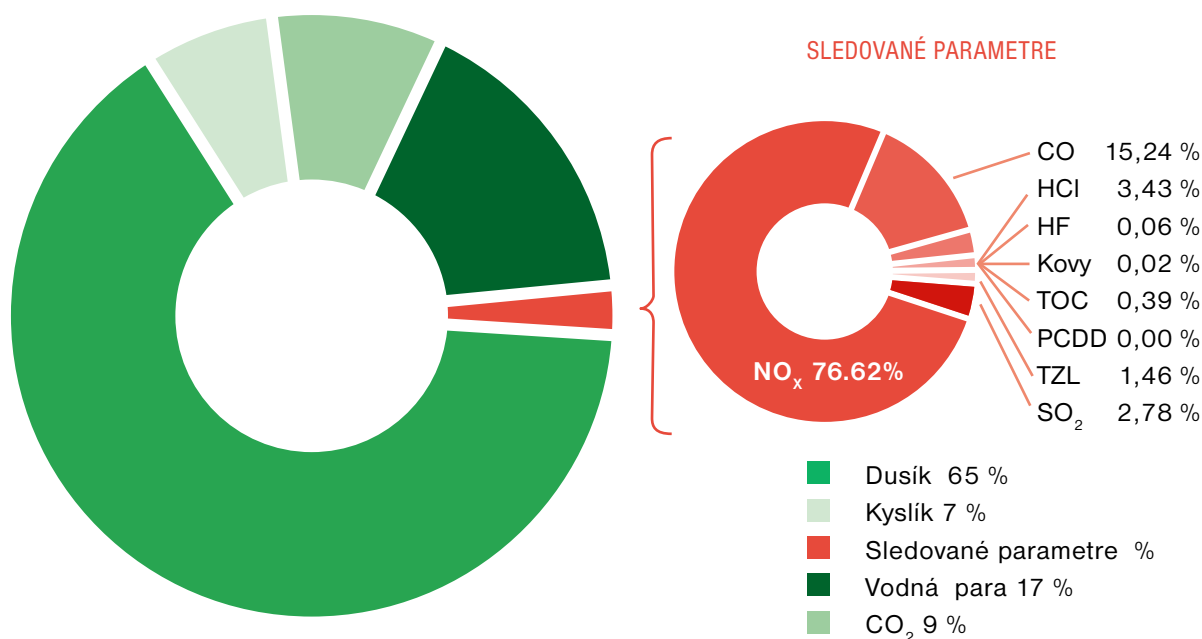
Tab. 27: Porovnanie energetickej účinnosti rôznych termických technológií, [29].

5.3 Čistenie spalín a emisie do ovzdušia

Moderné zariadenia na energetické využitie odpadov musia spĺňať najprísnejšie emisné limity pre spaľovanie odpadov v porovnaní s akýmkoľvek iným priemyselným spaľovacím procesom alebo procesom na spoluspaľovanie odpadov. Z pohľadu znečisťovania ovzdušia je ZEVO najčistejší zdroj energie získavanej procesmi termickej oxidácie odpadov. Zároveň bolo preukázané, že v určitých aglomeráciách spaliny zo ZEVO vykazujú nižšie koncentrácie PM10 než okolité ovzdušie [30].

5.3.1 Techniky čistenia spalín

Na vyčistenie spalín odvádzaných zo spaľovacej komory je aplikovaná kombinácia rôznych najmodernejších techník. Vyčerpávajúci prehľad týchto techník možno nájsť v Referenčnom dokumente BAT pre spaľovanie odpadov (BREF WI 2019) publikovanom v roku 2019, [10]. Kombinácia rôznych techník, ktoré vedú k vyčisteniu spalín, sú zamerané na odstránenie tuhých znečisťujúcich látok (kovy môžu byť absorbované na TZL) a znečisťujúcich látok vo forme plynov, ako sú kyslé plyny ako SO₂, HCl, HF, NO_x, a organické látky TOC, dioxíny a furány (niektoré kovy, napr. Hg, môžu byť aj v plynnej forme).



Obr. 40: Typická štruktúra emisií do ovzdušia zo ZEVO.

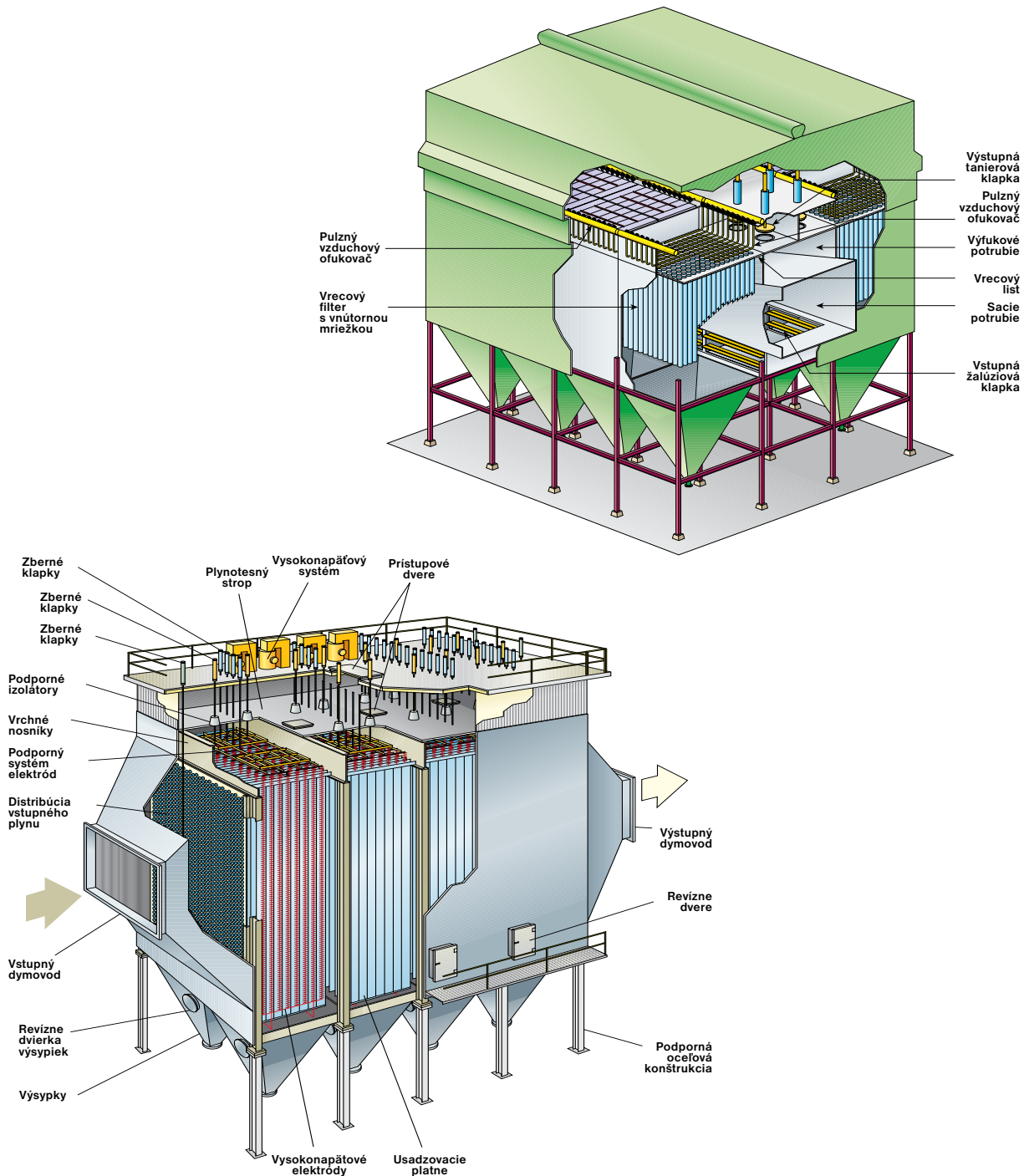
Prehľad technológií na zníženie objemu organizovane odvádzaných emisií zo ZEVO je uvedený v tabuľke 28. Výber najlepšej a najvhodnejšej techniky závisí od konkrétnych technických požiadaviek (napr. disponibilita vody), emisných limitov a pod. Kompletný systém na čistenie spalín pozostáva z kombinácie týchto techník, t. j., hovoríme o viacstupňovom čistiacom procese.

Znečisťujúca látka	Typická technika na odstraňovanie ZL
Tuhé znečisťujúce látky	Vrecové filtre, elektrostatický odlučovač, cyklóny
Oxidy dusíka NO _x	Recirkulácia spalín, SNCR, SCR
Kyslé plyny SO ₂ , HCl, HF	Mokrú, polosuchú, suchú absorpciu (pračka), vrecové filtre
Kovy (Hg, Cd, Pb, Cu...)	Vrecové filtre, Vstrekovanie aktívneho uhlia
Dioxíny, Furány	Recirkulácia spalín, vrecové filtre, aktívne uhlie

Tab. 28: Prehľad techník na znižovanie koncentrácie znečisťujúcich látok v spalínach, [24].

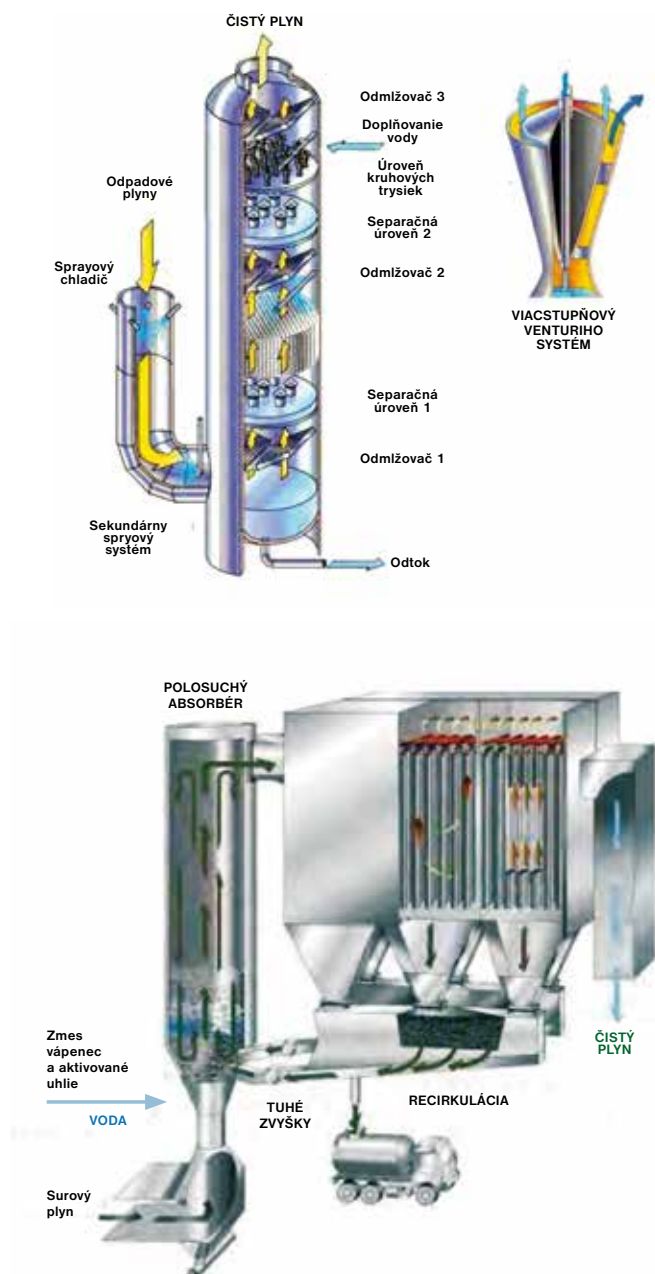
Recirkulácia časti spalín do spaľovacej komory zvyšuje energetickú účinnosť ZEVO, znižuje nároky na veľkosť zariadenia na čistenie spalín a nahrádza časť čerstvého spaľovacieho vzduchu, ktorý je potrebný na oxidáciu v spaľovacej komore s dvojitým účinkom. Prvým je ochladzovanie a druhým obmedzenie obsahu O₂ na oxidáciu dusíka, čím sa znižuje tvorba termického NO_x, [24].

Tuhé znečisťujúce látky (prach, PM 2,5, PM10) sa najčastejšie odstraňujú vo vrecových alebo tkaninových filtroch, ktoré majú veľmi vysokú účinnosť, oveľa vyššiu ako elektrostatické odlučovače, resp. cyklóny. Ich výhodou je tiež, že poskytujú možnosť na neutralizáciu kyslých plynov, keď sa proces kombinuje s aplikáciou suchého adsorbentu napr. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ alebo NaHCO_3 . Spaliny vchádzajú dovnútra vrecového filtra, častice sa zachytia na povrchu filtra a prečistená vzduššina prechádza cez filter. Elektrostatický odlučovač je veľmi účinný pre častice s veľkým priemerom, ale má limitovanú účinnosť pre menšie častice. Spaliny prechádzajú cez záporne nabitú elektródu, častice sa polarizujú a následne sa zachytia na kladne nabitých platniach. Najnižšiu účinnosť majú cyklóny, používajú sa na odstránenie najväčších častíc, vždy len v kombinácii s vrecovými filtermi v ďalšom stupni čistenia spalín, [24].



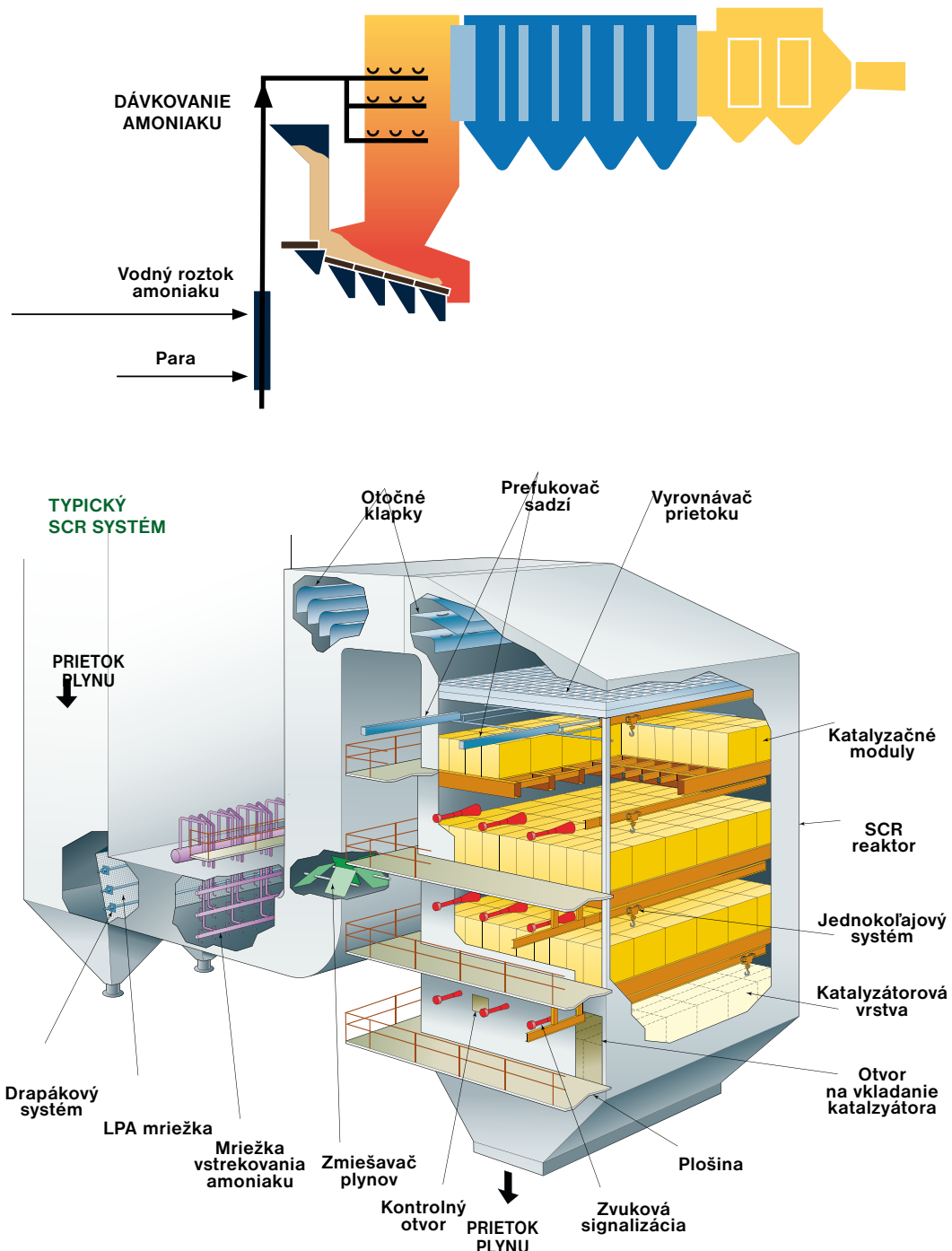
Obr. 41: Zariadenia na odstraňovanie TZL, vrecový filter a elektrostatický odlučovač, [24].

Tvorba kyslých plynov závisí do značnej miery od chemického zloženia odpadov. Spaliny môžu obsahovať anorganické znečisťujúce látky, ako sú oxidy síry (z horľavej síry) alebo halogenidy (chlorovodík alebo kyselina chlorovodíková zo spaľovania PVC, fluorovodík alebo kyselina fluoro- vodíková zo spaľovania teflónu, prípadne bromovodík a jodovodík). Tieto kyslé plyny sa dajú účinne odlúčiť ich neutralizáciou hydroxidom sodným, hydratovaným vápencom alebo hydrogénuhličitanom sodným, ktoré môžu byť aplikované do prúdu spalín v mokrom, suchom alebo polosuchom stave. Nevýhodou mokrej práčky je chladiaci efekt, čím sa znižuje energetická účinnosť procesu a nutnosť finálneho čistenia odpadových vôd (on-site). Suché alebo polosuché absorbéry sa používajú vždy v kombinácii s vrecovými filtrami, na ktorých povrchu dochádza k zachyteniu reakčných produktov. Výhodou je ľahšia manipulácia so suchými zvyškami z čistiaceho procesu. Ďalšou veľmi dôležitou výhodou suchého, resp. polosuchého absorbéra je, že umožňuje paralelne odstraňovať ťažké kovy v plynnej fáze (elementárna Hg) a organické látky (vrátane dioxínov/furánov) vstrekaním práškoveho aktívneho uhlia do prúdu spalín spolu s neutralizačným činidlom (adsorbentom), [24].



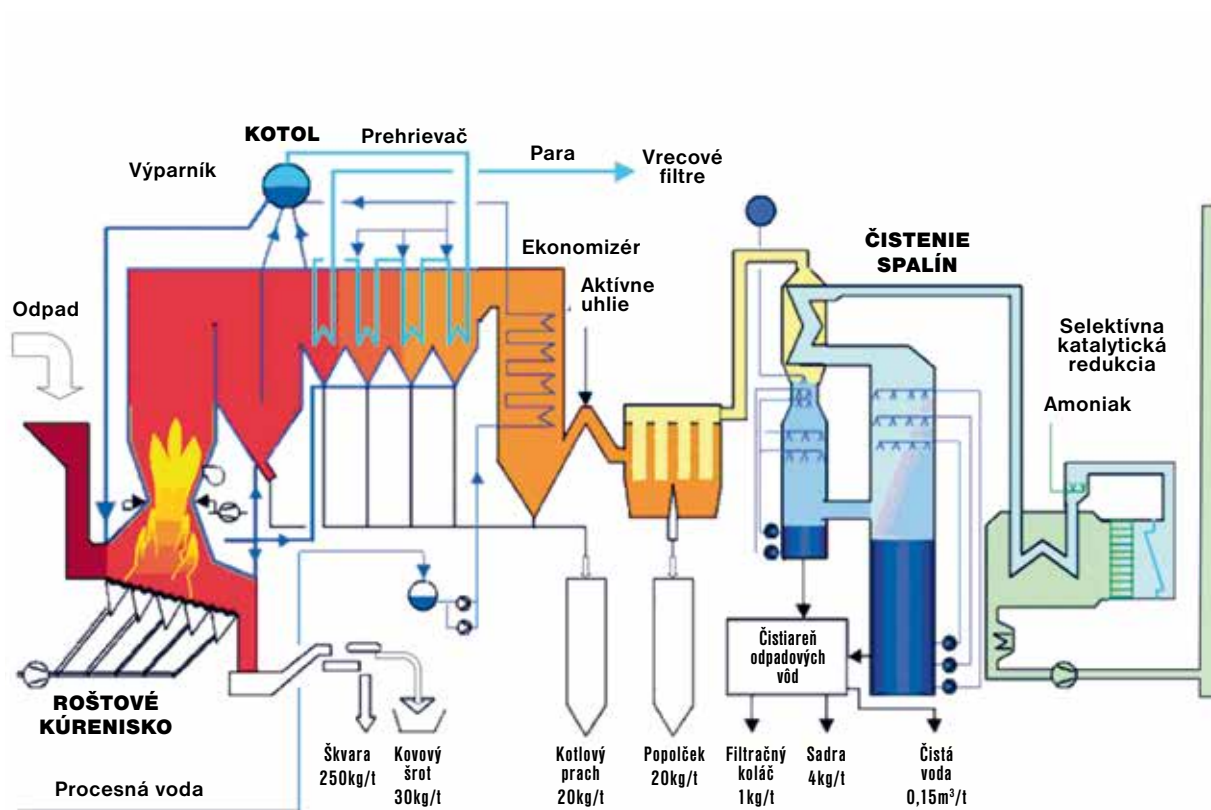
Obr. 42: Mokrú práčku kyslých plynov a polosuchý absorbér kyslých plynov, [24].

Pri spaľovaní zlúčenín dusíka alebo počas termickej oxidácie atmosférického dusíka vznikajú oxidy dusíka (NO_x , t. j. zlúčeniny NO a/alebo NO_2). Tieto zlúčeniny sa môžu redukovať späť na plyný dusík na menej ako 10 % použitím selektívnej katalytickej redukcie (SCR) s redukčným činidlom (napr. amoniak). Selektívna nekatalytická redukcia oxidov dusíka (SNCR) je alternatívou v prípadoch, keď sú požiadavky na zníženie znečisťujúcich látok menej prísne. SNCR redukuje oxidy dusíka približne na 50 %, ale tento proces pracuje s väčším množstvom redukčného činidla a môže viesť k tvorbe skleníkového plynu (N_2O). Dávkovanie redukčného činidla sa realizuje priamo do spaľovacej komory. Určitou nevýhodou SCR je citlivosť používaného katalyzátora na ostatné znečisťujúce látky, a preto sa tento stupeň čistenia zaraďuje až na koniec čistiaceho procesu, čo však vyžaduje opätovné ohriatie spalín na teplotu cca 200 °C.



Obr. 43: Schéma selektívnej nekatalytickej redukcie (SNCR) hore a selektívnej katalytickej redukcie (SCR) dole oxidov dusíka, [24].

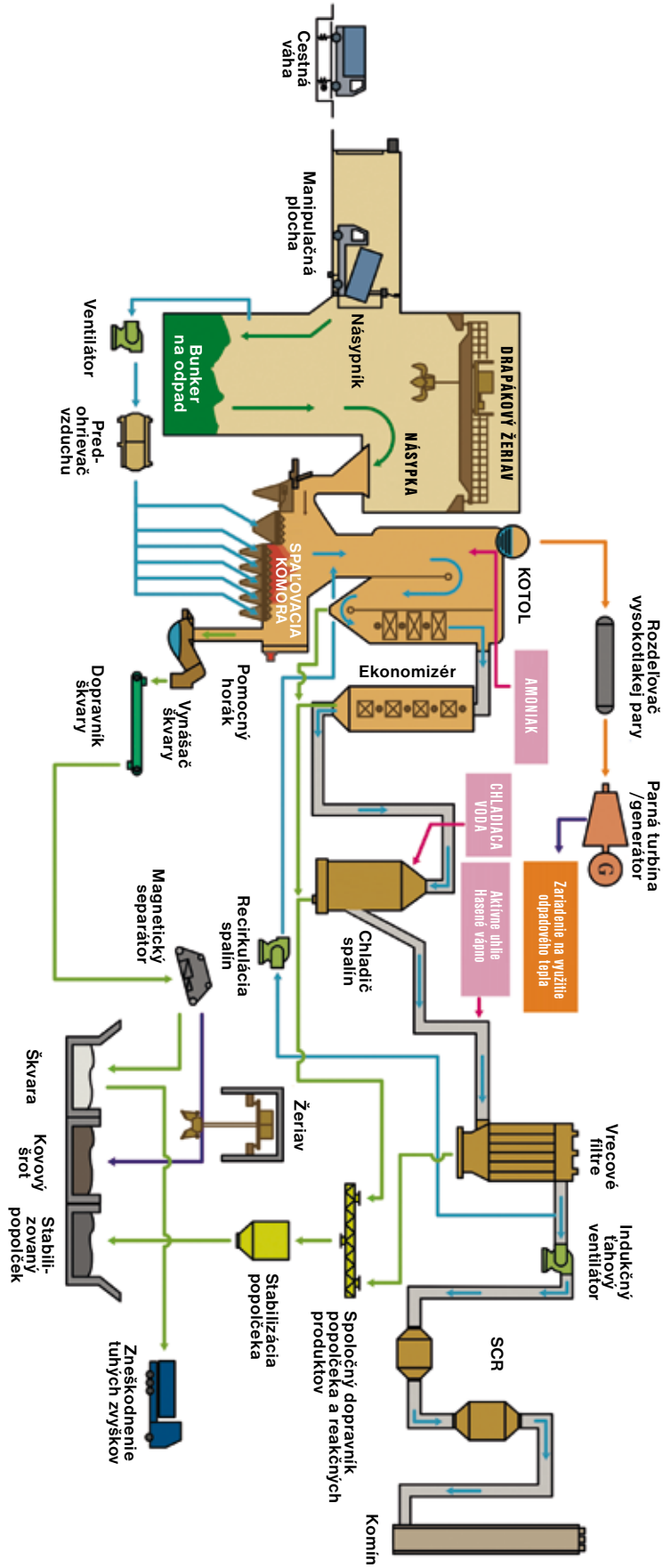
Typický príklad viacstupňového systému čistenia spalín v ZEVO EVN Abfallverwertung Niederösterreich) v meste Dürnrohr (Dolné Rakúsko), ktoré je v prevádzke od konca roku 2003.



Obr. 44: Technologická schéma ZEO s viacstupňovým systémom čistenia spalín (Rakúsko), [1].

Ďalším príkladom moderného ZEO s účinným viacstupňovým systémom čistenia spalín je zariadenie s roštovým kúreniskom Funabashi Hokubu v Japonsku, ktoré bolo kompletne zrekonštruované a spustené do prevádzky v roku 2017. Odstraňovanie oxidov dusíka je realizované kombináciou SNCR a SCR, kyslé plyny sú neutralizované v suchom absorbéri, do ktorého sa súčasne dávkuje aktívne uhlie. Reakčné produkty sú zachytávané vo vrecových filtroch, [31].

Emisie CO a TOC (ktoré sa vytvárajú pri nedokonalom spaľovaní) sú veľmi účinne riadené v dostatočne veľkej spaľovacej komore s následnou dohorievacou zónou so zabezpečenou turbulenciou, regulovanou teplotou a dostatočnou dobou zdržania.



Obr. 45: Technologická schéma ZEVO s kombinovaným procesom SNCR a SCR (Japonsko), [31].

5.3.2 Emisie zo ZEVO

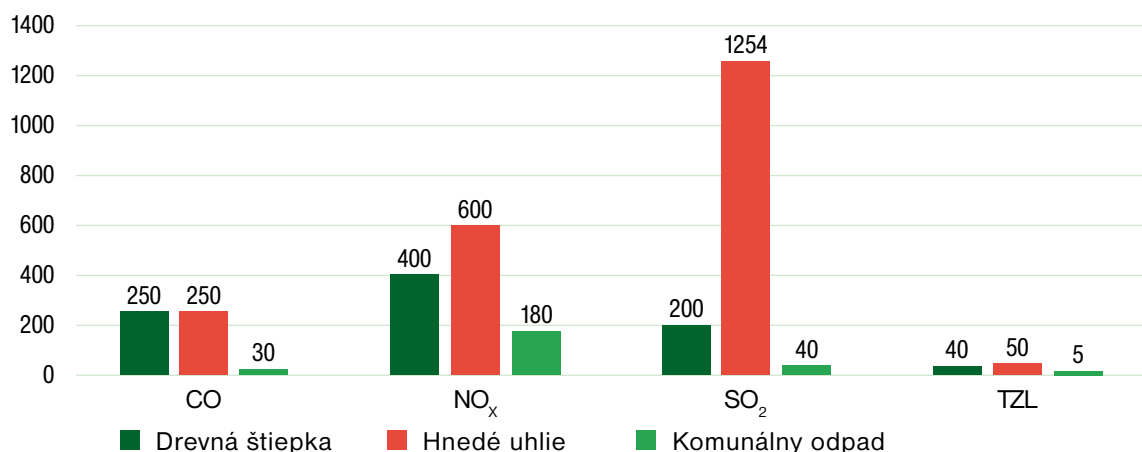
Emisné limity pre znečisťujúce látky vychádzajú z európskej smernice o priemyselných emisiách – IED, smernica 75/2010/EÚ, (do slovenskej legislatívy transponovaná zákonom o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov č. 39/2013 Z. z.). Jedným z ústredných ustanovení IED je, že priemyselné zariadenia musia zodpovedať najlepším dostupným technikám (BAT), čo sú techniky, ktoré sú najúčinnšie a najpokročilejšie s cieľom znížiť vplyv na životné prostredie a vyvinuté v takom rozsahu, ktorý umožňuje ich ekonomicky a technicky realizovateľnú implementáciu.

Pokiaľ ide o spaľovanie odpadu, najlepšie dostupné techniky sú opísané v referenčnom dokumente o BAT pre spaľovanie odpadu (BREF WI 2019) a v samostatnom dokumente s názvom „Záver o BAT“, ktorý presne definuje, čo sa považuje za najlepšie dostupné techniky pri spaľovaní odpadu. Na základe porovnania emisných limitov pre spaľovanie rôznych palív možno jednoznačne konštatovať, že emisné limity sú najprísnejšie pre spaľovanie odpadov, [28].

	TZL (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	CO (mg/m ³)	TOC (mg/m ³)	HCl (mg/m ³)	HF (mg/m ³)	NH ₃ (mg/m ³)
Biomasa	20 (13)	200 (133)	250 (167)	250 (167)	50 (33)			
Rašelina	20 (13)	300 (200)	250 (167)	250 (167)				
Nafta/Mazut	20 (11)	350 (194)	300 (167)	175 (97)				
Uhlie	20 (13)	400 (267)	300 (200)	250 (167)				
Plyn všeobecne	5 (3)	35 (19)	100 (56)	100 (56)				
Vysokopecný plyn	10 (6)	200 (111)	100 (56)	100 (56)				
Oceliarský plyn	30 (17)	35 (19)	100 (56)	100 (56)				
Koksársky plyn	5 (3)	400 (222)	100 (56)	100 (56)				
Cementáreň	30 (27)	50 (45)	500 (455)		10 (9)	10 (9)	1 (0,9)	
ZEVO – do roku 2019	10	50	200	50	10	10	1	
ZEVO – po roku 2019	< 2 – 5	5 – 30	50 – 120	10 – 50	< 3 – 10	< 2 – 6	< 1	2 – 10

Tab. 29: Porovnanie emisných limitov zo spaľovania pre rôzne palivá (zdroje nad 50 MW). Štandardné stavové podmienky, suchý plyn, referenčná koncentrácia kyslíka, pevné palivá = 6 % obj., kvapalné a plynné palivá 3 % obj., spoluspaľovanie odpadov v cementárskej peci 10 % obj., spaľovanie odpadu 11 % obj. Hodnoty v zátvorke uvádzajú emisné limity prepočítané na rovnakú úroveň referenčnej koncentrácie kyslíka 11 % obj.

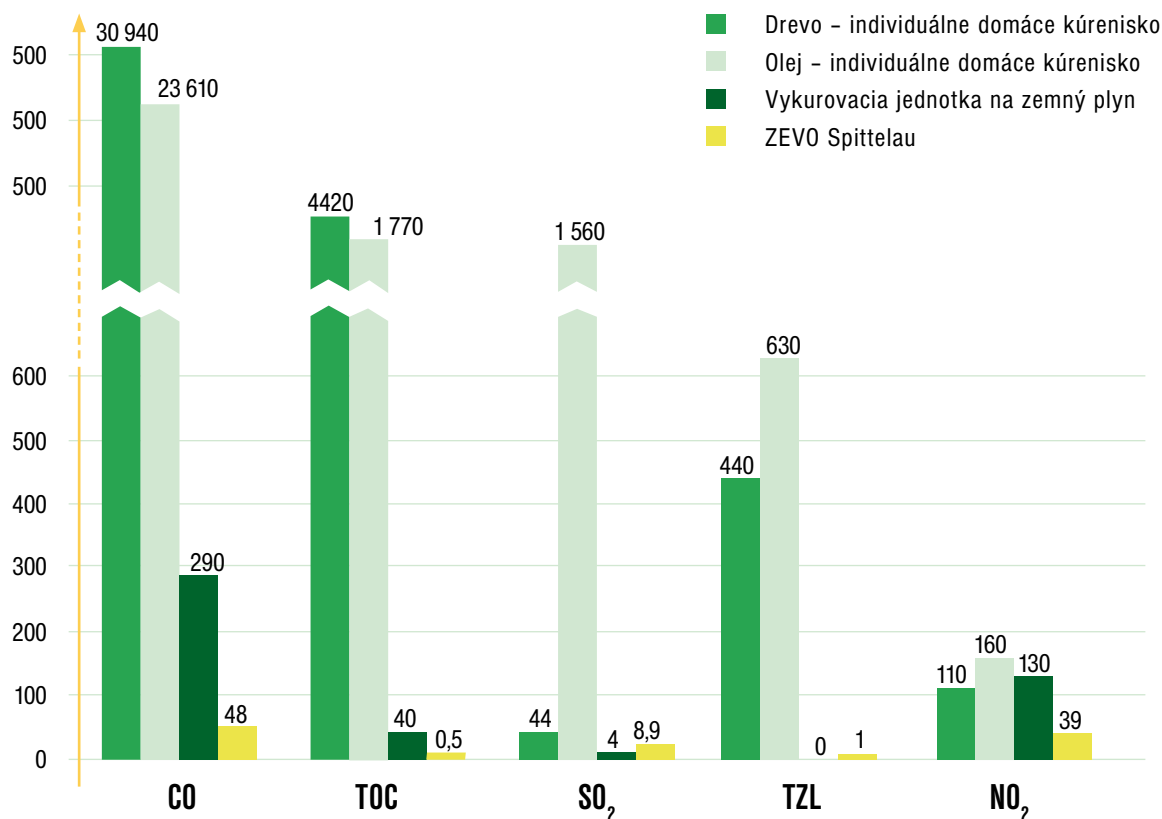
Porovnanie reálnych emisií emitovaných pri spaľovaní rôznych palív len potvrdzujú efektívnosť viacstupňového čistenia spalín v prípade energetického zhodnocovania komunálnych odpadov. Súčasťou záverov BAT WI je aj požiadavka na kontinuálne monitorovanie emisií automatizovaným systémom (24/7), a sprístupňovať v reálnom čase údaje z AMS okresnému úradu, inšpekcii a verejnosti.

Emisný limit v mg/m³


Obr. 46: Porovnanie reálnych emisií znečisťujúcich látok pri energetickom využití rôznych palív. Štandardné stavové podmienky, suchý plyn, referenčná koncentrácia kyslíka, drevná štiepka a hnedé uhlie = 6 % obj., komunálny odpad = 11 % obj.

Ako bolo konštatované v kapitole 5.2, dôležitým faktorom pre energetickú účinnosť ZEVO je jeho lokalizácia v blízkosti mestských aglomerácií s napojením na CZT (alebo centrálny rozvod chladu) a s možnosťou celoročného odberu tepla. Príkladom môže byť mesto Viedeň s centrálnym zásobovaním tepla, v ktorom sú integrované štyri ZEVO. Porovnanie reálnych emisií znečisťujúcich látok jedného z nich (ZEVO Spittelau) s emisiami z domácich kúrenísk je jasným dôkazom, aké riziko pre kvalitu mestského ovzdušia predstavuje decentralizácia vykurovacích systémov.

Množstvo znečisťujúcich látok t/r (rovnaký tepelný výkon Viedeň)



Obr. 47: Porovnanie emisií znečisťujúcich látok zo ZEVO s emisiami z individuálnych kúrenísk, [1].

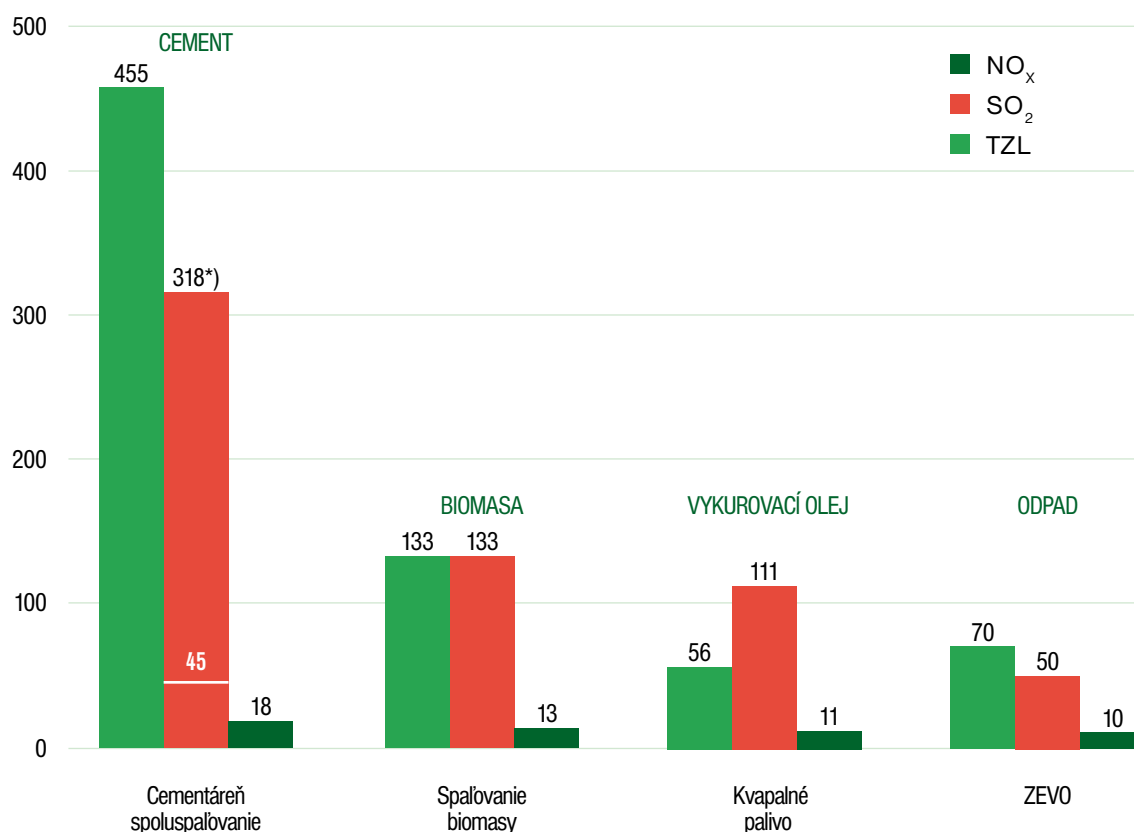
Emisie znečisťujúcich látok zo súčasných ZEVO nemožno porovnávať so stavom techniky a s emisiami, ktoré emitovali zariadenia pred 30 alebo 40 rokmi. Za posledné tri desaťročia sa dosiahol značný pokrok v kvalite čistenia emisií emitovaných do ovzdušia zo zariadení na energetické využitie odpadov, tabuľka 30. Aj v súčasnosti sú v Rakúsku emisné limity pre ZEVO najprísnejšie v porovnaní s emisnými limitmi ostatných energetických zdrojov, obr. 48.

	Prach	Cd	HCl	SO ₂	NO _x	Hg	PCDD/F
1970	100	0,2	1 000	500	300	0,5	50
1980	50	0,1	100	100	300	0,2	20
1990	1	0,005	5	20	100	0,01	0,05
2000	1	0,001	1	5	40	0,005	0,05

Poznámka: Číselné údaje (v mg/m_N³, PCDD/F v (TEQ) ng/m_N³) sú v skutočnosti priemerné hodnoty emisií namerané počas dlhého časového obdobia a nemali by sa zamieňať so zákonnými polhodinovými emisnými limitmi.

Tab. 30: Vývoj emisií znečisťujúcich látok zo zariadení na energetické využitie odpadov (Rakúsko, Nemecko, Švajčiarsko), [1].

Priemerné denné emisné limity pre zariadenia s tepelným príkonom 100 MW v mg/Nm₃ a pri 11 % O₂

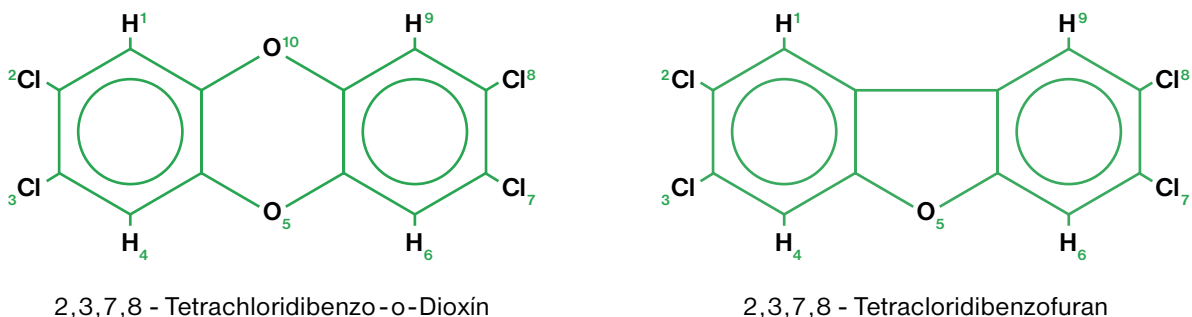


Obr. 48: Porovnanie emisných limitov pre ZEVO s emisnými limitmi iných spaľovacích zariadení s rovnakým výkonom, [1].

5.3.3 Emisie špecifických organických látok – dioxíny

Dioxíny sa stali synonymom environmentálnych a zdravotných rizík spôsobených extrémne toxickými perzistentnými organickými znečisťujúcimi látkami POP už od havárie chemického reaktora v Seveso v roku 1976.

Polychlóvané dibenzodioxíny (PCDD) a polychlóvané dibenzofurány (PCDF) – často jednoducho označované ako „dioxíny“ a „furány“ – sa v našom prostredí nachádzajú v rôznych koncentráciách, a to aj v emisiách zo spaľovacieho a taviaceho procesu, vo filtračnom prachu, cigaretovom dyme, v oblastiach zasiahnutých lesnými požiarimi, vo vonkajšom a vnútornom vzduchu, v poľnohospodársky využívannej pôde, v potravinách a dokonca aj v ľudskom tukovom tkanive. Nachádzajú sa aj v odpadoch, ako sú zmesový komunálny odpad a čistiarenské kaly, obvykle sú zničené pri spaľovaní. Môžu sa však znovu vytvoriť v malých koncentráciách počas ochladzovacej fázy po spálení („de novo syntéza“), a teda môžu byť prítomné v odpadových plynách vypúšťaných z komína, [1].

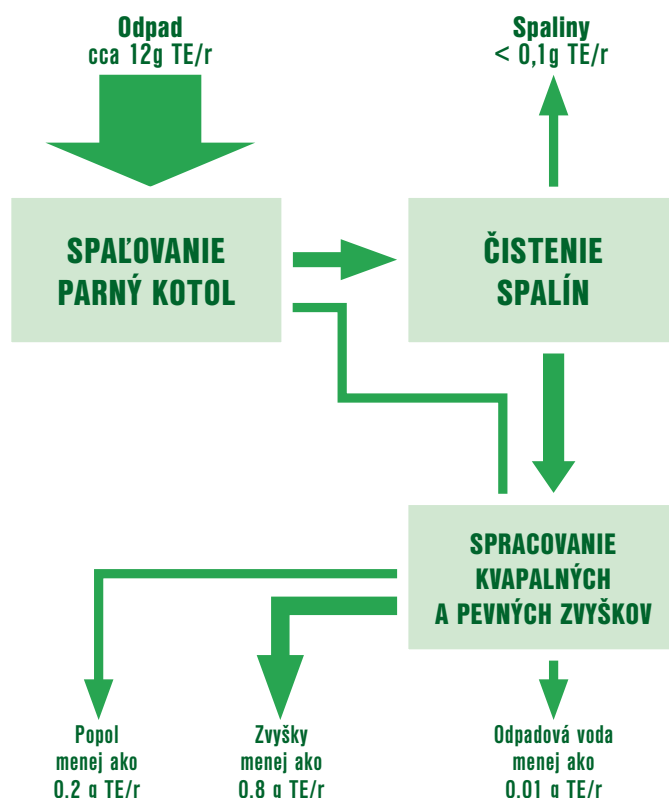


Obr. 49: Chemická štruktúra PCDD a PCDF.

Koncentrácie dioxínov a furánov sa uvádzajú s využitím medzinárodne uznávaného modelu toxicity, ktorý porovnáva a hodnotí toxicitu jednotlivých izomérov vo vzťahu k 2,3,7,8-tetrachlórdibenzo-p-dioxínu. Zákonom predpísaný emisný limit pre dioxínové a furánové zlúčeniny (0,1 nanogramu TEQ na štandardný meter kubický) sa vzťahuje na váženú hodnotu ekvivalentov toxicity (TE). V záveroch o BAT WI je BAT-AEL pre PCDD + PCDF ešte prísnejší 0,01 – 0,06 ng TEQ/m³, čo už je na hrane detekovateľnosti súčasných analyzátorov. Jeden nanogram (ng) je jedna miliardtina gramu alebo 0,000000001 gramu. Emisný limit pre „dioxíny“ je tiež referenčným parametrom pre halogénované a nehalogénované organické látky s vyššou molekulovou hmotnosťou, ako sú PCB (polychlóvané bifenyly), PAH (polycyklické aromatické uhľovodíky) a prípadne iné POP, [1].

Zdravotné riziká toxických zlúčenín sa vyhodnocujú s maximálnou starostlivosťou. Vzhľadom na známe účinky sa tvorba a uvoľňovanie týchto zlúčenín z bezpečnostných dôvodov minimalizuje. Na tento účel zákonodarcovia stanovili pre tieto látky prísne emisné limity. Už v roku 1988 bolo Rakúsko prvou krajinou na svete, ktorá stanovila limit pre celkové „emisie dioxínov“ zo spaľovní odpadu. V dôsledku technologického pokroku sa emisie dioxínov zo spaľovní odpadu od roku 1980 tisíc násobne znížili. Zariadenia na tepelné spracovanie odpadu prevádzkované v súlade so súčasným stavom techniky možno dokonca nazvať „stroje na ničenie dioxínov“, pretože ničia viac dioxínov, ako vyrábajú.

Hmotnostná bilancia dioxínov v modernom ZEVO je uvedená na obr. 50. Údaje sú v gramoch TE za rok. Z analýzy vyplýva, že za rok sa emisiami do ovzdušia dostane menej ako 0,1 g TE týchto látok.



Obr. 50: Hmotnostnej bilancia dioxínov v modernom ZEVO (údaje v g TE/r ekvivalent toxicity/rok), [1].

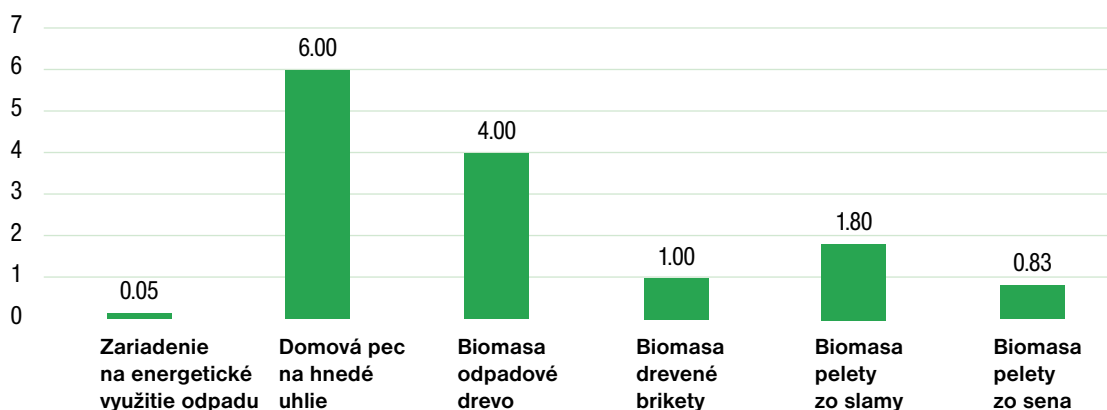
Dnes je už zrejmé, že mnohé iné procesy, ako je výroba železa a ocele, recyklácia farebných a ťažkých kovov (napr. hliník, meď) a nekontrolované spaľovacie procesy (napr. lesné požiare a domáce spaľovanie), môžu byť významnými zdrojmi dioxínov. V minulosti sa významný podiel „dioxínov“ uvoľnil aj prostredníctvom rôznych výrobkov a chemikálií (napr. prostriedky na ochranu dreva, prípravky na ochranu rastlín, defolianty ako „Agent Orange“, bielenie papiera a buničiny chlóróm). V súčasnosti to môže byť napríklad zábavná pyrotechnika, pri oslavách milénia v Londýne bolo odpálených 35 ton pyrotechniky, toto množstvo počas 15 minút ohňostroja vyprodukovalo viac dioxínov ako 100 rokov prevádzky londýnskej spaľovne (South east London CHP), [1].

	1990	1994	2000
Zhodnocovanie a spracovanie kovov	740	220	40
ZEVO	400	32	0,5
Elektrárne	5	3	3
Priemyselné spaľovacie zariadenia	20	15	< 10
Domáce kúreniská	20	15	< 10
Vozidlá	10	4	< 1
Krematóriá	4	2	< 2
Celkové emisie do ovzdušia	1 200	330	< 70

Tab. 31: Vývoj emisií dioxínov z rôznych zdrojov v g TE za rok (Nemecko), [1].

Z hľadiska ochrany životného prostredia treba zakázať spaľovanie odpadu v domácich kúreniskách a spoluspaľovanie odpadu v priemyselných zariadeniach, pretože tieto produkujú oveľa vyššie emisie dioxínov. Spaľovanie zvyškov z poľnohospodárstva a lesného hospodárstva tiež vytvára veľké množstvo emisií a malo by sa mu zabrániť s cieľom minimalizovať emisie látok znečisťujúcich ovzdušie.

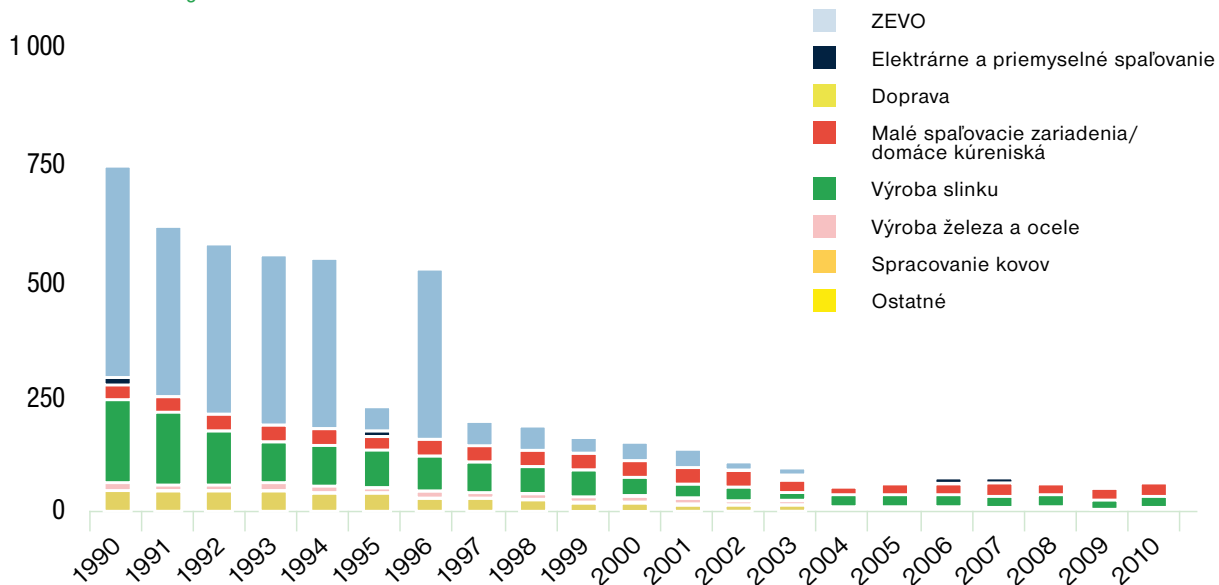
Emisie PCDD/F v ng I-TEQ /m₃



Obr. 51: Porovnanie emisií dioxínov zo ZEVO, domácich kúrenísk a zo spaľovania biomasy.

V roku 2005 vydalo nemecké ministerstvo životného prostredia záväzné stanovisko, v ktorom sa emisie ZEVO považujú za bezproblémové. Naopak, poukázalo na dioxíny, ktoré sa môžu do ovzdušia a do podzemných vôd uvoľňovať zo skládok. V roku 2012 spolu s nemeckou Agentúrou životného prostredia boli publikované údaje o vývoji množstva emisií dioxínov v období od 1990 do 2010. Za celé toto sledované obdobie boli ZEVO jedným z najmenších prispievateľov k produkcii emisií dioxínov v Nemecku. V súčasnosti sú najvýznamnejšími prispievateľmi emisií dioxínov do životného prostredia malé spaľovacie zariadenia a výroba slinku [32].

Emisie dioxínov v gTEQ



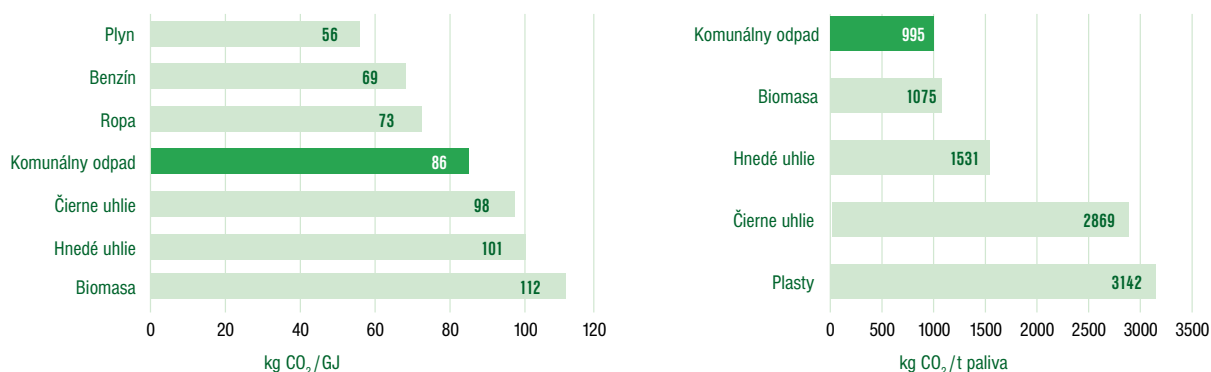
Obr. 52: Zníženie emisií dioxínov vypustených do životného prostredia od roku 1990 do roku 2010 (Nemecko), emisie dioxínov v gramoch ekvivalentov toxicity, [32].

Meranie koncentrácie dioxínov v životnom prostredí za posledné roky preukázalo ich výrazný pokles aj v Rakúsku, čo nepriamo potvrdzuje úspešnosť snáh o minimalizáciu emisií dioxínov. V zimných mesiacoch však vyššie hodnoty znečistenia ovzdušia naznačujú, že spaľovanie paliva v domácich kúreniskách je hlavným zdrojom súčasných emisií dioxínov v Rakúsku.

5.3.4 Emisie skleníkových plynov

O znížení skleníkových plynov (GHG) sa už mnoho rokov intenzívne diskutuje na medzinárodnej úrovni, pretože na základe rôznych modelových výpočtov existujú obavy, že globálne otepľovanie môže spôsobiť katastrofálne zmeny klímy. Z tohto dôvodu boli vypracované medzinárodné memorandá o porozumení a zmluvy (konferencie v Toronte 1988, Riu 1992, Kjóte 1997, Buenos Aires 1998, Paríži 2015, Katoviciach 2018 atď.). Podľa Dohovoru medzi skleníkové plyny patria oxid uhličitý (CO_2), metán (CH_4), oxid dusný (N_2O) a (HCFC, PFC, SF_6), ktoré sa agregujú na základe svojho individuálneho potenciálu prispieť k skleníkovému efektu v jednotkách ekvivalent CO_2 .

Medzi činnosti, ktoré prispievajú k tvorbe skleníkových plynov, patrí spaľovanie fosílnych palív vrátane odpadov a skládkovanie odpadov, pri ktorom je uvoľňovaný do ovzdušia najmä metán. Štandardné emisné faktory CO_2 pre rôzne palivá sú znázornené na obrázku 52, jednoznačne z nich vyplýva, že pri energetickom zhodnocovaní zmesového komunálneho odpadu je emitovaných menej skleníkových plynov ako pri spaľovaní uhlia.



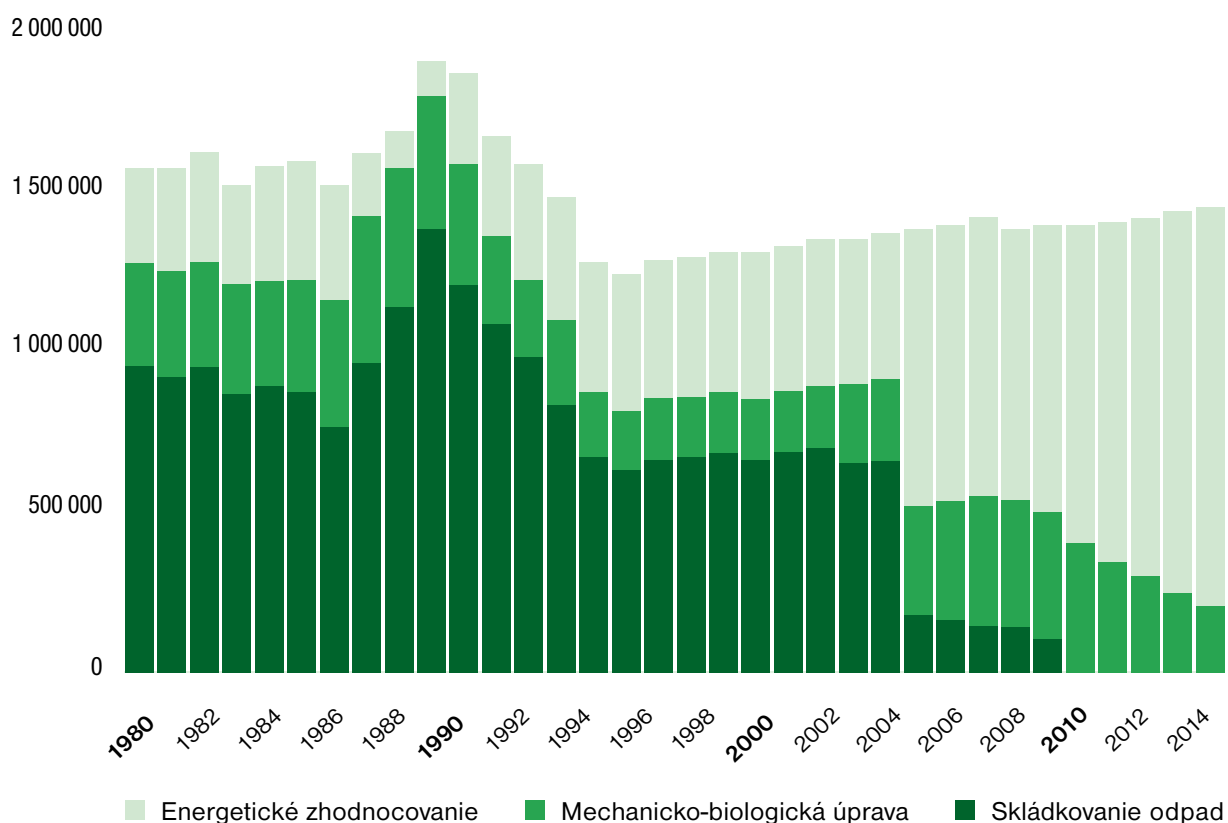
Obr. 53: Štandardné emisné limity CO_2 pre rôzne palivá, $\text{kg CO}_2/\text{GJ}$ a v $\text{kg CO}_2/\text{t paliva}$, [33].

Spálením jednej tony zmesového komunálneho odpadu sa uvoľní v priemere 995 kg CO_2 , obr. 53. Z tohto množstva približne 33 až 50 % tvorí uhlík biogénneho pôvodu, ktorý sa nepodieľa na klimatických zmenách a zaraduje sa medzi obnoviteľné zdroje energie (rovnaké množstvo CO_2 je absorbované a premieňané rastlinami v prírode). Zvyšný podiel predstavuje uhlík z fosílnych zdrojov (plasty...), ktorý následne vstupuje do uhlíkového cyklu, reálny emisný faktor pri spaľovaní zmesového komunálneho odpadu je teda na úrovni 448 kg CO_2 na 1 tonu odpadu. Pre porovnanie, skládkovaním, ktorého hlavným skleníkovým plynom je metán (25 x vyšší GHG efekt ako CO_2), sa z jednej tony zmesového komunálneho odpadu (50 % podiel biomasy) uvoľní až 1 800 kg CO_2eq , [34].

V Rakúsku bol vplyv odpadového hospodárstva k ochrane klímy podrobne skúmaný už od roku 1998. Mnohými štúdiami sa zistilo, že skládky odpadov sa významným spôsobom podieľajú

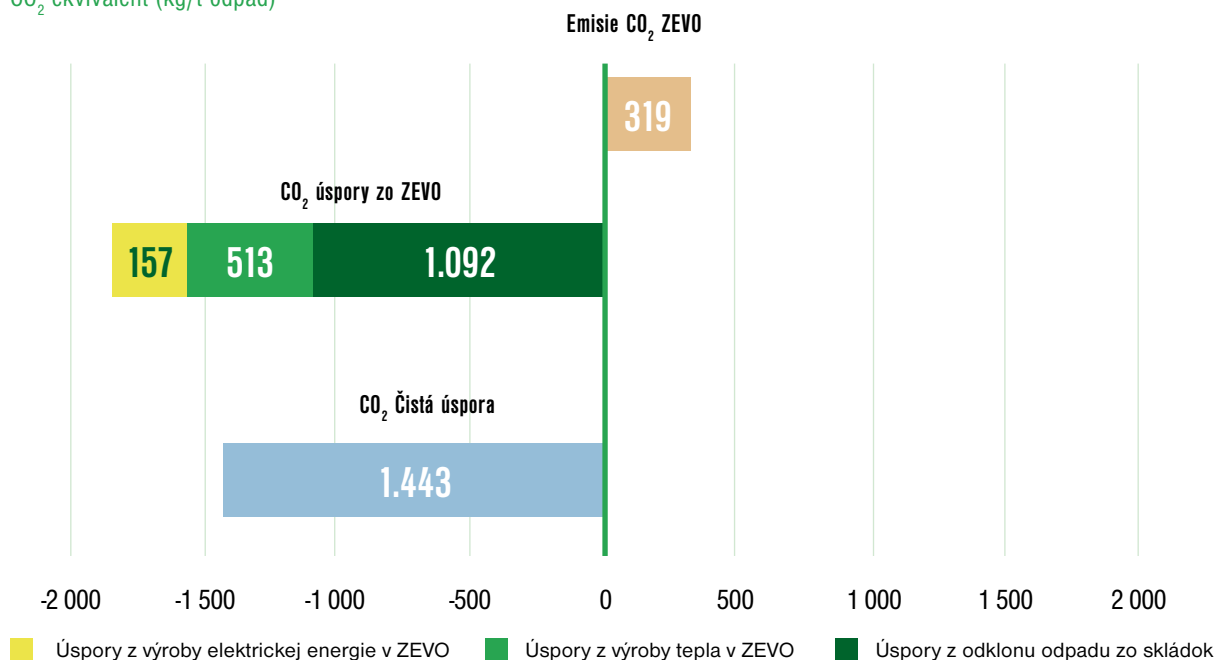
na emisiách skleníkových plynov v dôsledku uvoľňovania skládkových plynov (metán a oxid uhličitý, ale tiež stopy chlórfluórovaných uhľovodíkov (CFC) a oxid dusný). Na obrázku 54 je znázornený vývoj nakladania so zmesovým komunálnym odpadom od roku 1980. Z obrázka veľmi jasne vidieť trend odklonu od skládkovania smerom k energetickému zhodnocovaniu odpadov.

V referenčnom období 1990 – 2017 poklesli emisie CO₂ zo skládkovania v Rakúsku o 70 % z 3 646 kt CO₂eq na 1 114 kt CO₂eq a emisie z energetického zhodnocovania odpadov stúpili o 978 kt CO₂eq. Celkovo tak tento progresívny trend v Rakúsku prispel k zníženiu emisií CO₂ zo sektora nakladania s odpadmi o 38 %. Pre porovnanie v Slovenskej republike za rovnaké referenčné obdobie stúpili emisie CO₂ zo skládkovania o viac ako 76 % a emisie CO₂ zo ZEVO ostali aj po 30 rokoch bez zmeny na úrovni 26 kt CO₂eq, [35].



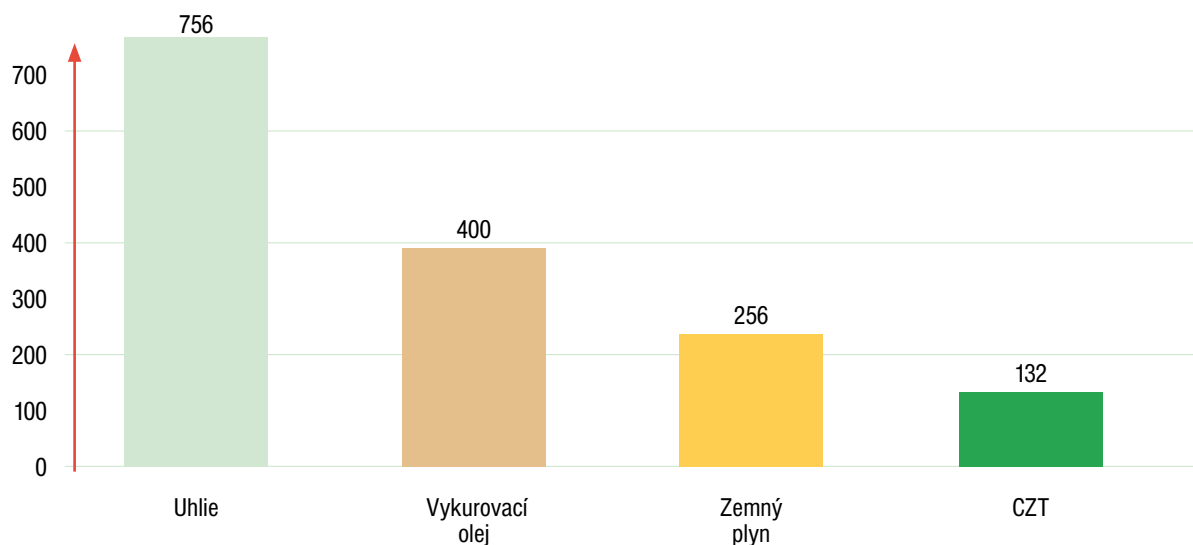
Obr. 54: Vývoj produkcie a spôsoby nakladania so zmesovým komunálnym odpadom od roku 1980 do roku 2013 v Rakúsku. (Údaje v tonách za rok), [1].

Celkový pozitívny vplyv energetického zhodnocovania odpadov na uhlíkovú bilanciu vychádza z množstva emisií skleníkových plynov, ktorým vzniku sa zabráni pri ich odklone od skládkovania (1 092 kg/t), z množstva emisií, ktorým sa zabráni pri využívaní energie získanej zo ZEVO miesto spaľovania fosílnych palív.

CO₂ ekvivalent (kg/t odpad)


Obr. 55: Zjednodušená uhlíková bilancia ZEVO so znázornením jednotlivých úspor emisií skleníkových plynov, [1].

Energetické zhodnocovanie zmesového komunálneho odpadu je veľmi účinným a nízkonákladovým riešením k zníženiu emisií skleníkových plynov. V mestskej aglomerácii Viedne sú do centrálného zásobovania teplom integrované celkovo štyri ZEVO. Vplyv rôznych vykurovacích systémov na emisie skleníkových plynov je znázornený na obrázku 56. Treba poznamenať, že veľká časť CZT vo Viedni využíva kogeneráciu, pri ktorej sa využívajú fosílna palivá, čo v zimnom období spôsobuje zodpovedajúce emisie skleníkových plynov (napr. plynové turbíny a parné kotly na zemný plyn v Donaustadte a Simmeringu). Medzičasom v Rakúsku dochádza k výraznému zvýšeniu diaľkového zásobovania chladom s využitím tepelnej energie zo ZEVO.

 kg CO₂/MWh


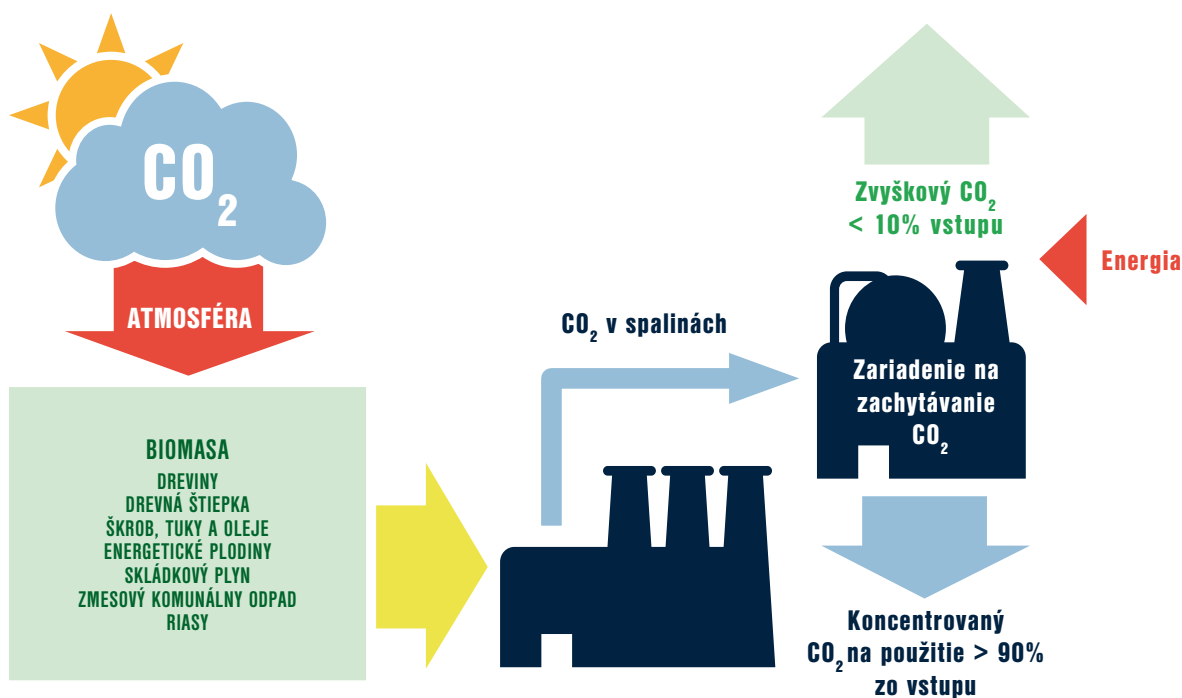
Obr. 56: Porovnanie emisií skleníkových plynov z rôznych vykurovacích systémov, príklad Viedeň, [1].

V roku 2015 sa vedúci predstavitelia EÚ dohodli na rámcovej politike v oblasti zmeny klímy a energetiky na obdobie rokov 2020 až 2030. Kľúčové ciele do roku 2030 sú takéto:

- minimálne 40 % zníženie emisií skleníkových plynov (v porovnaní z úrovňou roku 1990),
- aspoň 32 % podiel **obnoviteľnej energie**,
- zlepšenie **energetickej účinnosti** najmenej o 32,5 %.

Sektor energetického zhodnocovania odpadov už teraz prispieva k napĺňaniu týchto cieľov. Ďalším perspektívnym príspevkom je zavádzanie technológií na zachytávanie uhlíka z vyčistených spalín a ich následné využitie (Carbon Capture and Utilisation CCU), či už v poľnohospodárstve, alebo v priemysle. Po úspešných pilotných skúškach sa v súčasnosti na dvoch ZEVO, Twence Holandsko a Klemetsrud Nórsko, budujú plno prevádzkové jednotky na zachytávanie uhlíka s kapacitou 100 000 t CO₂, resp. 400 000 t CO₂ ročne.

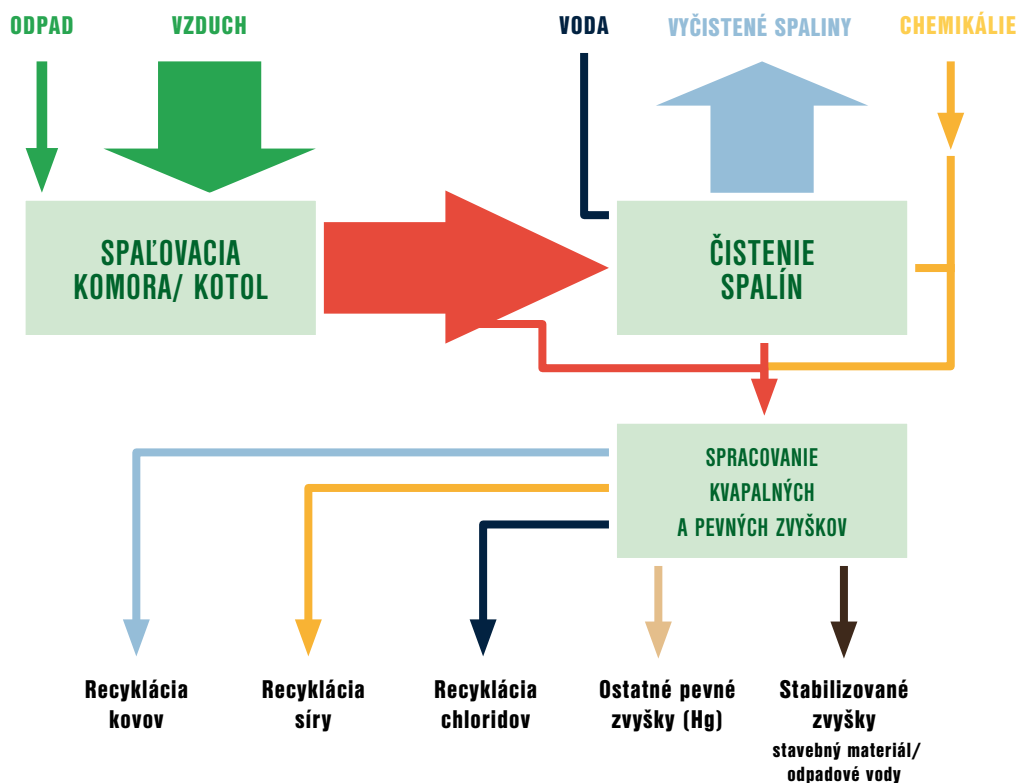
Tieto inovatívne technológie posúvajú ZEVO do úplne inej dimenzie spaľovacích zariadení a ZEVO sa tak dostáva z úrovne klimatickej neutrality až k technológiám, ktoré sú klimaticky negatívne.



Obr. 57: Schéma zachytávania uhlíka zo spalín ZEVO, CCU.

5.4 Pevné zvyšky

Hmotnostná bilancia jednotlivých prúdov ZEVO je znázornená na obrázku 57 a vo veľkej miere závisí od zloženia vstupujúceho odpadu, spaľovacích technológií a použitých techník a materiálov na čistenie spalín.



Obr. 58: Materiálové toky pri energetickom zhodnocovaní odpadov, [1].

Tuhé zvyšky z energetického zhodnocovania zmesového komunálneho odpadu sú zastúpené hlavne:

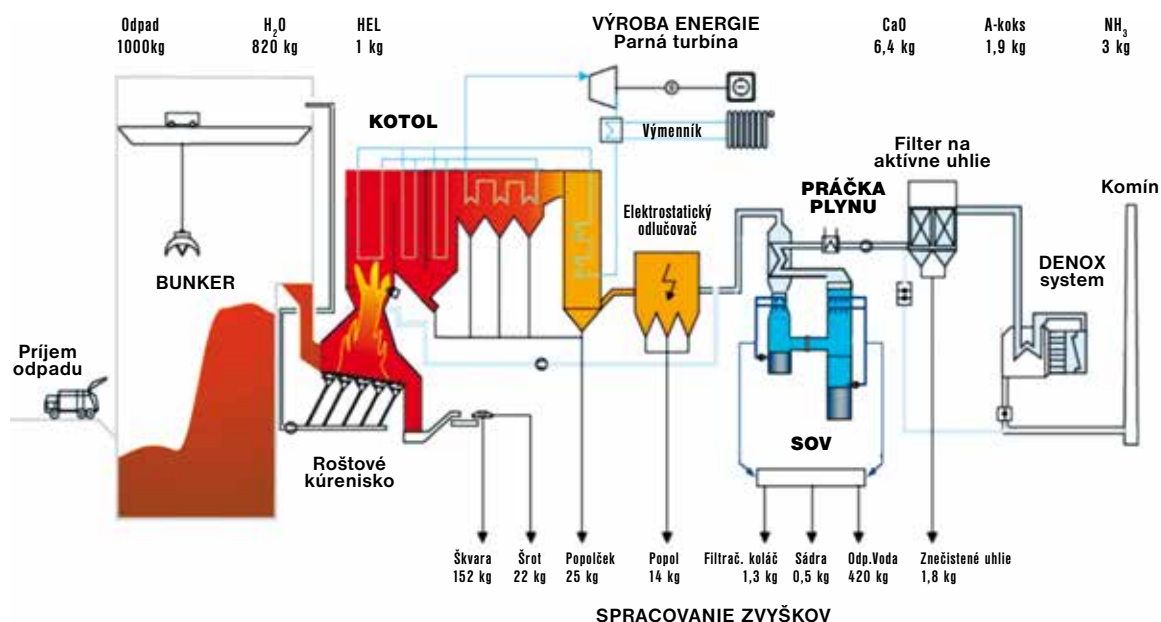
- škvára, lôžový popol, troska = hmotnostne najvýznamnejší prúd, ktorý je vynášaný zo spaľovacej komory mokrým alebo suchým vynášačom. Zo škvary sa pred jej ďalšou úpravou odstraňujú železné a neželezné kovy. Tento odpad nie je kategorizovaný ako nebezpečný a jeho využitie je v stavebníctve pri výrobe tvárnic ako zásypový materiál a pod.,
- popolček z čistenia spalín je zmes sodných, resp. vápenatých solí, zachytených ťažkých kovov a organických látok (PCDD/F). V niektorých prípadoch môže slúžiť ako zdroj niektorých kovov, najčastejšie sa však podrobuje solidifikácii/stabilizácii a v závislosti od kvality výluhu je následne uložený na príslušnú skládku odpadov. V literatúre možno nájsť informácie aj o využití popola ako plniča do bitúmenových zmesí,
- kotlový prach, popol v závislosti od národnej legislatívy môže byť spracovaný spoločne so škvarou alebo s popolom z čistenia spalín,
- kal, v prípade mokrych procesov čistenia spalín, je odpadová voda spracovaná na fyzikálno-chemickej čistiarni, ťažké kovy sú koncentrované v kale, ktorý sa následne deponeuje na skládke nebezpečného odpadu,

- sadra, pri niektorých procesoch čistenia spalín vzniká sadra, ktorá sa môže ďalej interne alebo externe recyklovať.

Hmotnostná bilancia tuhých zvyškov zo ZEVO s roštovým kúreniskom je na obrázku 59. Tuhé zvyšky zo spaľovania zmesového komunálneho odpadu tvoria iba 20 – 26 % hmotnosti nespracovaného zmesového komunálneho odpadu. Vzhľadom na pomerne vysokú hustotu týchto zvyškov je potrebný objem skládky iba 10 % pôvodného objemu. Príklad hmotnostnej bilancie jednotlivých prúdov zo ZEVO Pfaffenau s roštovým kúreniskom je na obrázku 60.



Obr. 59: Hmotnostná bilancia tuhých zvyškov z energetického zhodnocovania zmesového komunálneho odpadu, [1].



Obr. 60: Špecifické hmotnostné toky v roštovom systéme, príklad spaľovne Pfaffenau, Viedeň, [1].

V prípade využívania škvary ako zásypového materiálu je dôležité zdôrazniť, že nejde o činnosti zneškodňovania odpadov, ako je trvalé uloženie do zeme (D1, D3 alebo D12). V krajinách ako Nemecko a Rakúsko s cieľom znížiť riziko zlyhania horniny a povrchového sadania banský úrad vyžaduje, aby sa bývalé banské diela vyplnili zásypovým materiálom. Na spätné zasypávanie možno využiť nasledujúce technológie:

- **hydraulické spätné zasypávanie:** Prachové, tekuté a pastovité zložky sa spracúvajú do pastovitého výplňového materiálu, ktorý sa využije na zasypávanie. Tento výplňový materiál sa následne potrubím čerpá do pripravených podzemných dutín vytvorených banskou činnosťou. Hneď ako výplňový materiál stvrdne, slúži ako podpora proti preťaženiu,
- **zasypávanie pomocou objemného materiálu:** Odpad, ktorého vlastnosti umožňujú jeho priame použitie ako zásypového materiálu bez predchádzajúceho spracovania, sa prepraví na miesto, ktoré má byť zasypané, pomocou kontajnerového systému. Objemný materiál sa ukladá priamo do dutín pomocou nakladačov,
- **mechanické zasypávanie s využitím big bagov:** Niektoré druhy odpadu sa plnia do big bagov a upravujú pridaním spojiva alebo tekutín v závislosti od požiadaviek na mechanickú pevnosť. Hotový zásypový materiál sa potom využije na zasypanie dutín, ktoré podľa predpisov majú byť zasypané.

Súčasnú modernú state-of-the-art technológiu ZEVO pre zhodnotenie zmesového komunálneho odpadu ponúkajú komplexné environmentálne riešenie pre nerecyklovateľné odpady. Zariadenia dosahujú vysokú energetickú účinnosť, minimalizujú uhlíkovú, ale aj vodnú stopu (carbon/waterfootprint), umožňujú separáciu kovov z tuhých zvyškov a ich finálnu materiálovú recykláciu v stavebníctve. V blízkej budúcnosti aplikáciou inovatívnych techník na zachytávanie uhlíka sa technológia ZEVO môže stať uhlíkovo negatívna.

6. EKONOMICKÉ ASPEKTY ZARIADENÍ NA ENERGETICKÉ VYUŽITIE ODPADOV

Zariadenia na energetické využitie odpadov majú svoje nezastupiteľné miesto v hierarchii nakladania s odpadmi a sú neoddeliteľnou súčasťou obehového hospodárstva. Európska únia vydala v roku 2017 usmernenie, v ktorom špecifikuje, akým spôsobom ZEVO podporuje napĺňanie cieľov obehového hospodárstva. Finančná podpora pre nové projekty má vychádzať z podrobnej analýzy stavu odpadového hospodárstva v danej lokalite, tak aby nedochádzalo k ohrozeniu plnenia cieľov v oblasti materiálového zhodnotenia odpadov. Moderné technológie ZEVO majú podnecovať k rozvoju inovatívnych technológií a tvorbe vysokokvalitných pracovných miest. Dôraz treba klásť na BAT techniky v oblasti energetickej účinnosti, kombinovanej výroby elektrickej energie a tepla tak, aby nové projekty ZEVO boli pozitívnym príspevkom k dekarbonizácii európskeho hospodárstva a redukcii skleníkových plynov [6].

Podporu pre rozvoj nových kapacít ZEVO je vhodné orientovať do členských štátov EÚ, ktorých odpadové hospodárstvo je silne závislé od skládkovania. Zabezpečenie odklonu od skládkovania musí ísť paralelne s budovaním kapacít pre recykláciu odpadov s dôrazom na spracovanie biologicky rozložiteľného podielu komunálnych odpadov. Pozitívnym príkladom môže byť symbióza pri rozvoji nových priemyselných parkov, kde ZEVO zhodnocuje odpady klientov z priemyselného parku a následne im dodáva teplo, resp. elektrickú energiu. Súčasne v takýchto zónach možno efektívne zhodnotiť tuhý zvyšok z procesu ZEVO – švaru.

State-of-the-art ZEVO zohrávajú dôležitú úlohu pri prechode k obehovému hospodárstvu a v súlade s hierarchiou nakladania s odpadmi možno rozvinúť plný potenciál obehového hospodárstva z environmentálneho aj hospodárskeho hľadiska. Posilnenie pozície EÚ ako lídra environmentálnych technológií napĺňajú aj nové projekty ZEVO, ktorých budovanie EÚ finančne podporila (EIB, EBRD...) v poslednom období: Cardiff (UK 2018) 123 mil. eur, Hamburg (D 2019) 162 mil. eur, Paríž-Ivry (F 2019) 230 mil. eur, Gdansk (PL 2020) 64 mil. eur, Sofia (BG 2020) 77 mil. eur, [37, 38, 39]

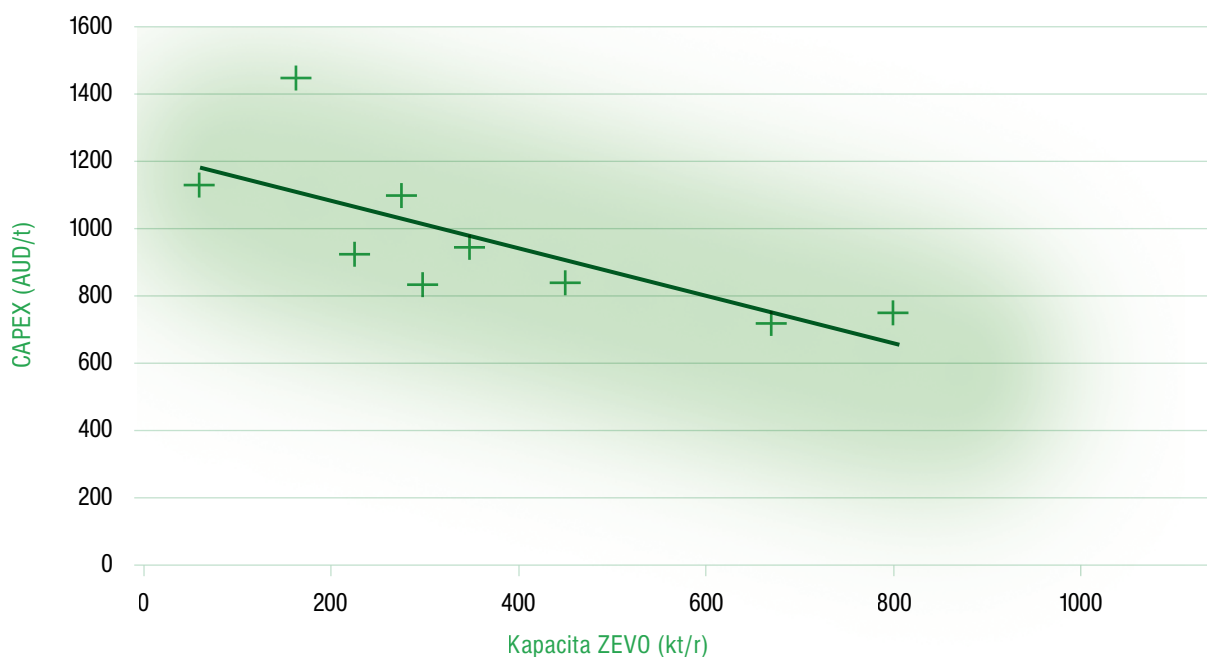
6.1. Optimálna kapacita ZEVO a kritériá na výber lokality

Investičné a následne aj prevádzkové náklady na zariadenie energetického zhodnocovania odpadu je veľmi komplexná oblasť, ktorá musí zohľadňovať legislatívne požiadavky, špecifické lokálne požiadavky, technologické prevedenie, kapacitu zariadenia, možnosť vyvedenia elektrického a tepelného výkonu, náklady na nakladanie so zvyškami zo zariadenia a mnohé ďalšie.

Napriek mnohým špecifikám pri analýze ekonomických aspektov ZEVO možno vychádzať z dostatočného počtu už realizovaných projektov na energetické zhodnocovanie odpadov v Európe a vo svete (viac ako 1 000). Náklady na financovanie, a teda aj investičné náklady spojené s úrokovými mierami a lehotou odpisovania, sú najvýznamnejším faktorom určujúcim výšku nákladov na spracovanie jednej tony zvyškového odpadu. Výber a návrh technológie procesu ovplyvňujú náklady na spracovanie primárne vo forme potrebných investícií do

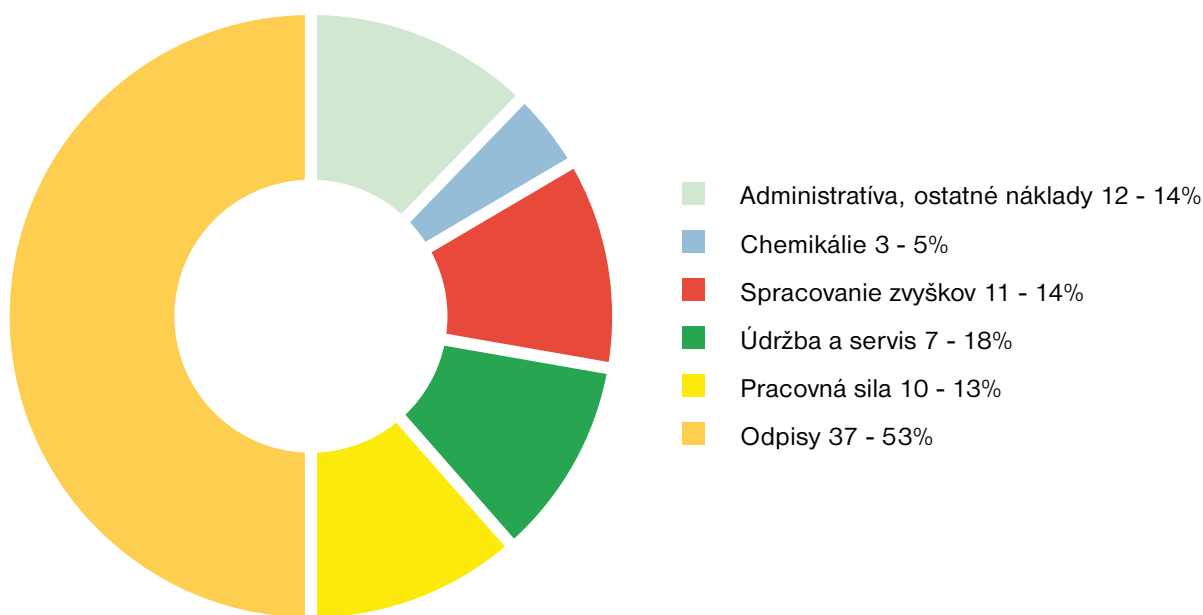
zariadenia a sekundárne prostredníctvom očakávaných prevádzkových nákladov. Tie možno výrazne znížiť využitím už existujúcej infraštruktúry a zabezpečením ekonomicky efektívneho celoročného využívania tepla.

Samotné investičné náklady na termickú časť ZEVO s roštovým kúreniskom predstavujú približne 40 % všetkých investičných nákladov, technológia na čistenie spalín sa na investícii podieľa 15 %, zariadenie na výrobu energie (turbína/generátor) asi 10 %, stavebná časť je v rozsahu 25 % a zvyšné investičné náklady sa týkajú procesu získania povolení, príprava územia a pod., [1]. Výška investície do veľkej miery závisí od kapacity ZEVO. Na obrázku 61 je prezentovaná závislosť investičných nákladov na vybudovanie ZEVO v závislosti od jeho kapacity.



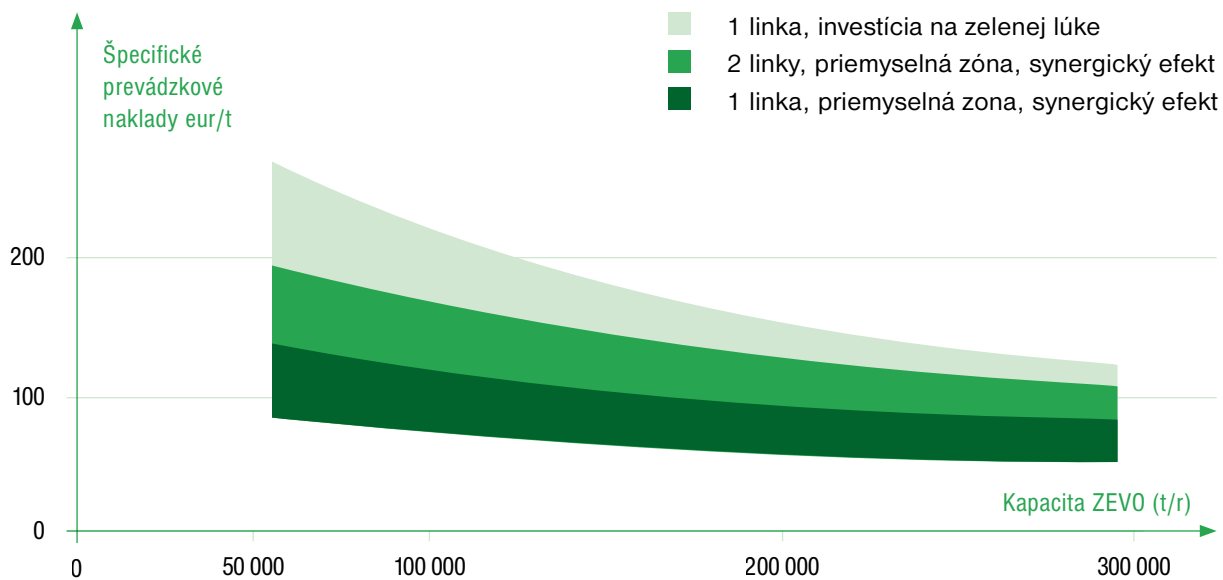
Obr. 61: Špecifické investičné náklady ZEVO (roštové kúrenisko), [27].

Prevádzkové náklady ZEVO majú úplne odlišné ekonomické aspekty ako skládkovanie, ktorého ekonomická efektívnosť sa dosahuje naplnením skládky v čase a vplyv fluktuácie dodaného množstva odpadu túto efektívnosť výrazne neovplyvňuje. Inštalovaný výkon ZEVO môže byť využitý len pri kontinuálnych dodávkach odpadu s danou výhrevnosťou. Akékoľvek prerušenie toku, či už na vstupe, alebo na výstupe (dávka energie), má veľmi nepriaznivé ekonomické dosahy a je preto veľmi účelné udržiavať minimálnu pohotovostnú zásobu odpadu.



Obr. 62: Štruktúra prevádzkových nákladov ZEVO, [1].

Ďalším dôležitým faktorom ovplyvňujúcim prevádzkové náklady ZEVO je možnosť využívať existujúcu infraštruktúru na vyvedenie elektrickej energie, ale hlavne tepla. Skúsenosti z Rakúska ukazujú, že aj v prípade kapacitne menších ZEVO (80 – 100 kt/ročne), ale s existujúcou infraštruktúrou, ktorá zabezpečí celoročný odber tepla, možno dosiahnuť náklady na spracovanie jednej tony zvyškového komunálneho odpadu pod 100 eur, [1].



* Priemerná výhrevnosť 10 MJ/kg a prevádzková doba 8000 h/r

Obr. 63: Špecifické prevádzkové náklady ZEVO v závislosti od kapacity a existujúcej infraštruktúry, [1].

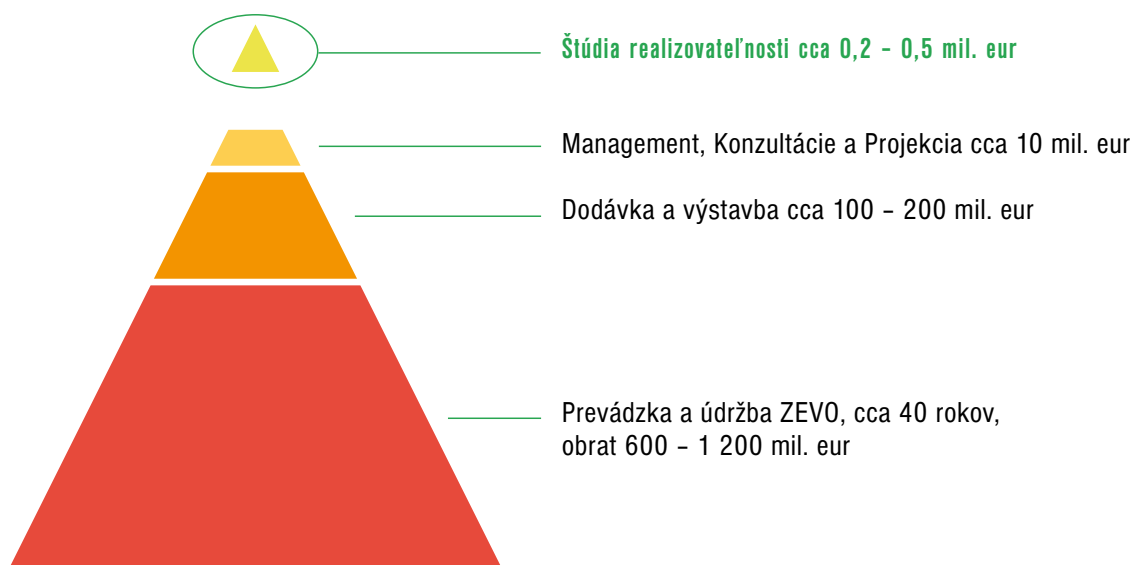
Úspešné začlenenie nového projektu ZEVO v regióne si vyžaduje dôslednú prípravu a interdisciplinárny prístup, ktorý musí zohľadňovať podmienky na ochranu životného prostredia, prijateľnosť pre spoločnosť a právnu legitimitu, ako aj ekonomickú realizovateľnosť. Nasledujúci obrázok znázorňuje potrebu „3 pilierov“, ktoré vytvoria stabilný základ pre úspešné začlenenie zariadenia na energetické využitie odpadov do regiónu.

SPOLOČENSKÁ A LEGISLATÍVNA AKCEPTOVATEĽNOSŤ



Obr. 64: Interdisciplinárny prístup pri implementovaní ZEVO do regiónu, [1].

Stredne veľké ZEVO sa môže realizovať pri investičných nákladoch v rozmedzí od 100 do 200 miliónov eur. Počiatočné náklady vo výške približne 0,2 až 0,5 milióna eur na kompetentnú koncepcnú štúdiu s analýzami systémov regionálneho odpadového a energetického hospodárstva, technickými alternatívami, predbežným vyhodnotením potenciálnych lokalít a štúdiou uskutočniteľnosti do veľkej miery určia celkový dlhodobý úspech projektu, ktorý môže počas svojej životnosti (približne 40 rokov) naakumulovať náklady a výnosy vo výške približne jednej miliardy eur, ako je znázornené na nasledujúcom obrázku, [1].



Obr. 65: Celkové náklady zariadenia na tepelné spracovanie odpadu za časové obdobie 40 rokov, [1].

Zariadenia na energetické využitie odpadu v súlade s legislatívnymi a environmentálnymi požiadavkami, ktoré sú definované v referenčnom dokumente o najlepších dostupných technikách v oblasti spaľovania odpadu (BREF WI), možno vo všeobecnosti vybudovať v akejkoľvek priemyselnej lokalite. Lokalita a prevádzkové podmienky by sa však mali zvoliť tak, aby sa zabezpečilo energetické zhodnocovanie počas celého roka. Vhodnosť potenciálnej lokality pre umiestnenie ZEVO je súčasťou posudzovania vplyvov na životné prostredie. Požiadavky na vhodnú lokalitu nie sú dané iba ekologickými hľadiskami, ale v značnej miere tiež závisia od ekonomických aspektov, aby sa zabezpečilo, že náklady na spracovanie odpadu zostanú na prijateľnej úrovni. Zvážiť treba najmä nasledujúce požiadavky na lokalitu:

- celoročné využitie tepla (priemyselné parky, napojenie na systémy diaľkového vykurovania alebo diaľkového chladenia, CZT),
- neobmedzujúce územnoplánovacie požiadavky, t. j. bez obmedzení využitia územia v prípade chránených alebo rekreačných oblastí,
- vhodné rozptylové podmienky v lokalite,
- dobré dopravné napojenie a vhodné umiestnenie v rámci veľkej spádovej oblasti nakladania s odpadmi (vrátane železničného napojenia),
- dostatočný zdroj vody a možnosť odvedenia vyčistených odpadových vôd alebo zvoliť suché procesy čistenia plynov bez vzniku odpadových vôd,
- skúsená pracovná sila,
- možnosť zníženia zaťaženia životného prostredia (napr. náhrada zastaralých spaľovacích systémov s nedostatočným čistením plynov).

V roku 2018 publikovalo Spoločné výskumné centrum Európskej komisie (Joint Reserch Centre) detailnú analýzu stavu energetického zhodnocovania odpadov v Európskej únii, súčasťou bola aj prognóza kapacít pre nové zariadenia v jednotlivých členských štátoch, [40]. Hodnotenie bralo do úvahy stanovené ciele EÚ v oblasti odpadového hospodárstva a, samozrejme, aj hierarchiu nakladania s odpadmi tak, aby nedochádzalo ku konkurencii medzi materiálovým a energetickým zhodnotením odpadov. V rámci celej EÚ je potenciál na implementáciu až 248 nových ZEVO s celkovou kapacitou 37 Mt odpadov.

Na základe vyhodnotenia stavu odpadového hospodárstva v Slovenskej republike s ohľadom na existujúce kapacity energetického zhodnocovania odpadov štúdia preukázala aktuálnu potrebu vybudovania piatich nových zariadení ZEVO s celkovou kapacitou takmer 400 000 t odpadov ročne [40].

Budovanie nových kapacít pre energetické zhodnocovanie odpadov v SR musí byť v súlade s environmentálnymi cieľmi v oblasti odpadového hospodárstva, ale zároveň aj v súlade s energetickou politikou, koncepciou rozvoja tepelného hospodárstva a cieľmi v oblasti využívania OZE. Nezastupiteľnou úlohou štátu v tomto ohľade je synchronizácia strategických rozvojových koncepcií, definovanie legislatívneho rámca a vytváranie rovnocenných konkurenčných podmienok pre zapojenie súkromného sektora. Vzhľadom na finančnú náročnosť projektov pre energetické zhodnocovanie odpadov a potenciálnu záťaž pre verejné financie je ideálnym riešením pre štát zapojenie súkromného sektora. Pre úspešnú realizáciu takýchto náročných projektov a samozrejme aj následné prevádzkovanie ZEVO sú nevyhnutné špeciálne odborné skúsenosti a technické know-how čo opäť môže plne poskytnúť len profesionálny súkromný sektor.

6.2 Ekonomický vývoj v oblasti nakladania s odpadmi

Novelizáciou zákona o odpadoch v roku 2019 sa na Slovensku naštartoval proces ekonomických zmien v odpadovom hospodárstve. **Jedným z dôsledkov je nárast nákladov za spracovanie odpadu, predovšetkým za uloženie na skládkach.** Cena za skládkovanie komunálneho odpadu sa skladá z dvoch zložiek: poplatku za uloženie na skládku a poplatku, ktorý sa odvádza do Envirofonde (Environmentálny fond v správe Ministerstva životného prostredia SR). Priemerná hodnota poplatku za skládkovanie jednej tony zmesového komunálneho odpadu sa pohybuje okolo 35 eur. Poplatok pre Envirofond bol do roku 2018 stanovený na cca 5 eur. Spolu teda obec alebo mesto doposiaľ platila za skládkovanie odpadu približne 40 eur za tonu. Výška poplatku do Envirofonde však začala rásť a to v roku 2019 na 7 až 17 eur, v roku 2020 na 8 až 26 eur a v roku 2021 to bude na úrovni 11 až 33 eur. V zmysle motivačného pravidla, podľa ktorého, „čím viac obce triedia, tým menej za skládkovanie platia“. V priemere náklady na skládkovanie odpadu poskočili v roku 2019 na hodnotu cca 45 eur a odhad na rok 2020 sa pohybuje na úrovni 60 eur na tonu, [41].

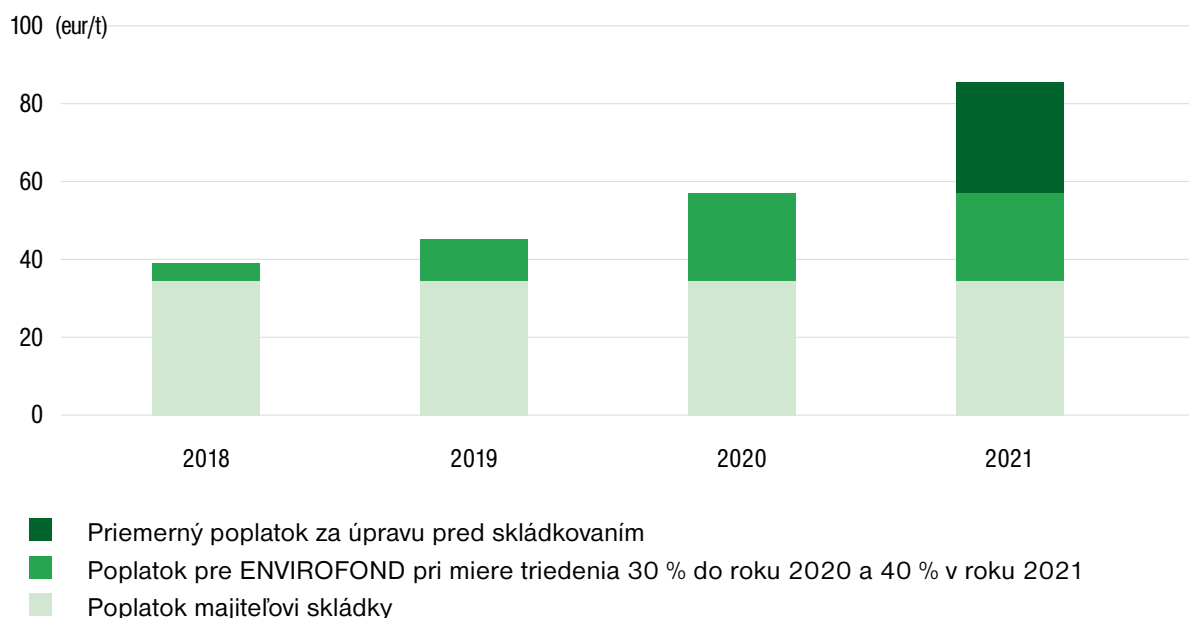
POPLATKY ZA UKLADANIE ZMESOVÉHO KOMUNÁLNEHO ODPADU NA SKLÁDKY NA ZÁKLADE „KTO VIAC TRIEDI – MENEJ PLATÍ“ (DO ENVIROFONDU)			
Úroveň triedenia komunálneho odpadu, x v %	Sadzba (poplatok) za príslušný rok v eur/t		
	2019	2020	2021
x < 10	17	26	33
10 < x <= 20	12	24	30
20 < x <= 30	10	22	27
30 < x <= 40	8	13	22
40 < x <= 50	7	12	18
50 < x <= 60	7	11	15
x > 60	7	8	11

Tab. 32: Vývoj poplatkov do Envirofonde za skládkovanie komunálneho odpadu, [42].

Ďalšie opatrenia, ktoré musia odpadárske spoločnosti aplikovať do praxe, súvisia s cieľom zvyšovať mieru triedenia a znižovať podiel zmesového komunálneho odpadu zneškodňovaného na skládkach. Od 1. januára 2021 sa zavádza zákaz skládkovania odpadu, pokiaľ neprešiel úpravou s cieľom zníženia jeho množstva a nebezpečenstva pre zdravie ľudí a životné prostredie. Za takúto úpravu sa predovšetkým považuje mechanicko-biologická úprava (tzv. MBT), ktorej princíp a otázný význam pre odpadové hospodárstvo bol diskutovaný v kapitole 4.2. V praxi to znamená nové a nemalé investície. Vybudovanie zariadenia na MBT pri ročnej kapacite 100 000 ton odpadu vychádza takmer na 30 mil. eur. Slovensko s ročnou produkciou skládkovaného komunálneho odpadu na úrovni cca 1,2 mil. ton bude potrebovať desiatky zariadení MBT, čo znamená investície vo výške cca 360 mil. eur. Prevádzkové náklady technológie MBT sú v rozsahu 65 – 75 eur/t, v prípade vysokoúčinných technológií MBT sa cena pohybuje nad 100 eur/t, [22].

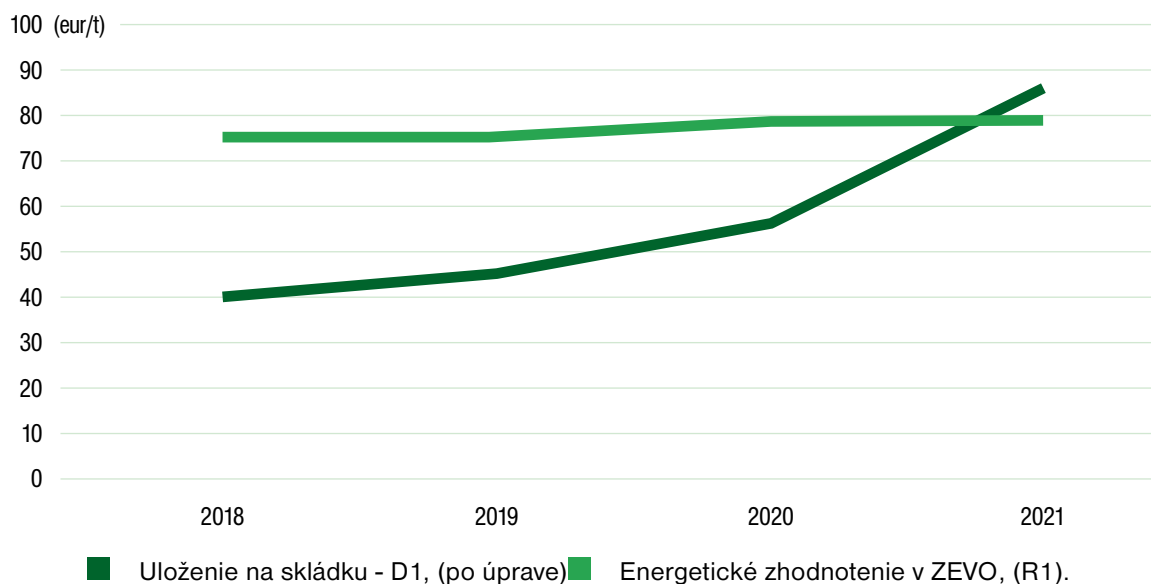
S rovnakým dátumom účinnosti taktiež vzniká povinnosť zaviesť a zabezpečiť vykonávanie triedeného zberu komunálneho odpadu pre biologicky rozložiteľný kuchynský odpad. Aktuálne fungujúci systém zberu zelenej biologickej zložky tak postačovať nebude a potrebné bude zaviesť intenzívny zber kuchynského odpadu minimálne jedenkrát do týždňa, tzn. navýšenie nákladov na zber o ďalšiu triedenú zložku. V praxi to znamená, že k doteraz známym farebným kontajnerom na sklo, papier, plasty a záhradný odpad pribudne nová farebná nádoba na zvyšky z potravín. V zariadeniach na spracovanie biologickej zložky bude navyše nevyhnutné zavedenie tzv. hygienizácie a celkové náklady na spracovanie sa odhadujú v rozmedzí 25 – 50 eur za tonu spracovaného kuchynského odpadu.

V nasledujúcich rokoch po zohľadnení oboch analyzovaných opatrení môže dôjsť k zvýšeniu nákladov za 1 tonu zmesového komunálneho odpadu až na 90 – 100 eur. Do roku 2023 sa tak poplatok za jednu tonu odpadu minimálne zdvojnásobí, zvlášť keď vstúpi do platnosti (od 1. januára 2023) ďalšia legislatívna novinka v podobe povinnosti vybavenia zvozových vozidiel vážiacim zariadením. Cena vážiaceho zariadenia sa vrátane montáže pohybuje v rozmedzí 22 000 – 26 000 eur.



Obr. 66: Predpokladaný vývoj ceny za skládkovanie komunálneho odpadu (eur), [42].

Na Slovensku zariadeniami na energeticke využitie odpadov, ktoré sú environmentálnou alternatívou k skládkovaniu, disponujú len mestá Bratislava a Košice. Priemerná cena za spracovanie jednej tony odpadu v týchto zariadeniach dlhodobo vychádza na cca 76 eur. Keďže do tejto formy nakladania s odpadom legislatíva nezasahuje, celkovú úroveň nákladov na energetické zhodnocovanie odpadov očakávame aj v nasledujúcich rokoch na úrovni okolo 80 eur na tonu odpadu. **Ak teda bolo doteraz skládkovanie z pohľadu finančných nákladov na Slovensku dlhodobo najlacnejšou možnosťou nakladania s odpadom, o pár rokov to už tak nebude. V najbližších rokoch sa totiž cena za skládkovanie dotiahne na cenu za energetické zhodnocovanie odpadu.**



Obr. 67: Vývoj nákladov na spracovanie 1 t komunálneho odpadu podľa činnosti D1 a R1, [42].

6.3 Účasť verejnosti v schvaľovacom procese

Slovenská legislatíva v oblasti posudzovania vplyvov na životné prostredie je plne harmonizovaná s európskou legislatívou. V procese schvaľovania nového projektu ZEVO hrá verejnosť dôležitú úlohu a jej právo vyjadriť sa a podávať pripomienky k projektu vyplývajú zo zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie v znení neskorších predpisov (zákon o EIA). Tento zákon upravuje postup odborného a verejného posudzovania predpokladaných vplyvov navrhovaných činností pred ich povolením podľa osobitných predpisov, napr. podľa zákona o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania (IPKZ).

Zákon o EIA vyžaduje, aby navrhovateľ projektu vypracoval hodnotenie vplyvov na životné prostredie, ktoré musí obsahovať nasledujúce informácie:

- opis projektu vrátane dotknutého územia, typu projektu a rozsahu,
- prehľad najdôležitejších riešení preskúmaných navrhovateľom a odôvodnenie výberu preferovanej možnosti,
- opis aktuálneho stavu životného prostredia, ktoré môže byť ovplyvnené projektom; to bude zahŕňať obyvateľstvo, flóru, faunu, pôdu, vodu, ovzdušie, klímu, kultúrne bohatstvo, vplyv na krajinu a korelácie medzi týmito faktormi,
- opis všetkých významných vplyvov, ktoré by projekt mohol mať na životné prostredie,
- opis opatrení, ktoré sa majú prijať na zmiernenie a kompenzáciu závažných negatívnych vplyvov na životné prostredie,
- prehľad najdôležitejších alternatívnych riešení preskúmaných navrhovateľom projektu a uvedenie hlavných dôvodov pre výber preferovaného riešenia z pohľadu vplyvov na životné prostredie,
- všeobecne zrozumiteľné zhrnutie vyššie uvedených údajov,
- stručný opis akýchkoľvek ťažkostí, ktoré sa vyskytli pri príprave požadovaných informácií.

Prvou a najdôležitejšou informáciou pre zúčastnené strany je verejné oznámenie projektu zo strany orgánu štátnej správy „vo vhodnej forme“ (napr. regionálna tlač, informačný portál atď.). Zároveň musí byť o projekte informovaná verejnosť zverejnením informácie na obecnom úrade dotknutej obce a v susedných obciach a na ich webových sídlach. Okrem toho musia byť projektové podklady prístupné k nahliadnutiu zúčastneným stranám na okresnom úrade a v dotknutej obci. Stanoviská sa predkladajú v zákonom stanovenej lehote a musia byť zohľadnené pri rozhodovaní o schválení projektu. Účastníkmi konania sú verejnosť, dotknuté obce, susedné obce, občianske združenia, environmentálne organizácie a, samozrejme, odborné orgány a inštitúcie.

Verejnosť sa môže zapájať do projektu aj v procese jeho výstavby, uvádzanie do činnosti samozrejme aj počas jeho prevádzky. V zmysle zákona č. 17/1992 Z. z. o životnom prostredí v znení neskorších predpisov je prevádzkovateľ ZEVO povinný pravidelne zverejňovať výsledky meraní vplyvov na životné prostredie. Zo zverejnených výsledkov meraní a sledovaní musí byť zrejmé, aké znečistenie životného prostredia príslušné zariadenie spôsobilo a v akom vzťahu sú namerané hodnoty k povoleným limitným hodnotám.

Na základe ekonomickej analýzy európskych ZEVO z pohľadu CAPEX a OPEX je minimálna kapacita pre jednotlivé ZEVO 100 000 ton odpadov. V Slovenskej republike s postupným vyrovnávaním cien za skládkovanie a energetické zhodnocovanie odpadov sa otvára potenciál na vybudovanie piatich nových ZEVO v lokalitách, kde je možno celoročné vyvedenie tepelného výkonu. Pragmatický prístup pri integrovaní nových kapacít zariadení na energetické využitie odpadov do manažmentu odpadového hospodárstva musí byť strategickým cieľom pre dosiahnutie ambiciózných cieľov v oblasti recyklácie a skládkovania komunálnych odpadov.

7. REFERENČNÉ ZARIADENIA NA ENERGETICKÉ VYUŽITIE ODPADOV

7.1. Spittelau Viedeň, Rakúsko

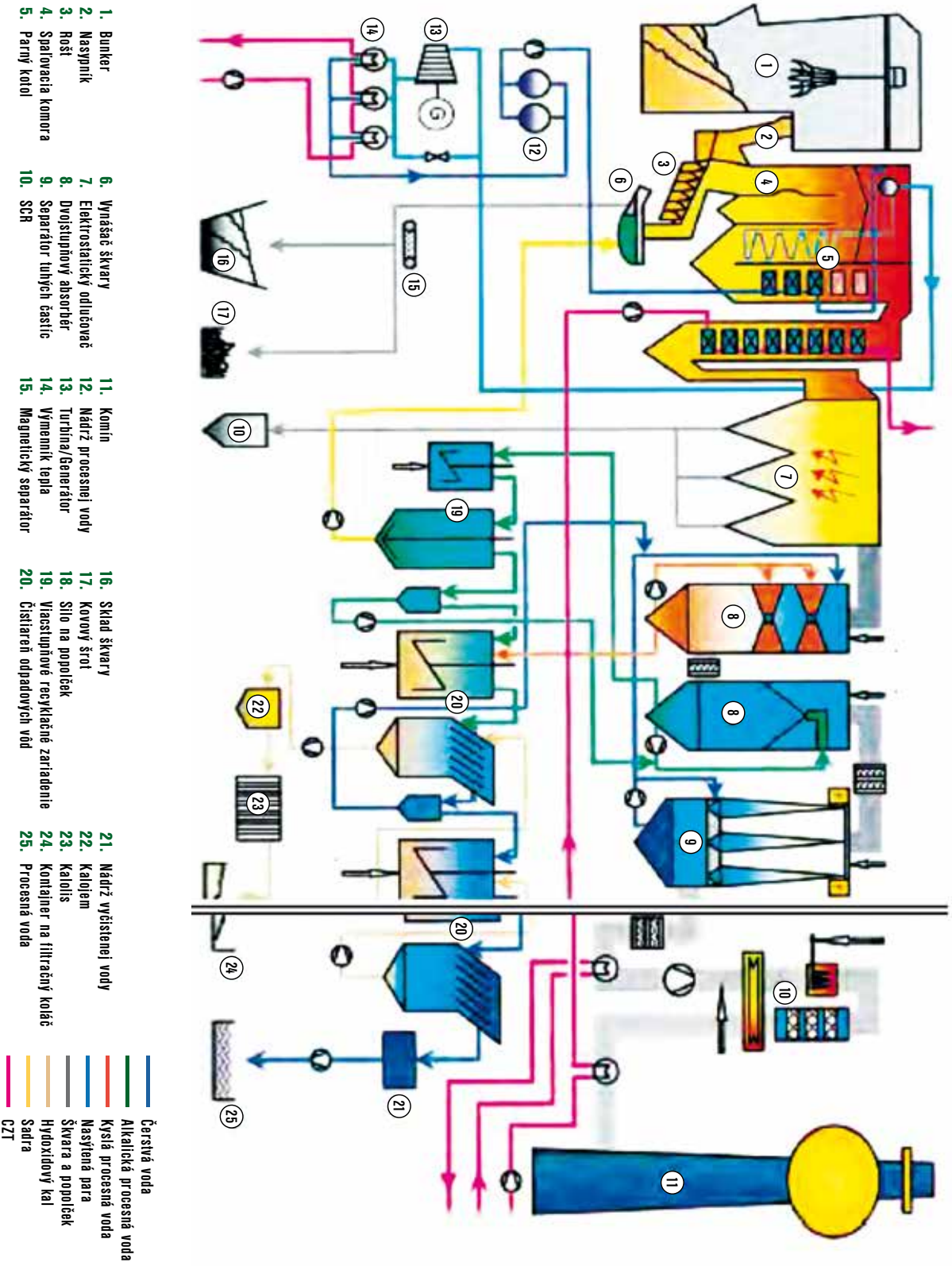
História tohto zariadenia siaha až do roku 1969, keď sa mesto Viedeň rozhodlo, že bude zabezpečovať vykurovanie novej viedenskej všeobecnej nemocnice (AKH) vzdialenej asi 2 km. ZEVO Spittelau je druhý najväčší výrobca tepla, ktorý je súčasťou systému viedenského centrálného zásobovania teplom. Okrem toho dodáva do siete elektrickú energiu. Kapacita zariadenia je 250 000 ton ročne komunálneho odpadu a priemyselného nie nebezpečného odpadu, [24].

Technológia ZEVO sa skladá z dvoch identických liniek, každá spaľovacia komora pozostáva z roštového kúreniska, chladeného vzduchom a parného kotla. Spaliny prechádzajú cez trojstupňovú mokrú práčku plynov, systém katalytickej deštrukcie oxidov dusíka SCR a dioxínov a následne do komína. Odpadové vody z čistenia spalín sú spracované na čistiarni lokalizovanej priamo pri ZEVO. S pevnými zvyškami spaľovania sa nakladá v zmysle národnej legislatívy. Výstupné parametre sú nasledovné:

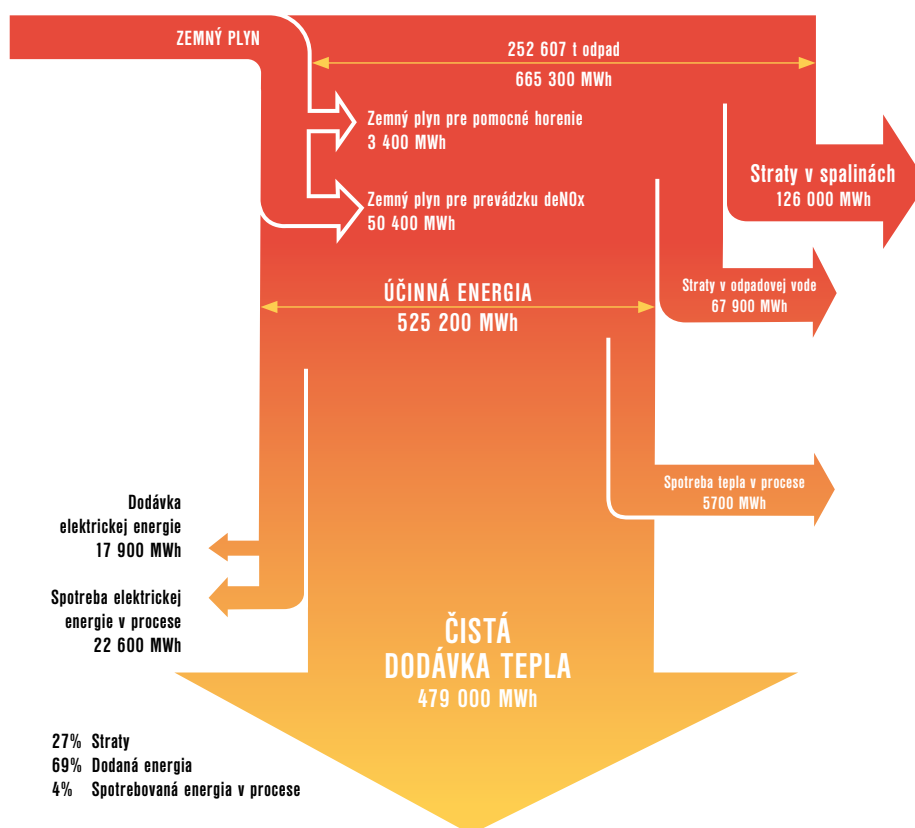
- 120 000 MWh elektrickej energie,
- 500 000 MWh tepla,
- 6 000 ton kovového šrotu,
- 60 000 ton škvary, popolčeka a kalu.

V roku 1987 sa začala rozsiahla rekonštrukcia ZEVO, ktorá sa týkala technologických celkov a zároveň sa výrazne zmenila aj externá fasáda zariadenia na základe návrhu architekta F. Hundertwassera, ktorá podčiarkuje vyrovnanú rovnováhu medzi technológiou, ekológiou a umením. Dnes je Spittelau integrálnou súčasťou mesta a turistickou atrakciou.

Medzi rokmi 2012 a 2015 pokračovala ďalšia fáza rekonštrukcie a modernizácie ZEVO Spittelau, ktorej výsledkom bolo zvýšenie energetickej účinnosti zo 70 % na 76 %. Zároveň bola spustená výroba a dodávka chladu do blízkej nemocnice.



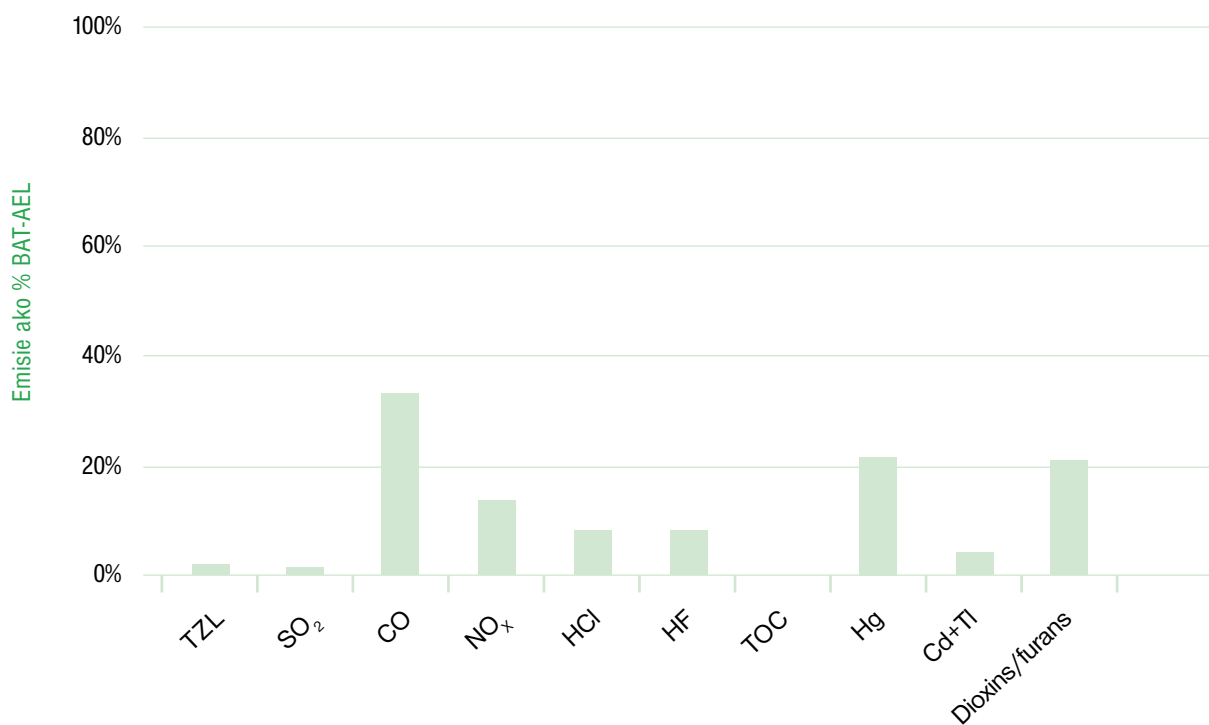
Obr. 68: Technologická schéma ZEVO Spittelau, [24].



Obr. 69: Energetická bilancia ZEO Spittleau, [24].

Výsledky z kontinuálneho meranie emisií CO, SO₂, NO_x, HCl, TZL a TOC sú prenášané on-line do viedenskej agentúry pre životné prostredie a sú zverejňované na webovom sídle spoločnosti. Emisie zo zariadenia sú významne pod prísnymi limitmi stanovenými Austrian Clean Air Act.

Prevádzková spoľahlivosť každej linky dosahuje 8 000 hodín ročne.

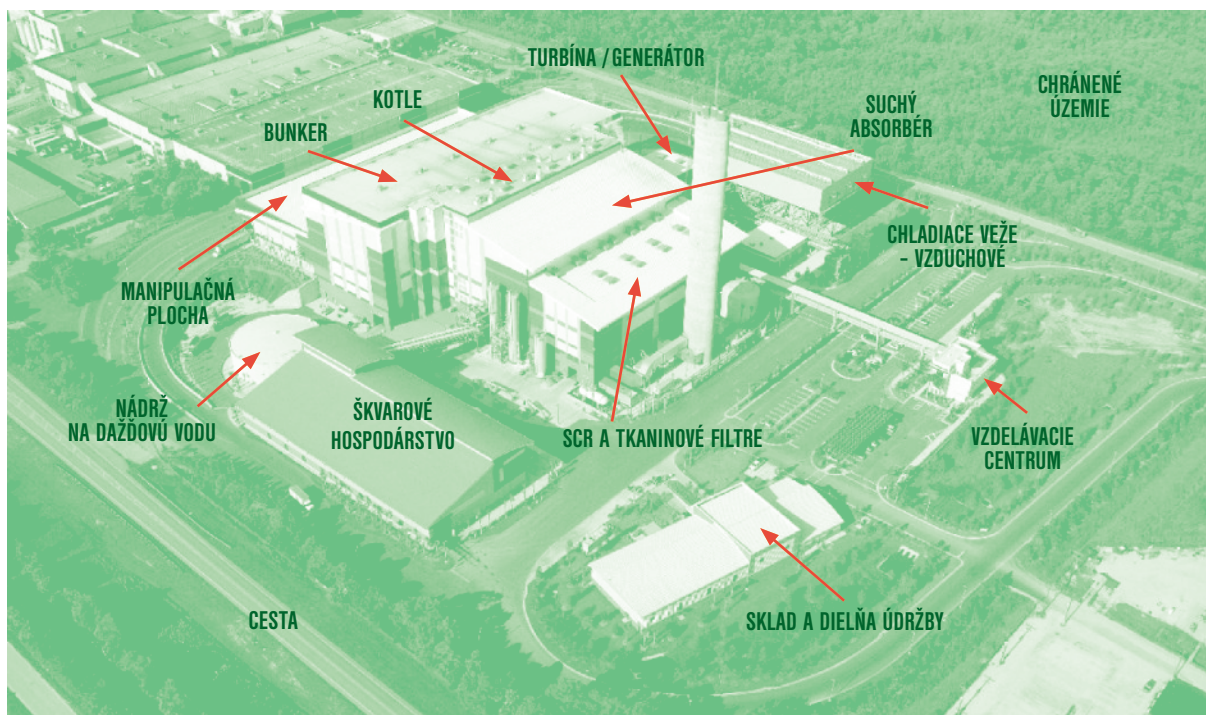


Obr. 70: Plnenie emisných limitov ZEVO Spittelau, [24].

7.2. Palm Beach, USA

Palm Beach ZEVO bolo dané do prevádzky v roku 2015 a po 20 rokoch to bolo prvé ZEVO vybudované ako greenfield projekt v Severnej Amerike, [43].

Dizajn a dodávka hlavných technologických častí ZEVO bola zverená spoločnosti Babcock & Wilcox, táto spoločnosť následne aj získala kontrakt na prevádzku zariadenia na 20 rokov. V rámci predprojektovej analýzy sa zvažovali dva typy vstupného paliva RDF a zmesový komunálny odpad. Vzhľadom na relatívne dobre fungujúci triedený zber v regióne definitívna voľba padla na zmesový komunálny odpad. ZEVO sa rozprestiera na ploche 9,7 ha. Celkové investičné náklady na vybudovanie zariadenia s kapacitou 3 000 t/d boli 634 M\$. Náklady na zhodnotenie 1 tony odpadu sú na úrovni 25 \$, čo je cena porovnateľná so zneškodnením na skládke.



Obr. 71: Dispozícia Palm Beach ZEVO, [43].

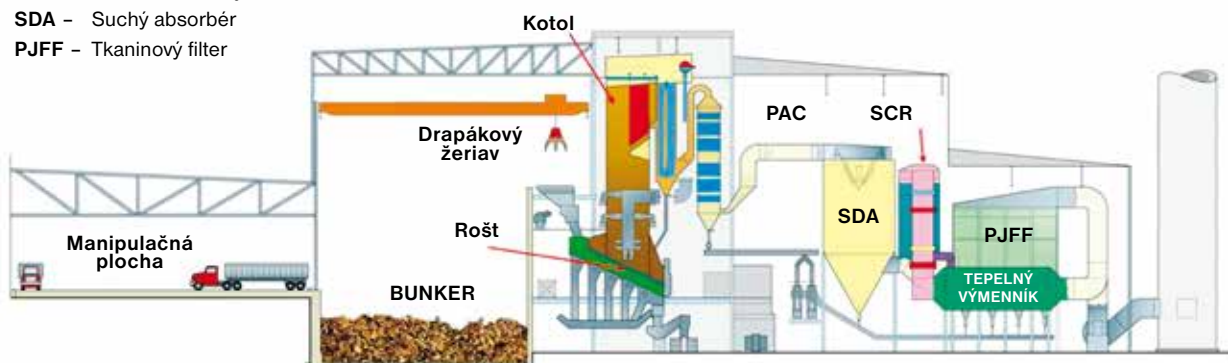
ZEVO pozostáva z troch identických liniek, každá s kapacitou 1 000 t/d, odpad je zväšaný zo 6 prekládkových staníc rozmiestnených v regióne vozidlami typu walking-floor. Odpad je z bunkra premiešavaný tromi drapákovými žeriavmi, ktoré ho zároveň dávkujú cez násypník do spaľovacieho priestoru, ktorý je tvorený posuvným roštom chladeným vzduchom. Ochladené spaliny prechádzajú do systému čistenia spalín, ktorý pozostáva z dávkovania aktívneho uhlia, suchého absorbéra, tkaninových filtrov a SCR reaktora. Vodná para sa vyrába v troch parných kotloch, ktorá je vedená do jeden parnej turbíny s výkonom 95 MWe generujúcou elektrickú energiu.

PAC – Praškové aktívne uhlie

SCR – Selektívna katalytická redukcia

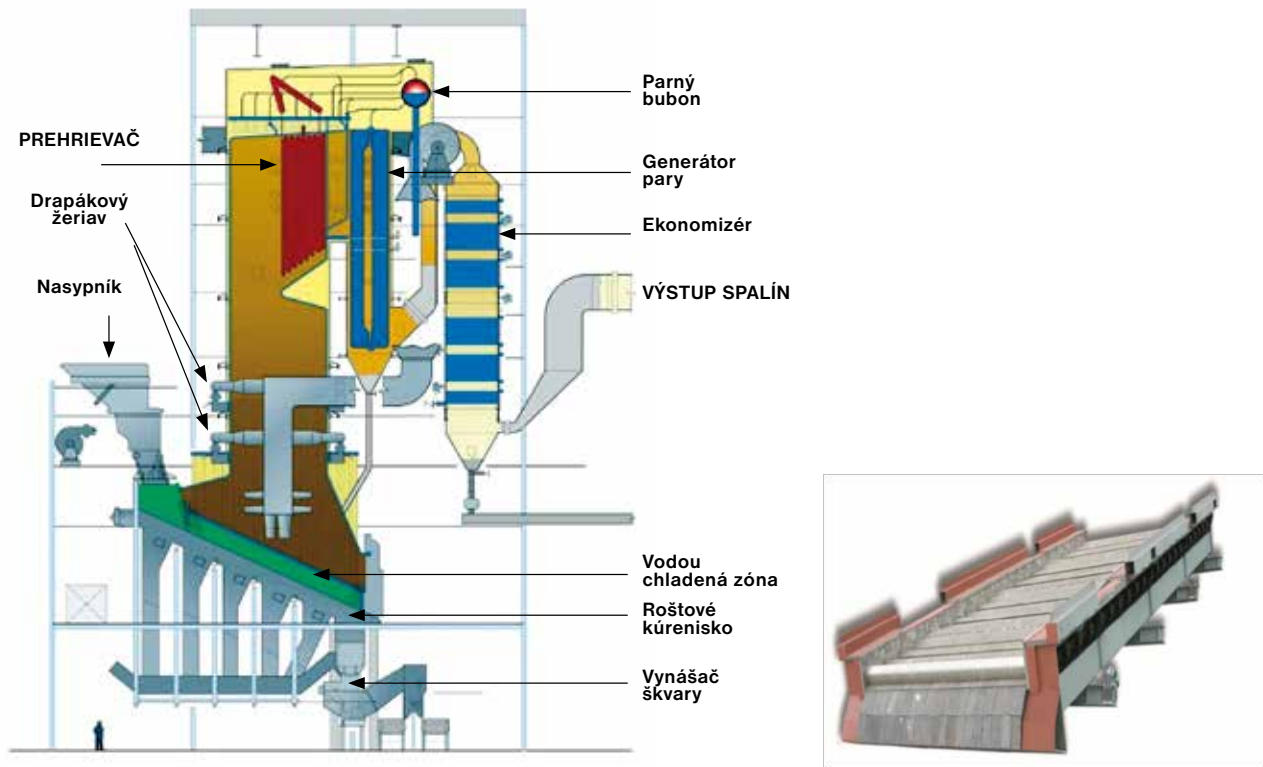
SDA – Suchý absorbér

PJFF – Tkaninový filter



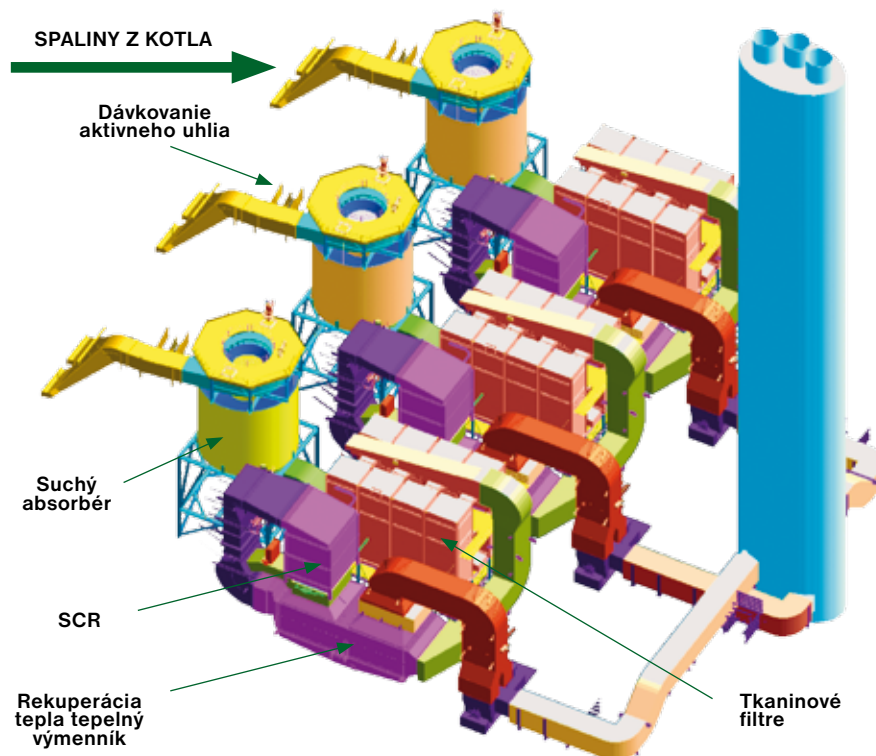
Obr. 72: Technologická schéma Palm Beach ZEVO, [43].

Zdržná lehota spalín v spaľovacej komore je min. 2 sekundy pri teplote 982 °C. Každý kotol má kapacitu 35,8 kg/s pary pri tlaku 6,2 MPa a teplote 443 °C. Výhodou tohto návrhu je, že pre zníženie koncentrácie NO_x nie je nutná recirkulácia spalín.

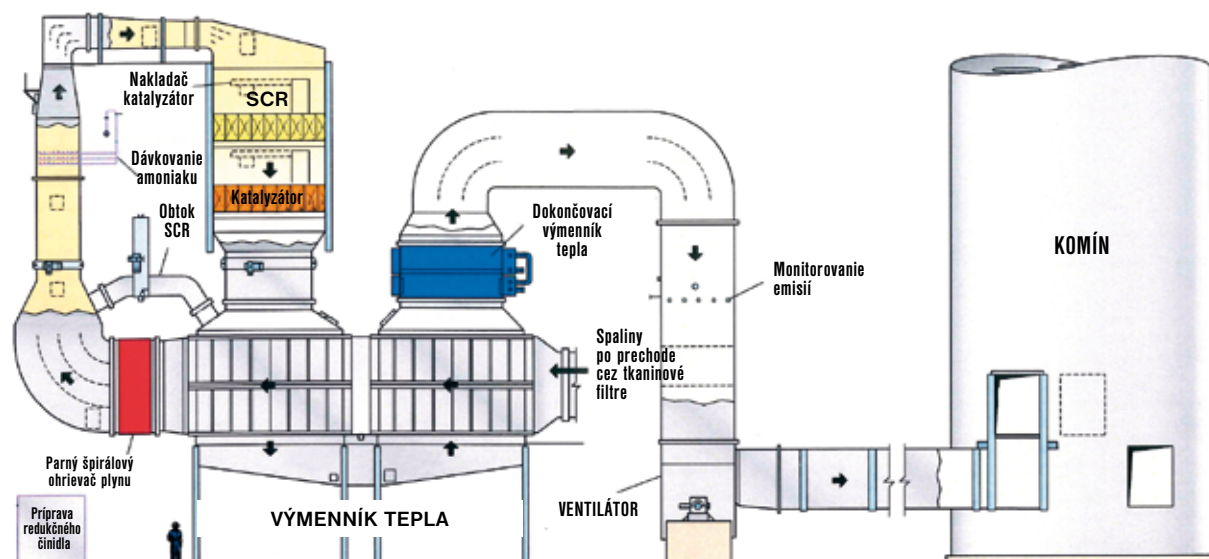


Obr. 73: Schéma spaľovacej komory s parným kotlom a detail modulárneho posuvného roštu, [43].

Teplota spalín po prechode tkaninovými filtrami je cca 138 – 143 °C, pred vstupom do SCR reaktore sa musí zvýšiť ich teplota na hodnotu 232 °C. Spaliny sú po prechode SCR a výmenníkom odvádzané do komína pri teplote spalín cca 146 °C.



Obr. 74: Schéma čistenia spalín, [43].



Obr. 75: Detail technológie SCR s výmenníkom tepla, [43].

Porovnanie hodnôt emisií zo zariadenia Palm Beach s emisiami zo štandardnej plynovej turbíny je v tabuľke 33, [43].

ZNEČIŠŤUJÚCA LÁTKA	VÝSTUP Z PLYNOVEJ TURBÍNY	EMISNÉ LIMITY ZEVO	EMISIE ZL ZEVO
NO _x	20 - 220 ppm	<50 ppm	30 - 31 ppm
NO ₂	2 - 20 ppm	Zahnuté vyššie	Zahnuté vyššie
CO	5 - 330 ppm	<100 ppm	15 - 24 ppm
SO ₂	stopy - 100 ppm	<24 ppm	10 - 21 ppm
SO ₃	Stopy - 4 ppm	Nepožadované	Nedetekovateľné
TOC	5 - 300 ppm	<7 ppm	0,2 - 2,7 ppm
TZL	Stopy - 25 ppm	12mg/m ³	0,6 - 2,5 mg/m ³

Tab. 33: Porovnanie emisií znečisťujúcich látok zo ZEVO Palm Beach, [43] s emisiami z plynovej turbíny, [43].



Obr. 76: Pohľad na ZEVO Palm Beach, USA, [43].

8. ZHRNUTIE A ODPORÚČANIA PRE ĎALŠÍ POSTUP

Biela kniha energetického zhodnocovania odpadov v Slovenskej republike analyzuje súčasný stav odpadového hospodárstva a zároveň na základe zahraničných skúseností definuje smery pre ďalší rozvoj moderného integrovaného manažmentu odpadov. Definovanie strategických vízií v tak komplexnej oblasti akým je odpadové hospodárstvo si vyžaduje holistický prístup. Do veľkej miery je tento prístup zohľadnený v princípoch obehového hospodárstva, ktoré rešpektujú celý životný cyklus výrobku od jeho dizajnu, výroby, cez jeho požívanie a opravu až do momentu kedy jeho ďalšie použitie nie je možné. Práve v tejto etape životného cyklu výrobku je nevyhnutné dôsledne aplikovať princípy obehového hospodárstva a vrátiť do obehu pôvodný materiál resp. surovinu alebo energiu, ktorá je potrebná pre zachovanie tohto citlivého mechanizmu v trvalo udržateľnom pohybe. Akékoľvek odchýlky v tomto holistickom prístupe majú negatívne environmentálne a ekonomické dopady.

Príkladom takejto odchýlky je skládkovanie odpadov, resp. závislosť odpadového hospodárstva na skládkovaní. Viac ako 55 % komunálneho odpadu dnes opúšťa obehové hospodárstvo bez využitia jeho materiálového alebo energetického potenciálu. Na udržanie hospodárstva v pohybe do neho musia preto vstupovať stále nové a nové zdroje, takýto pohyb je však dlhodobou neudržateľný, pretože tieto zdroje sú obmedzené.

Legislatívny rámec v oblasti nakladania s odpadmi na Slovensku plne rešpektuje európske štandardy a zohľadňuje ambiciózne ciele recyklácie a skládkovania komunálneho odpadu. Napriek jednotnej legislatíve a rovnakým cieľom je úroveň odpadového hospodárstva v členských krajinách EÚ diametrálne odlišná. Je teda evidentné, že pre dosiahnutie týchto cieľov treba definovať aj cestu resp. koncepciu. Výhodou Slovenska je, že nemusí túto koncepciu udržateľného odpadového hospodárstva definovať od nuly, stačí sa inšpirovať z úspešných koncepcií, neopakovať rovnaké chyby a využiť ponúkané skúsenosti.

Strategické dokumenty SR musia reflektovať ciele pre nakladanie s komunálnym odpadom a vychádzať z reálnych prognóz vývoja vzniku komunálneho odpadu. Odklon prúdu komunálnych odpadov od dnes dominantného skládkovania je možné len budovaním dostatočných kapacít pre materiálové a energetické zhodnocovanie odpadov. Ak predpokladáme v roku 2035 vznik 3,2 mil. ton komunálneho odpadu tak v oblasti recyklácie je potrebné dobudovať, alebo rozšíriť existujúce domáce spracovateľské kapacity pre viac ako jeden milión ton odpadov ročne. Súčasne je z pohľadu reziduálneho odpadu, ktorý nie je možné recyklovať, potrebné vybudovať nové zariadenia na ich energetické zhodnocovanie v objeme 900 tis. ton ročne. Budovanie týchto chýbajúcich kapacít je o to naliehavejšie, že súčasná kapacita skládok sa vyčerpá v horizonte 10 rokov.

Z pohľadu energetického zhodnocovania komunálnych odpadov je preukázateľne najspoľahlivejšou a environmentálne priateľskou technikou pre spracovanie zmesového komunálneho odpadu priame spaľovanie v roštovom kúrenisku s kombinovanou výrobou elektrickej energie a tepla s integrovaným viacstupňovým čistením spalín. V tomto prípade je z hľadiska nakla-

dania s verejnými zdrojmi príliš riskantné experimentovanie s alternatívnymi termickými procesmi ako je splyňovanie, pyrolýza resp. plazma, ktoré sa v zahraničí ukazujú ako nespoľahlivé a neaplikovateľné v praxi. Je potrebné kriticky pristupovať aj k navyšovaniu objemu odpadu spoluspalovaného cementárňami bez aplikácie rovnakých technológií na čistenie spalín a kladená rovnakých požiadaviek na kvalitu výstupných emisií ako sú aplikované a kladené na procesy energetického zhodnocovania konvenčnou metódou.

Konvenčná technológia priameho spaľovania nevyžaduje žiadnu náročnú predúpravu zmesového komunálneho odpadu. Budovanie nových kapacít pre mechanicko-biologickú úpravu komunálneho odpadu je pri tejto technológii úplne zbytočné. Nízko-nákladové technológie MBT produkujú RDF, ktoré nespĺňa kvalitatívne parametre pre jeho použitie v cementárenských peciach a pre jeho iné využite na Slovensku neexistujú žiadne zariadenia. Výroba kvalitného RDF zo zmesového komunálneho odpadu, ktoré spĺňa požiadavky pre použitie v cementárňach si vyžaduje sofistikovanú technológiu MBT, ktorá je však ekonomicky nerentabilná a navyše stále produkuje významné množstvo odpadu ktoré je nevyhnutné skládkovať. Vývoj v západných krajinách EÚ jasne naznačuje, že technológia MBT je dnes prekonaná a jej význam bol v minulosti neodôvodnene preceňovaný.

Súčasnú modernú state-of-the-art technológiu ZEVO pre zhodnotenie zmesového komunálneho odpadu ponúkajú komplexné environmentálne a ekonomické riešenie pre nerecyklovateľné komunálne odpady. Správnou lokalizáciou ZEVO s celoročným využitím tepla je možné dosiahnuť vysokú energetickú účinnosť, minimalizujú uhlíkovú ale aj vodnú stopu (carbon/water footprint), umožňujú separáciu kovov z tuhých zvyškov a ich finálnu materiálovú recykláciu v stavebníctve. V blízkej budúcnosti aplikáciou inovatívnych techník na zachytávanie uhlíka sa technológia ZEVO môže stať uhlíkovo negatívna a významne tak prispieť k dekarbonizácii slovenského hospodárstva.

Odporúčaná koncepcia rozvoja odpadového hospodárstva v súlade s princípmi obehového hospodárstva:

1) Cestovná mapa pre odklon odpadov od skládkovania na vyššiu hierarchickú úroveň

- 1.1 Podporovať triedenie komunálnych odpadov v mieste ich vzniku, zvyšovať povedomie obyvateľov predovšetkým v oblasti triedenia biologicky rozložiteľných odpadov, vrátane kuchynského odpadu. Cieľom opatrenia je dosiahnuť čo najvyššiu kvalitu triedených zložiek komunálneho odpadu, jednak aby sa minimalizovali náklady na následné dotriedenie a recykláciu separovaných zložiek komunálneho odpadu a jednak aby sa znížil objem zmesového komunálneho odpadu.
- 1.2 Aplikovať techniky biologickej úpravy odpadov (kompostovanie, aeróbne spracovanie, anaeróbna fermentácia...) len pre BRKO najvyššej kvality, pri ktorom je možné vylúčiť riziko kontaminácie pôd nebezpečnými látkami resp. mikroplastami. V opačnom prípade preferovať spracovanie takéhoto odpadu energetickým zhodnotením v ZEVO.
- 1.3 V mestách a obciach, ktoré môžu svoj odpad energeticky zhodnocovať nezavádzať oddelený zber kuchynského biologického odpadu.

- 1.4 Pokračovať v ďalšom progresívnom zvyšovaní poplatkov za skládkovanie komunálneho odpadu.
- 1.5 V rámci prípravy budúcich programov odpadového hospodárstva realizovať inventarizáciu disponibilných kapacít súčasných skládok. Na regionálnom princípe posudzovať budovanie nových skládok resp. rozširovanie kapacít existujúcich skládok s ohľadom na spádovú oblasť budúcich zariadení na energetické využitie odpadov.
- 1.6 Technológie mechanickej predúpravy realizovať prioritne pre spracovanie priemyselných odpadov (napr. zmiešané obaly a pod.) na výrobu alternatívnych palív RDF, ktoré spĺňajú prísne štandardy kvality pre spoluspaľovanie v cementárňach.
- 1.7 Vybudovať nové dostatočné kapacity, alebo podporiť rozširovanie kapacít existujúcich zariadení na materiálové zhodnotenie komunálneho odpadu na úroveň 1 mil. ton ročne.
- 1.8 Vybudovať nové kapacity a rozširovať kapacity existujúcich zariadení na energetické využitie odpadu na úroveň 900 tis. ton zmesového komunálneho odpadu ročne. Prioritne lokalizovať nové zariadenia do blízkosti krajských miest Trnava, Nitra, Banská Bystrica a Žilina. Teda do miest s vysokou produkciou komunálneho odpadu, kde je ale zároveň možné využiť existujúcu infraštruktúru pre celoročné vyvedenie tepla. Optimálna kapacita ZEVO pre regióny Nitra, Banská Bystrica a Žilina je 100 tis. ton odpadu ročne a pre región Trnava vzhľadom k intenzite produkcie komunálneho odpadu a veľmi dobrej dopravnej infraštruktúre navrhujeme kapacitu ZEVO na úrovni 200 tis. ton odpadu. Zároveň odporúčame navýšenie kapacít súčasných zariadení ZEVO v Bratislave a v Košiciach o 100 tis. ton ročne. Týmto opatreniami sa zvýši kapacita zariadení na energetické využitie odpadov na úroveň 1 mil. ton ročne, čo predstavuje zhruba 30% z celkového objemu odhadovanej produkcie komunálneho odpadu v roku 2035.
- 1.9 Aplikovať legislatívne zmeny týkajúce sa nakladania s kalmi produkovanými čistiarňami odpadových vôd s cieľom maximalizovať možnosť ich úpravy a následného energetického zhodnotenia.
- 1.10 Vytvoriť legislatívne podmienky pre zásadné zintenzívnenie oddeleného zberu nebezpečných odpadov z domácností s cieľom zníženia ich podielu v zmesovom komunálnom odpade. Pre tento prúd odpadov ako aj pre nebezpečné odpady z priemyslu vytvoriť podmienky pre vybudovanie nových kapacít na energetické využitie nebezpečného odpadu, ktoré sú oproti klasickým ZEVO špeciálne usporiadané na tento typ odpadu a vybavené v zmysle BAT a Európskej legislatívy primeraným zariadením na čistenie spalín a nakladanie s nebezpečným odpadom.

2) Cestovná mapa pre dekarbonizáciu hospodárstva

- 2.1 Rozvíjať mechanizmy pre podporu výroby energie z obnoviteľných zdrojov energie, špeciálne pre ZEVO.
- 2.2 Zadefinovať individuálne podmienky pre zapájanie nových zdrojov OZE, využívajúcich pri výrobe elektrickej energie komunálny odpad a rezervovať pre nich dostatočnú kapacitu.
- 2.3 Integrovať do energetickej koncepcie jednotlivých krajských miest, alebo VUC, pripájanie nových zdrojov využívajúcich k výrobe tepla komunálny odpad. Umožniť napojenie týchto zdrojov na existujúcu infraštruktúru CZT a zadefinovať preferenčné využívanie zdrojov tepla na princípe energetického využitia odpadov pred využívaním zdrojov na báze spaľovania fosílnych palív.
- 2.4 Na úrovni teplární v rámci krajských miest zaradiť projekty v oblasti energetického využitia odpadu do strategických plánov v oblasti investícií a výstavby nových zdrojov či už v podobe priamej investície štátu, v kombinácii so súkromným investorom, alebo na báze garantovaného výkupu takto vyrobeného tepla.
- 2.5 Preskúmať rozvoj technológií na zachytávanie uhlíka a jeho následné využitie. Aplikáciou týchto technológií v prípade nových zdrojov ZEVO je možné dosiahnuť úroveň uhlíkovej negativity a výrazne tak prispieť k dekarbonizácii sektora energetiky a zároveň aj sektora odpadového hospodárstva.

9. POUŽITÉ SKRATKY

AEL	- emisné limity
BAT	- najlepšie dostupné techniky
BAT AEL	- úroveň emisií súvisiacich s najlepšimi dostupnými technikami
BFB	- reaktor s prebublávajúcim fluidným lôžkom
BREF WI	- referenčný dokument o najlepších dostupných technikách pre spaľovanie odpadu
BRKO	- biologicky rozložiteľný komunálny odpad
BSK ₅	- biologická spotreba kyslíka
CAPEX	- investičné náklady
CHP	- kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie
CHSK	- chemická spotreba kyslíka
CZT	- centrálny zdroj tepla
CFB	- reaktor s cirkulujúcim fluidným lôžkom
DMC	- domáca materiálová spotreba
EIA	- posudzovanie vplyvov na životné prostredie
EÚ	- Európska únia
IBV	- individuálna bytová výstavba
IED	- smernica o priemyselných emisiách
IKT	- informačné a komunikačné technológie
ISOH	- informačný systém odpadového hospodárstva
IPKZ	- integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania
ISWA	- Medzinárodná asociácia pre odpad
KBV	- kolektívna bytová výstavba
KO	- komunálny odpad
MBT	- mechanicko-biologická úprava komunálneho odpadu
MPS	- mechanicko-fyzikálna stabilizácia komunálneho odpadu
MŽP SR	- Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
NKÚ	- Najvyšší kontrolný úrad
OPEX	- prevádzkové náklady
OZE	- obnoviteľný zdroj energie
PFAS	- per- a polyfluoralkylových zlúčenín
PAU	- polycyklické aromatické uhľovodíky
PCB	- polychlórované bifenyly
POP	- perzistentné organické látky
RISO	- Regionálny informačný systém o odpadoch
RDF	- alternatívne palivo

RTO	- regeneratívna termická oxidácia
SEPS	- Slovenská elektrizačná prenosová sústava
SCR	- selektívna katalytická redukcia
SNCR	- selektívna nekatalytická redukcia
TAP	- tuhé alternatívne palivo
TE	- ekvivalent toxicity
ÚRSO	- Úrad pre reguláciu sieťových odvetví
ZEVO	- Zariadenie na energetické využitie odpadov
ZSD	- Západoslovenská distribučná

10. CITOVANÁ LITERATÚRA

- [1] Waste to Energy In Austria, White Book Figures, Data, Facts. Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, Vienna, December 2015. <http://www.bmlfuw.gv.at/greentec/abfall-ressourcen/behandlung-verwertung/behandlung-thermisch/Abfallverbrennung.html>
- [2] <https://danube-goes-circular.eu/?q=What-is-Circular-Economy>
- [3] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Closing the loop – an EU action plan for Circular Economy. Brussels 2.12.2015.
- [4] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal. Brussels 11.12.2019.
- [5] <https://www.olo.sk/postavenie-spolocnosti-olo-na-trhu-odpadoveho-hospodarstva/komunalny-odpad-dnes/>
- [6] <https://www.minzp.sk/odpady/poh/poh-sr-2016-2020/>
- [7] <https://www.minzp.sk/odpady/program-predchadzania-vzniku-odpadu/>
- [8] Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030. Zelenšie Slovensko. MŽP SR, Február 2019.
- [9] Stratégia obmedzovania ukladania biologicky rozložiteľných odpadov na skládky odpadov. MŽP SR Bratislava, 2010.
- [10] NEUWAHL F., CUSANO G., BENAVIDES J.G., HOLBROOK S., ROUDIER S.: Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, European Union 2019.
- [11] <https://www.economy.gov.sk/energetika/navrh-integrovaného-narodného-energetickeho-a-klimatickeho-planu>
- [12] Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050, MŽP SR Bratislava, 2020.
- [13] Záverečná správa, Efektívnosť a účinnosť triedeného zberu komunálneho odpadu. Najvyšší kontrolný úrad Slovenskej republiky, Banská Bystrica, január 2019.
- [14] <https://www.enviroportal.sk/spravy>
- [15] https://www.minzp.sk/files/iep/2020_1_skladky_za_humnom.pdf
- [16] Stratégia nakladania s odpadmi zo zdravotnej starostlivosti vrátane realizačného plánu, SAŽP.
- [17] Residual Waste Capacity Assessment. Zero Waste Europe, Eunomia, March 2019.
- [18] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/inf_19_5950
- [19] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/SK/MEMO_19_1472
- [20] <https://www.odpady-online.cz/mechanicko-biologicka-uprava-je-slepa-ulicka/>
- [21] <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/mechanicko-biologicka-uprava-odpadov>
- [22] <https://www.zdravy-mnisek.cz/zbytecna-mbu>
- [23] https://www.vivis.de/wp-content/uploads/EaA16/2019_EaA_045-058_Doeing

- [24] WOOD S., FANNING M., VENN M., WHITING K.: Review of State-of-the-art Waste to Energy Technologies. Stage Two – Case studies. WSP January 2013.
- [25] EFREMOV A.N., DUDOLIN A.: Comparative analysis of MSW thermal utilization Technologies for environment friendly WtE plant. Journal of Physics: Conference Series 1370 , 2019.
- [26] WALDHEIM L.: Gasification of waste for energy carriers. A review. IEA Bioenergy, 2018.
- [27] Waste Technologies: Waste to Energy Facilities. A report for the SWIP Working Group, 2013.
- [28] VYKONÁVACIE ROZHODNUTIE KOMISIE (EÚ) 2019/2010 z 12. novembra 2019, ktorým sa podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách stanovujú závery o najlepších dostupných technikách (BAT) pre spaľovanie odpadu.
- [29] Information Note: Thermal Waste Treatment in the European Union. Legislative Council secretariat IN12/13-14 Research Office.
- [30] HYŽÍK J.: Energie z odpadu a účinnosť jeho premeny v energii. Energetika, (2), 2011.
- [31] SUZUKI H., NAKAYAMA E., SAKURAI K.: Delivery of High-Efficiency Waste-to-Energy Plant and Waste Heat Utilisation Facility for Funabashi City-Contribution to Establish the Recycling-Oriented Society in the Local Community. Ebara Engineering Review, (254), 2017.
- [32] <https://www.bmu.de/en/topics/health-chemical-safety-nanotechnology/health-and-food-safety/food-safety/consumer-protection/overview-dioxins-and-pcbs/dioxins-and-pcbs/>
- [33] <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2013/10/Vreuls%202005%20NL%20Energiedragerlijst%20-%20Update.pdf>
- [34] THEMELIS N.J: Waste-to-Energy: Renewable Energy Instead of Greenhouse Gas Emissions. Columbia University WTERT.
- [35] Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2017 and inventory report 2019. EEA/PUBL/2019/051, 2019.
- [36] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The role of waste-to-energy in the circular economy .Brussels 26.1.2017.
- [37] https://ec.europa.eu/info/news/state-aid-commission-approves-eu64-million-support-waste-energy-highly-efficient-cogeneration-plant-poland-2019-oct-21_en
- [38] <https://www.neweurope.eu/article/eu-invests-in-efficient-and-sustainable-waste-management-in-bulgaria/>
- [39] <https://www.eib.org/en/projects/loans/sectors/index>
- [40] SCARLATI N., FAHLI F., DALLEMANDI J.F.: Status and Opportunities for Energy Recovery from Municipal Solid Waste in Europe. Waste and Biomass Valorisation, (10), 2019.
- [41] SADOVSKA E.: Dve zmeny v zákone o odpadoch, ktoré už onedlho pocítia peňaženky Slovákov najviac. Analýza Wood & Company, 2020.
- [42] SADOVSKA E.: Ceny za odpad porastú. Pocítia to peňaženky väčšiny Slovákov. Analýza Wood & Company, 2020.
- [43] KITTO J.B., FICK M.D., HINER L.A., ARVAN W.J.: World-Class Technology for the Newest Waste-to-Energy Plant in the United States – Palm Beach Renewable Energy Facility No. 2. Renewable Energy World International, BR-1935 Orlando, Florida, U.S.A., 2016.

11. BIOGRAFIA AUTOROV

Dipl. Ing. Dr. Helga Stoiber je chemickou inžinierkou s viac ako dvadsaťročnými skúsenosťami v oblasti environmentálneho inžinierstva a odpadového hospodárstva. Po niekoľkých rokoch profesionálnej praxe v environmentálnom poradenstve a v procesnom inžinierstve pri návrhoch reaktorov s fluidným lôžkom, pracovala 13 rokov ako expert na energetické zhodnocovanie odpadov v Rakúskej federálnej agentúre životného prostredia. Podielala sa na pripomienkovaní BREF Spaľovanie odpadov ako Rakúsky národný expert v Sevillskom procese. Zároveň pracovala na niekoľkých projektoch financovaných EU na Malte, v Rumunsku, Srbsku, Severnom Macedónsku a Chorvátsku. Od roku 2018 pracuje na pozícii Senior Partner v spoločnosti UVP Environmental Management and Engineering GmbH, Viedeň.

Dipl. Ing. Gerald Kurz je priemyselným inžinierom a absolventom energetického a environmentálneho inžinierstva s 15 ročnými skúsenosťami v integrovanom systéme odpadového hospodárstva. Po niekoľkých rokoch pôsobenia v oblasti odstraňovania a sanácie environmentálnych záťaží bol zodpovedný za rozvojové projekty pre poskytovanie služieb pri zbere a preprave komunálneho a priemyselného odpadu a recyklácie špecifických prúdov odpadov v krajinách strednej a východnej Európy CEE vrátane krajín bývalého Sovietskeho zväzu CIS. Následne nastúpil do tímu v spoločnosti UVP Environmental Management and Engineering GmbH, Viedeň na pozíciu Senior Engineer pre odpadové hospodárstvo a termické spracovanie odpadu.

Ing. Ladislav Halász, PhD., je environmentálnym inžinierom a absolventom VUT Brno a STU CHTF Bratislava. Viac ako 15 rokov pôsobil v automobilovom sektore na rôznych riadiacich pozíciách. Zavádzal systém environmentálneho manažérstva v spoločnostiach Groupe PSA Slovakia a Jaguar Land Rover Slovakia. Pracoval na projektoch v oblasti predchádzania tvorby odpadov, recyklácie a energetického zhodnocovania odpadov, čistenia odpadových vôd a znižovania emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia. Od roku 2020 je súčasťou tímu ewia, a.s. na pozícii regionálny riaditeľ.

RNDr. Ján Chovanec, je absolventom Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave. Viac ako 10 rokov pôsobil ako projektový manažér desiatok environmentálnych projektov zameraných na riešenie problematiky spracovania a recyklácie odpadov, odstraňovania environmentálnych záťaží, čistenia odpadových vôd, emisií a priemyselného čistenia v Čechách a na Slovensku. Ako konzultant má skúsenosti aj s viacerými environmentálnymi rozvojovými projektmi v Srbsku, Rumunsku, Moldavsku a vo Vietname. Od roku 2018 pôsobí v spoločnosti KOSIT a.s., od roku 2020 na pozícii riaditeľa pre životné prostredie.

Ing. Viera Šimkovicová, CSc., je chemickou inžinierkou s takmer tridsaťročnými skúsenosťami v oblasti odpadového hospodárstva a environmentálneho manažérstva. Pôsobila v štátnej správe, ako vedúca oddelenia odpadového hospodárstva na Ministerstve životného prostredia Slovenskej republiky v rokoch 2001 – 2002. V roku 2016 pracovala ako hlavný štátny radca SK PRES na odbore odpadového hospodárstva Ministerstva životného prostredia SR. V rokoch 2002 – 2007 a v rokoch 2010 – 2012 pracovala ako vedúca odboru odpadového hospodárstva v Slovenskej agentúre životného prostredia, pracovisko COHEM Bratislava. V rámci tohto pôsobenia bola projektovým manažérom alebo riešiteľom viacerých národných a medzinárodných projektov v oblasti odpadového hospodárstva.

Spolupracovala s Regionálnym centrom Bazilejského dohovoru SAŽP, v rámci ktorého bola riešiteľom projektov SLOVAK AID, napr. v Moldavsku a Srbsku.

Ako SZČO sa venuje zavádzaniu a certifikácii environmentálnych manažérskych systémov podľa ISO 14 001 a EMAS. V spolupráci so školicimi spoločnosťami poskytuje školenie v oblasti environmentálnej legislatívy.

