



Interreg
Slovakia-Austria
European Regional Development Fund



NAREG

WP5_A1: Zhodnocovanie – materiálové a energetické



ZOHŽO.sk

ZOZNAM SKRATIEK

BIOG	Bioplyn
BIOGP	Výrobnňa bioplynu
BIOR	Zvyšky trávenia pri výrobe bioplynu
BRKO	Biologicky rozložiteľný komunálny odpad
C/N	Pomer Uhlíka a Dusíka
Cd	Kadmium
CO ₂	Oxid uhličitý
COLL	Zber živočíšnych vedľajších produktov
CZT	Centrálne zásobovanie teplom
ČOV	Čistiareň odpadových vôd
DIGR	Zvyšky trávenia / iné ako pri výrobe bioplynu (iné ako BIOR)
EÚ	Európska Únia
HCO ₃	Hydrogen uhličitan
Hg	Ortuť
KO	Komunálny odpad
MANU	Nespracovaný hnoj
MBÚ	Mechanicko-biologická úprava
MH SR	Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky
MJ/kg	Megajoule / kilogram
MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republika
N	v Katalógu odpadov sú označené takto odpady, ktoré sú nebezpečné
NO _x	Oxidy dusíku
O	v Katalógu odpadov sú označené takto odpady, ktoré nie sú nebezpečné

OZE	Obnoviteľný zdroj energie
Pb	Olovo
PCB	Polychlórované bifenyly
PCDD	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny
PCDF	Polychlorované dibenzofurany
PCT	Polychlorované terfenyly
POH	Program odpadového hospodárstva
POH SR	Program odpadového hospodárstva Slovenskej republiky
SAŽP	Slovenská Agentúra Životného Prostredia
SR	Slovenská republika
STN	Slovenské technické normy
ŠVPS SR	Štátna veterinárna a potravinová správa Slovenskej republiky
t. j.	to jest
TRANS	Preprava ŽVP
URSO	Úrad pre reguláciu sieťových odvetví
VZN	Všeobecné záväzné nariadenie
ZKO	Zmesový komunálny odpad
Zn	Zinok
ZOHŽO	Združenie obcí Horného Žitného ostrova v odpadovom hospodárstve so sídlom v Šamoríne

OBSAH

Úvod	7
1 Legislatívny rámec ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA	8
1.1 Základné pojmy zo zákona O ODPADOCH.....	8
1.2 Legislatíva týkajúca sa nakladania s komunálnym odpadom	11
1.2.1 Vybrané právne predpisy EÚ.....	11
1.2.2 Vybrané právne predpisy SR	13
1.2.3 Technické normy (STN) týkajúce sa odpadov	14
1.3 Legislatívny rámec v oblasti energetiky	20
1.4 Odpadové hospodárstvo.....	23
1.4.1 Programové dokumenty odpadového hospodárstva.....	23
1.4.1.1 Program predchádzania vzniku odpadu	23
1.4.1.2 Programy odpadového hospodárstva	24
1.4.2 Manažment odpadového hospodárstva	25
1.4.3 Hierarchia odpadového hospodárstva	26
1.4.4 Nakladanie s odpadmi	28
2 Charakteristika aktuálneho stavu odpadového hospodárstva.....	31
2.1.1 Vznik komunálnych odpadov	34
2.1.2 Nakladanie s komunálnymi odpadmi	38
2.2 Ciele odpadového hospodárstva do roku 2030.....	38
2.2.1 Opatrenia na dosiahnutie hlavného cieľa odpadového hospodárstva	39
3 Súčasné technológie spracovania odpadu	41
3.1 Ciele zhodnocovania.....	42
3.2 Materiálové zhodnocovanie odpadov	43
3.2.1 Triedenie odpadov.....	43
3.2.2 Úprava odpadov	46

3.2.2.1	Mechanicko-biologická úprava	47
3.2.2.2	Mechanická úprava	48
3.2.2.3	Biologická úprava	48
3.2.3	Recyklácia odpadov	49
3.2.4	Kompostovanie	50
3.2.4.1	Kompost	50
3.2.4.2	Suroviny do kompostu	50
3.3	Energetické zhodnocovanie odpadu	51
3.3.1	Zásady energetického zhodnocovania odpadu	53
3.3.2	Termické spôsoby zneškodňovania komunálneho odpadu	53
3.3.3	Spaľovanie	54
3.3.3.1	Environmentálna bezpečnosť a spaľovanie odpadov	56
3.3.3.2	Technologický proces spaľovacích zariadení na zneškodňovanie odpadov	58
3.3.3.3	Základné druhy spaľovacích zariadení na zneškodňovanie odpadov...	61
3.3.4	Pyrolýza	66
3.3.5	Splyňovanie	67
3.3.6	Splyňovanie odpadov v plazmovej peci	68
3.3.6.1	Výhody a nevýhody zneškodňovania odpadu v plazmovom reaktore	69
3.3.6.2	Kogenerácia.....	70
3.3.6.3	Teplo pomocou kogenerácie	71
3.4	Zhodnocovanie biologických odpadov	72
3.4.1	Energetické procesy využitia biomasy	74
3.4.2	Mechanické spracovanie biomasy.....	76
3.4.2.1	Brikety.....	76
3.4.2.2	Pelety.....	77

3.4.2.3	Drevené uhlie	78
3.4.3	Výhrevnosť tuhých palív na báze biomasy	78
3.4.4	Bioplyn	79
3.4.4.1	Mechanizmus anaeróbného rozkladu.....	80
3.4.4.2	Vstupné suroviny – substráty na produkciu bioplynu a ich výnosnosť	81
3.4.4.3	Technológia výroby bioplynu	83
4	Analýza súčasných materiálových tokov jednotlivých druhov zložiek komunálneho odpadu na území ZOHŽO.....	85
4.1.1	Systém nakladania s komunálnym odpadom v obciach Združenia	86
4.2	Optimalizácia zariadení na zhodnocovanie odpadu	91
4.2.1	Zberné dvory.....	91
4.2.2	Areál s plochami na dočasné zhromažďovanie biologicky rozložiteľného odpadu zo zelene a odpadového dreva.....	97
4.2.3	Zariadenia a prevádzkové plochy v areáli skládky	100
4.2.4	Skládka Čukárska Paka	102
5	Charakteristika dostupných zariadení na zhodnocovanie odpadu.....	108
5.1	Zariadenie na materiálové zhodnocovanie odpadu	108
5.2	Zariadenie na energetické zhodnocovanie odpadu.....	111
5.2.1	Dostupnosť zariadení	111
5.2.2	Zoznam spaľovní a zariadení na spoluspaľovanie odpadov r. 2019.....	113
5.3	Bioplynové stanice.....	114
6	Záver	117
	Literatúra.....	118

ÚVOD

Princíp intenzifikácie triedeného zberu je podmienený potrebou vytvorenia čo možno najširšej siete dostupných zariadení na zhodnocovanie týchto odpadov.

Jednoznačne stanovené ciele v platných právnych predpisoch odpadového hospodárstva Európskej únie a Slovenskej republiky a záujem verejnosti sú dostatočným impulzom pre obce na dobudovanie systému odpadového hospodárstva a rozšírenia triedeného zberu jednotlivých zložiek komunálnych odpadov. Táto aktivita je plne v súlade s Programom odpadového hospodárstva Slovenskej republiky na roky 2021 - 2025, v ktorom sa deklarujú pre komunálny odpad nasledovné ciele:

- Zvýšiť mieru triedeného zberu komunálneho odpadu do roku 2025 na 60%
- Zvýšiť mieru prípravy na opätovné použitie a recyklácie komunálneho odpadu na 55%.

Hlavným cieľom odpadového hospodárstva SR do roku 2025 je odklonenie odpadov od ich zneškodňovania skládkovaním najmä pre komunálne odpady.

Pre jednotlivé triedené zložky je do roku 2025 vytýčený nasledovný cieľ recyklácie:

- plast 50 % ,
- drevo 25 %,
- železné kovy 70 %,
- hliník 50 %,
- sklo 70 %
- papier 75 %

Táto práca bola podporovaná projektom NAREG, ktorá je spolufinancovaná z Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci operačného programu INTERREG V-A SK-AT.



Interreg
Slovakia-Austria
European Regional Development Fund



NAREG

1 LEGISLATÍVNY RÁMEC ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA

Zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch upravuje pôsobnosť orgánov štátnej správy a obcí, práva a povinnosti právnických osôb a fyzických osôb pri predchádzaní vzniku odpadov a pri nakladaní s odpadmi, zodpovednosť za porušenie povinností na úseku odpadového hospodárstva a zriadenie Recyklačného fondu. Predmetom zákona sú programové dokumenty v odpadovom hospodárstve, opatrenia na predchádzanie vzniku odpadu, práva a povinnosti právnických osôb a fyzických osôb pri predchádzaní vzniku odpadov a pri nakladaní s odpadmi, rozšírená zodpovednosť výrobcov, nakladanie s vyhradenými výrobkami a prúdmi odpadov. Ďalej tiež nakladanie s komunálnym odpadom, cezhraničný pohyb odpadov, informačný systém odpadového hospodárstva, pôsobnosť orgánov štátnej správy a obcí vo veciach štátnej správy odpadového hospodárstva, zodpovednosť za porušenie povinností na úseku odpadového hospodárstva.

Zákon sa nevzťahuje na nakladanie s ťažobným odpadom, ukladanie odpadov na odkaliská, nakladanie s telami zvierat a ich časťami, ktoré uhynuli iným spôsobom ako zabitím pre ľudskú spotrebu vrátane zvierat usmrtených na účely eradikácie epizootických chorôb a ktoré sú zneškodňované podľa osobitného predpisu. Tiež sa obmedzene vzťahuje na nakladanie s vedľajšími živočíšnymi produktmi vrátane odvodených produktov upravených v osobitnom predpise, nakladanie s odpadovými vodami a osobitnými vodami.

1.1 ZÁKLADNÉ POJMY ZO ZÁKONA 79/2015O ODPADOCH

- **Opad** je hnutelná vec alebo látka, ktorej sa jej držiteľ zbavuje, chce sa jej zbaviť alebo je v súlade s týmto zákonom alebo osobitnými predpismi povinný sa jej zbaviť
- **Prúd odpadu** je skupina druhov odpadov s podobnými vlastnosťami, ktoré umožňujú ich ďalšie spoločné nakladanie.
- **Vedľajší produkt** je látka alebo hnutelná vec, ktorá je výsledkom výrobného procesu, ktorého primárnym cieľom nie je výroba tejto látky alebo veci
- **Stav konca odpadu** je stav, ktorý dosiahne niektorý špecifický odpad, ak prejde niektorou z činností zhodnocovania odpadu vrátane recyklácie a ak zároveň ide o odpad, pre ktorý boli ustanovené osobitné kritériá v osobitnom predpise alebo vo vykonávacom predpise

- **Biologicky rozložiteľný odpad** je odpad, ktorý je schopný rozložiť sa a na eróbnym spôsobom alebo aeróbnym spôsobom, ako je najmä odpad z potravín, odpad z papiera a lepenky, odpad zo záhrad a parkov.
- **Biologický odpad** je biologicky rozložiteľný odpad zo záhrad a z parkov, odpad z potravín a kuchynský odpad z domácností, reštaurácií
- **Biologicky rozložiteľné komunálne odpady** sú všetky druhy biologicky rozložiteľných odpadov, ktoré je možné zaradiť do skupiny 20 Komunálne odpady.
- **Nebezpečný odpad** je odpad, ktorý má aspoň jednu nebezpečnú vlastnosť uvedenú v prílohe osobitného predpisu zákona 79/2015
- **Odpadové hospodárstvo** je súbor činností zameraných na predchádzanie a obmedzovanie vzniku odpadov a znižovanie ich nebezpečnosti pre životné prostredie a na nakladanie s odpadmi
- **Nakladanie s odpadom** je zber, preprava, zhodnocovanie a zneškodňovanie odpadu vrátane dohľadu nad týmito činnosťami a nasledujúcej starostlivosti o miesta zneškodňovania.
- **Skladovanie odpadu** je dočasné uloženie odpadu pred niektorou z činností zhodnocovania odpadu alebo zneškodňovania odpadu.
- **Zhromažďovanie odpadu** je dočasné uloženie odpadu u držiteľa odpadu pred ďalším nakladaním s ním, ktoré nie je skladovaním odpadu.
- **Zber odpadu** je zhromažďovanie odpadu od inej osoby vrátane jeho predbežného triedenia a dočasného uloženia odpadu na účely prepravy do zariadenia na spracovanie odpadov.
- **Výkup odpadu** je zber odpadu, ak je odpad odoberaný právnickou osobou alebo fyzickou osobou –podnikateľom za dohodnutú cenu alebo inú protihodnotu.
- **Triedenie odpadov** je delenie odpadov podľa druhov, kategórií alebo iných kritérií, ktoré možno po oddelení zaradiť ako samostatné druhy odpadov.
- **Triedený zber** je zber vytriedených odpadov.
- **Úprava odpadu** je činnosť, ktorá vedie k zmene chemických, biologických alebo fyzikálnych vlastností odpadu za účelom umožnenia jeho prepravy, zhodnotenia, spracovania, zmenšenia objemu alebo zníženia jeho nebezpečných vlastností.

- **Príprava odpadu na opätovné použitie** je činnosť zhodnocovania súvisiaca s kontrolou, čistením alebo opravou, pri ktorej sa výrobok alebo časť výrobku, ktoré sa stali odpadom, pripraví, aby sa opätovne použili bez akéhokoľvek iného predbežného spracovania.
- **Spracovanie odpadu** je činnosť zhodnocovania alebo zneškodňovania odpadu
- **Opätovné použitie** je činnosť, pri ktorej sa výrobok alebo časť výrobku, znova použije na ten istý účel
- **Zhodnocovanie odpadu** je činnosť, ktorej hlavným výsledkom je prospešné využitie odpadu za účelom nahradiť iné materiály vo výrobnej činnosti alebo v širšom hospodárstve
- **Recyklácia** je každá činnosť zhodnocovania odpadu, ktorou sa odpad opätovne spracuje na výrobky, materiály alebo látky
- **Zneškodňovanie odpadu** je činnosť, ktorá nie je zhodnocovaním, a to aj vtedy, ak je druhotným výsledkom činnosti spätné získanie látok alebo energie
- **Skládkovanie odpadov** je ukladanie odpadov na skládku odpadov.
- **Skladovanie výkopovej zeminy** je dočasné uloženie mimo staveniska pred jej využitím na zásypové práce, terénne úpravy a iné práce súvisiace s výstavbou
- **Pôvodca odpadu** je každý pôvodný pôvodca, ktorého činnosťou odpad vzniká, alebo ten, kto vykonáva úpravu, zmiešavanie alebo iné úkony s odpadmi, ak ich výsledkom je zmena povahy alebo zloženia týchto odpadov.
- **Držiteľ odpadu** je pôvodca odpadu alebo osoba, ktorá má odpad v držbe.
- **Obchodník** na účely podľa zákona 79/2015 je podnikateľ, ktorý pri kúpe a následnom predaji odpadu koná vo vlastnom mene a na vlastnú zodpovednosť
- **Sprostredkovateľ** na účely podľa zákona 79/2015 je podnikateľ, ktorý organizuje zhodnocovanie odpadu alebo zneškodňovanie odpadu v mene iných osôb
- **Dopravca odpadu** na účely podľa zákona 79/2015 je podnikateľ, ktorý vykonáva prepravu odpadu pre cudziu potrebu alebo pre vlastnú potrebu
- **Zariadenie na zber odpadov** je priestor ohraničený plotom alebo nachádzajúci sa v stavbe, zabezpečený pred odcudzením odpadu a vstupom cudzích osôb

- **Zariadenie na zhodnocovanie odpadov** je zariadenie určené na výkon aspoň jednej z činností uvedených v prílohe č.1 v zákone 79/2015, ktoré je tvorené technickou jednotkou so súborom strojov a zariadení prevádzkovaných podľa dokumentácie

- **Zariadenie na zneškodňovanie odpadov** je zariadenie určené na výkon aspoň jednej z činností uvedených v prílohe č.2 v zákone 79/2015

- **Mobilné zariadenie** je zariadenie na zhodnocovanie odpadov alebo zariadenie na zneškodňovanie odpadov, ak je prevádzkované na jednom mieste kratšie ako šesť po sebe nasledujúcich mesiacov

- **Skládka odpadov** je miesto so zariadením na zneškodňovanie odpadov, kde sa odpady trvalo ukladajú na povrchu zeme alebo do zeme. Za skládku odpadov sa považuje aj interná skládka, na ktorej pôvodca odpadu vykonáva zneškodňovanie svojich odpadov v mieste výroby, ako aj miesto, ktoré sa trvalo, teda dlhšie ako jeden rok, používa na dočasné uloženie odpadov

- **Prekládková stanica** komunálneho odpadu je zariadenie na dočasné uloženie a následné preloženie zmesového komunálneho odpadu na účely jeho prepravy do zariadenia na zhodnocovanie odpadov alebo do zariadenia na zneškodňovanie odpadov.

1.2 LEGISLATÍVA TÝKAJÚCA SA NAKLADANIA S KOMUNÁLNYM ODPADOM

Legislatíva týkajúca sa nakladania s komunálnym odpadom pozostáva z právnych predpisov, ktoré tvoria: zákon o odpadoch, vykonávacie predpisy k zákonu o odpadoch – vyhlášky, smernice a nariadenia vlády, usmernenia a technické normy.

1.2.1 Vybrané právne predpisy EÚ

Právne predpisy na úrovni EÚ týkajúce sa nakladania s komunálnymi odpadmi pozostávajú zo zákonov, nariadení Rady EÚ a smerníc Európskeho parlamentu a Rady EÚ.

- SMERNICA RADY 1999/31/ES z 26. apríla 1999 o skládkach odpadov
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2008/98/ES z 19. novembra 2008 o odpade a o zrušení určitých smerníc

- NARIADENIE RADY (EÚ) č. 333/2011 z 31. marca 2011, ktorým sa ustanovujú kritéria na určenie toho, kedy určité druhy kovového šrotu prestávajú byť odpadom podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2008/98/ES
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2004/35/ES z 21. apríla 2004 o environmentálnej zodpovednosti pri prevencii a odstraňovaní environmentálnych škôd
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2006/21/ES z 15. marca 2006 o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 2004/35/ES
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 94/62/ES z 20. decembra 1994 o obaloch a odpadoch z obalov
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2015/720 z 29. apríla 2015, ktorou sa mení smernica 94/62/ES, pokiaľ ide o zníženie spotreby ľahkých plastových tašiek
- SMERNICA RADY 2006/117/EURATOM z 20. novembra 2006 o dozore a kontrole pri preprave rádioaktívneho odpadu a vyhoretého jadrového paliva
- SMERNICA RADY 2011/70/EURATOM z 19. júla 2011, ktorou sa zriaďuje rámec Spoločenstva pre zodpovedné a bezpečné nakladanie s vyhoretým palivom a rádioaktívnym odpadom
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2012/19/EÚ zo 4. júla 2012 o odpade z elektrických a elektronických zariadení
- NARIADENIE RADY (Euratom) č. 1493/93 z 8. júna 1993 o prepravách rádioaktívnych látok medzi členskými štátmi
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2006/66/ES zo 6. septembra 2006 o batériách a akumulátoroch a použitých batériách a akumulátoroch, ktorou sa zrušuje smernica 91/157/EHS
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2011/65/EÚ z 8. júna 2011 o obmedzení používania určitých nebezpečných látok v elektrických a elektronických zariadeniach

- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2010/65/EÚ z 20. októbra 2010 o ohlasovacích formalitách lodí plávajúcich do prístavov a/alebo z prístavov členských štátov, ktorou sa zrušuje smernica 2002/6/ES
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2019/883 zo 17. apríla 2019 o prístavných zberných zariadeniach na vykladanie odpadu z lodí, ktorou sa mení smernica 2010/65/EÚ a zrušuje smernica 2000/59/ES
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2019/904 z 5. júna 2019 o znižovaní vplyvu určitých plastových výrobkov na životné prostredie
- NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1013/2006 zo 14. januára 2006 o preprave odpadu
- NARIADENIE (ES) č. 2150/2002 Európskeho parlamentu a Rady z 25. novembra 2002 o štatistike o odpadoch
- SMERNICA RADY 96/59/ES zo 16. septembra 1996 o zneškodnení polychlórovaných bifenylov a polychlórovaných terfenylov (PCB/PCT)
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2005/64/ES z 26. októbra 2005 o typovom schválení motorových vozidiel vzhľadom na ich opätovnú využiteľnosť, recyklovateľnosť a použiteľnosť, ktorou sa mení a dopĺňa smernica Rady 70/156/EHS
- NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) č. 1257/2013 z 20. novembra 2013 o recyklácii lodí a o zmene nariadenia (ES) č. 1013/2006 a smernice 2009/16/ES
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY č. 2000/53/ES z 18. septembra 2000 o vozidlách po dobe životnosti

1.2.2 Vybrané právne predpisy SR

Právne predpisy na úrovni SR týkajúce sa nakladania s komunálnymi odpadmi tvoria: zákon o odpadoch, vykonávacie predpisy k zákonu o odpadoch – vyhlášky, smernice a nariadenia vlády SR, všeobecné záväzné nariadenia (VZN), program odpadového hospodárstva (POH), technické normy STN.

- ZÁKON č. 79/2015 Z.z. zo 17. marca 2015 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

- ZÁKON č.302/2019 Z.z. z 11. septembra 2019 o zálohovaní jednorazových obalov na nápoje a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- ZÁKON č. 329/2018 Z.z. zo 17. októbra 2018 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
- ZÁKON č. 359/2007 Z.z. z 21. júna 2007 o prevencii a náprave environmentálnych škôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- VYHLÁŠKA č. 365/2015 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 13. novembra 2015, ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov
- VYHLÁŠKA č. 366/2015 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 28. júla 2015 o evidenčnej povinnosti a ohlasovacej povinnosti
- VYHLÁŠKA č. 371/2015 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 13. novembra 2015, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o odpadoch
- VYHLÁŠKA č. 373/2015 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 28. júla 2015 o rozšírenej zodpovednosti výrobcov vyhradených výrobkov a o nakladaní s vyhradenými prúdmi odpadov
- VYHLÁŠKA č. 382/2018 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 10. decembra 2018 o skládkovaní odpadov a uskladnení odpadovej ortuti
- NARIADENIE VLÁDY č. 330/2018 Z. z. Slovenskej republiky zo 6. novembra 2018, ktorým sa ustanovuje výška sadzieb poplatkov za uloženie odpadov

1.2.3 Technické normy (STN) týkajúce sa odpadov

Technické normy (STN) o odpadoch sa týkajú najmä: skládkovania odpadov, charakterizácie odpadov a metód skúšania nebezpečných vlastností odpadov. V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené vybrané technické normy týkajúcich sa odpadoch, ako je skládkovanie odpadov a charakterizácia odpadov.

Tabuľka 1 – Normy týkajúce sa skládkovania odpadov

OZNAČENIE	DÁTUM VYDANIA	JAZYK	NÁZOV
STN 83 8101	1.5. 2004	SK	Skládkovanie odpadov. Všeobecné ustanovenia

STN 83 8102	1.7. 2004	SK	Skládkovanie odpadov. Navrhovanie skládok odpadov
STN 83 8103	1.2. 2006	SK	Skládkovanie odpadov. Prevádzka a monitoring skládok
STN 83 8104	1.5. 2004	SK	Skládkovanie odpadov. Uzavretie a rekultivácia skládok odpadov
STN 83 8105	1.11. 2004	SK	Skládkovanie odpadov. Inžinierskogeologický prieskum skládok odpadov
STN 83 8106	1.5. 2004	SK	Skládkovanie odpadov. Tesnenie skládok odpadov. Navrhovanie, zhotovovanie, kontrola a technické požiadavky
STN 83 8107	1.9. 2004	SK	Skládkovanie odpadov. Nakladanie s priesakovými kvapalinami zo skládok odpadov
STN 83 8108	1.5. 2005	SK	Skládkovanie odpadov. Skládkový plyn

Tabuľka 2 – Normy týkajúce sa charakteristiky odpadov

ZNAČENIE	DÁTUM VYDANIA	JAZYK	NÁZOV
STN EN 12457-	01.04.2006	SK	Charakterizácia odpadov. Vylúhovanie. Overovacia skúška na vylúhovanie zrnitých odpadových materiálov a kalov. Časť 1: Jednostupňová dávková skúška pri pomere kvapaliny a tuhej látky 2 l/kg materiálov s vysokým obsahom tuhej látky a s veľkosťou častíc menšou ako 4 mm (bez zmenšovania alebo so zmenšovaním veľkosti)
STN EN 12457-2	01.04.2006	SK	Charakterizácia odpadov. Vylúhovanie. Overovacia skúška na vylúhovanie zrnitých odpadových materiálov a kalov. Časť 2: Jednostupňová dávková skúška pri pomere kvapaliny a tuhej látky 10 l/kg materiálov s veľkosťou častíc menšou ako 4 mm (bez zmenšovania alebo so zmenšovaním veľkosti)
STN EN 12457-3	01.04.2006	SK	Charakterizácia odpadov. Vylúhovanie. Overovacia skúška na vylúhovanie zrnitých odpadových materiálov a kalov. Časť 3: Dvojstupňová dávková skúška pri pomere kvapaliny a tuhej látky 2 l/kg a 8 l/kg materiálov s vysokým obsahom tuhej látky a s veľkosťou častíc menšou

			ako 4 mm (bez zmenšovania alebo so zmenšovaním veľkosti)
STN EN 12457-4	01.04.2006	SK	Charakterizácia odpadov. Vylúhovanie. Overovacia skúška na vylúhovanie zrnitých odpadových materiálov a kalov. Časť 4: Jednostupňová dávková skúška pri pomere kvapaliny a tuhej látky 10 l/kg materiálov s veľkosťou častíc menšou ako 10 mm (bez zmenšovania alebo so zmenšovaním veľkosti)
STN EN 12920+A1	01.02.2009	EN	Charakterizácia odpadov. Metodika na stanovenie vylúhovateľnosti odpadov pri špecifikovaných podmienkach (Konsolidovaný text)
STN EN 13137	01.01.2003	CZ	Charakterizácia odpadov. Stanovenie celkového organického uhlíka (TOC) v odpadoch, kaloch a sedimentoch
STN EN 13656	01.03.2021	EN	Zemina, upravené bioodpady, kaly a odpady. Mineralizácia zmesou kyseliny chlorovodíkovej (HCl), dusičnej (HNO ₃) a tetrafluóroboritej (HBF ₄) alebo fluorovodíkovej (HF) na následné stanovenie prvkov
STN EN 13657	01.07.2003	EN	Charakterizácia odpadov. Mineralizácia na následné stanovenie prvkov rozpustných v lúčavke kráľovskej
STN EN 13965-2	01.04.2011	SK	Charakterizácia odpadov. Terminológia. Časť 2: Termíny a definície týkajúce sa manažérstva
STN EN 14039	01.03.2005	EN	Charakterizácia odpadov. Stanovenie obsahu uhlíkovodíkov v rozmedzí od C10 do C40 plynovou chromatografiou
STN EN 14345	01.03.2005	EN	Charakterizácia odpadov. Stanovenie obsahu uhlíkovodíkov gravimetricky
STN EN 14405	01.09.2017	EN	Charakterizácia odpadov. Skúšky správania sa pri vylúhovaní. Perkolačná skúška so stúpajúcim prietokom (pri špecifikovaných podmienkach)
STN EN 14429	01.08.2015	EN	Charakterizácia odpadov. Skúška vylúhovateľnosti. Vplyv pH na vylúhovanie pri počiatočnom pridaní kyseliny/zásady
STN EN 14582	01.02.2017	EN	Charakterizácia odpadov. Obsah halogénov a síry. Spaľovanie kyslíkom v

			uzatvorených systémoch a metódy stanovenia
STN EN 14742	01.11.2015	EN	Charakterizácia odpadov. Postup na chemickú úpravu v laboratóriu
STN EN 14899	01.11.2006	SK	Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Rámec prípravy a použitia plánu odberu vzorky
STN EN 14997	01.08.2015	EN	Charakterizácia odpadov. Skúška vylúhovateľnosti. Vplyv pH na vylúhovanie s kontinuálnou kontrolou pH
STN EN 15002	01.09.2015	EN	Charakterizácia odpadov. Príprava skúšobných vzoriek z laboratórnej vzorky
STN EN 15169	01.09.2007	SK	Charakterizácia odpadov. Stanovenie straty žíhaním v odpade, kale a sedimentoch
STN EN 15192	01.05.2007	EN	Charakterizácia odpadov a zeminy. Stanovenie chrómu(VI) v tuhých materiáloch alkalickou mineralizáciou a iónovou chromatografiou so spektrofotometrickou detekciou
STN EN 15216	01.05.2008	SK	Charakterizácia odpadov. Stanovenie celkových rozpustených látok (TDS) vo vode a výluhoch
STN EN 15309	01.11.2007	EN	Charakterizácia odpadov a zeminy. Stanovenie elementárneho zloženia röntgenovou fluorescenciou
STN EN 15527	01.02.2009	SK	Charakterizácia odpadov. Stanovenie polycyklických aromatických uhlíkovodíkov (PAU) v odpadoch plynovou chromatografiou s hmotnostnou spektrometriou (GC-MS)
STN EN 15863	01.08.2015	EN	Charakterizácia odpadov. Skúška vylúhovateľnosti na základnú charakterizáciu. Dynamická skúška vylúhovania s pravidelnou obnovou vylúhovadla za stabilných podmienok skúšky
STN EN 15875	01.04.2012	EN	Charakterizácia odpadov. Statická skúška na stanovenie potenciálu tvorby kyselín a neutralizačného potenciálu odpadov obsahujúcich sulfidy
STN EN 16123	01.09.2013	EN	Charakterizácia odpadov. Pokyny na výber a používanie skríniových metód

STN EN 16377	01.01.2014	EN	Charakterizácia odpadov. Stanovenie brómovaných spomaľovačov horenia v tuhých odpadoch
STN EN 16424	01.04.2015	EN	Charakterizácia odpadov. Skrínigové metódy na stanovenie elementárneho zloženia prenosnými röntgenovými fluorescenčnými prístrojmi
STN EN 16457	01.09.2014	EN	Charakterizácia odpadov. Základný rámec na prípravu a použitie plánu skúšok. Ciele, plánovanie a protokol
STN EN 17322	01.12.2020	EN	Tuhé environmentálne matrice. Stanovenie polychlórovaných bifenyllov (PCB) plynovou chromatografiou – hmotnostným spektrometrom (GC-MS) alebo s detektorom elektrónového záchytu (GC-ECD)
STN P CEN/TS 15364	01.10.2008	EN	Charakterizácia odpadov. Skúšky správania sa pri vylúhovaní. Skúška kyselinovej a zásadovej neutralizačnej kapacity
STN P CEN/TS 15862	01.03.2013	EN	Charakterizácia odpadov. Overovacia skúška vylúhovania. Jednostupňová dávková skúška pre monolitické odpady pri konštantnom pomere kvapaliny a plochy povrchu (L/A) pre skúšobné časti s konštantnými minimálnymi rozmermi
STN P CEN/TS 15864	01.04.2016	EN	Charakterizácia odpadov. Skúška vylúhovateľnosti na základnú charakterizáciu. Dynamická skúška vylúhovania monolitických odpadov s kontinuálnou obnovou vylúhovadla za špecifických podmienok
STN P CEN/TS 16023	01.04.2014	EN	Charakterizácia odpadov. Stanovenie spalného tepla a výpočet výhrevnosti
STN P CEN/TS 16229	01.11.2011	EN	Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek a analýza kyanidov uvoľniteľných slabou kyselinou vypúšťaných do odkalísk
STN P CEN/TS 16660	01.08.2015	EN	Charakterizácia odpadov. Skúška vylúhovateľnosti. Stanovenie redukčných vlastností a redukčnej kapacity
STN P CEN/TS 16675	01.01.2019	EN	Odpady. Skúšobné metódy na určovanie monolitického stavu odpadu na skládku
STN P CEN/TS 16800	01.05.2021	EN	Pokyny na validáciu fyzikálno-chemických analytických metód

TNI 15310-1	CEN/TR	01.10.2008	EN	Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 1: Pokyny na výber a aplikáciu kritérií odberu vzoriek za rôznych podmienok
TNI 15310-2	CEN/TR	01.10.2008	EN	Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 2: Pokyny na techniky odberu vzoriek
TNI 15310-3	CEN/TR	01.10.2008	EN	Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 3: Pokyny na postupy odberu čiastkových vzoriek
TNI 15310-4	CEN/TR	01.10.2008	EN	Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 4: Pokyny na postupy balenia, skladovania, konzervácie, dopravy a dodania vzoriek
TNI 15310-5	CEN/TR	01.10.2008	EN	Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 5: Pokyny na proces definovania plánu odberu vzoriek
TNI 15522-1	CEN/TR	01.08.2013	EN	Identifikácia únikov oleja/ropy. Vodorozpustná ropa a ropné produkty. Časť 1: Odber vzoriek
TNI 15522-2	CEN/TR	01.08.2013	EN	Identifikácia únikov oleja/ropy. Vodorozpustná ropa a ropné produkty. Časť 2: Analytické metódy a interpretácia výsledkov založených na GC-FID a GC-MS analýze s nízkym rozlíšením
TNI CEN/TR 16130		01.12.2011	EN	Charakterizácia odpadov. Overovanie na mieste
TNI CEN/TR 16176		01.01.2013	EN	Charakterizácia odpadov. Skriningové metódy na zisťovanie elementárneho zloženia röntgenovou fluorescenčnou spektrometriou pri overovaní na mieste
TNI CEN/TR 16184		01.12.2011	EN	Charakterizácia odpadov. Dokument o súčasnom stave analýzy výluhov
TNI CEN/TR 16192		01.08.2020	EN	Odpady. Pokyny na analýzu výluhov
TNI CEN/TR 16363		01.08.2013	EN	Charakterizácia odpadov. Kinetické skúšanie na posúdenie potenciálu tvorby kyselín sulfidových odpadov z ťažobného priemyslu
TNI CEN/TR 16365		01.08.2013	EN	Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadov z ťažobného priemyslu

TNI CEN/TR 16376	01.08.2013	EN	Charakterizácia odpadov. Všeobecný riadiaci dokument na charakterizáciu odpadov z ťažobného priemyslu
TNI CEN/TR 17309	01.11.2019	EN	Metódy skúšania tuhých matric z hľadiska environmentálnych vlastností. Odporúčania na skúšanie bodu vzplanutia
TNI CEN/TR 17345	01.07.2019	EN	Odpady. Dokument o doterajšom stave techniky. Analýza halogénov a síry oxidačným pyrohydrolytickým spaľovaním detekciou iónovou chromatografiou

Tabuľka 3 – Normy týkajúce sa metódy skúšania nebezpečných vlastností odpadov

OZNAČENIE	DÁTUM VYDANIA	JAZYK	NÁZOV
STN EN 14735	1.9.2006	SK	Charakterizácia odpadov. Príprava vzoriek odpadov na ekotoxikologické skúšky
STN 83 8301	1.4.1998	SK	Skúšanie nebezpečných vlastností odpadov. Akútna toxicita. Skúšky akútnej orálnej, dermálnej a inhalačnej toxicity na potkanoch
STN 83 8302	1.4.1998	SK	Skúšanie nebezpečných vlastností odpadov. Subakútna toxicita a oneskorený účinok. Skúšky subakútnej orálnej toxicity na potkanoch a Salmonella typhimurium - pokusný systém na reverzné mutácie
STN 83 8303	1.1.1999	SK	Skúšanie nebezpečných vlastností odpadov. Ekotoxicita. Skúšky akútnej toxicity na vodných organizmoch a skúšky inhibície rastu rias a vyšších kultúrnych rastlín
TNI CEN/TR 16110	01.12.2011	EN	Charakterizácia odpadov. Pokyn na používanie skúšok ekotoxicity vhodných pre odpady

1.3 LEGISLATÍVNY RÁMEC V OBLASTI ENERGETIKY

Pri energetickom využití a zhodnocovaní komunálneho odpadu sa pri jeho spracovaní vyrába teplo a elektrická energia. V zmysle zákona č. 309/2009 Z.z. o podpore obnoviteľných

zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby je biologicky rozložiteľná zložka nachádzajúca sa v komunálnom odpade, resp. v priemyselnom odpade klasifikovaná ako biomasa, ktorá patrí k obnoviteľným zdrojom energie. Vzhľadom na to, že využívanie biomasy pri výrobe tepla a elektriny nahrádza primárne zdroje energie, významne tak prispieva k dekarbonizácii energetického sektoru. Je preto pochopiteľné, že podpora zvyšovania 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 súčasťou podnikania v sieťových odvetviach. V týchto odvetviach majú výrobca a dodávateľ médií osobitné postavenie vyplývajúce z existencie prirodzeného monopolu, a preto podliehajú regulácii. Regulácia ovplyvňuje hmotnú a cenovú oblasť podnikania, pričom hmotná 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 č. 250/2012 Z. z. z 31. júla 2012 o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov
- ZÁKON č. 251/2012 Z. z. z 31. júla 2012 o energetike v znení neskorších predpisov
- ZÁKON č. 657/2004 Z. z. z 26. októbra 2004 o tepelnej energetike v znení neskorších predpisov

- ZÁKON č. 309/2009 Z. z. z 19. júna 2009 o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby v znení neskorších predpisov
- VYHLÁŠKA č. 599/2009 Z. z. Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky z 10. decembra 2009, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby
- VYHLÁŠKA č. 295/2011 Z. z. Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky zo 6. septembra 2011, ktorou sa vykonáva § 19b ods. 2 zákona č. 09/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby
- VYHLÁŠKA č. 373/2011 Z. z. Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky z 25. októbra 2011, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby
- VYHLÁŠKA č. 490/2009 Z. z. Úradu pre reguláciu sieťových odvetví z 18. novembra 2009, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o podpore obnoviteľných zdrojov energie, vysokoúčinnnej kombinovanej výroby a biometánu v znení neskorších predpisov
- ZÁKON č. 321/2014 Z. z. z 21. októbra 2014 o energetickej efektívnosti
- ZÁKON č. 555/2005 Z. z. z 8. novembra 2005 o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov
- VYHLÁŠKA č. 18/2017 Z. z. Úradu pre reguláciu sieťových odvetví z 8. februára 2017, 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 č. 248/2016 Z. z. Úradu pre reguláciu sieťových odvetví z 24. augusta 2016, ktorou sa ustanovuje cenová regulácia v tepelnej energetike v znení č. 205/2018 Z. z. a neskorších predpisov

V prípade žiadosti o uplatnenie doplnku, resp. doplatok z ceny dodanej elektriny vyrobenej vysoko účinnou kombinovanou výrobou, resp. z biomasy (biologicky rozložiteľná časť komunálneho odpadu je tiež uznaná až na 55%), je potrebné zúčastniť sa niektorého kola aukcií organizovaných Ministerstvom hospodárstva 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.

1.4 ODPADOVÉ HOSPODÁRSTVO

Odpadové hospodárstvo je činnosť zameraná na predchádzanie a obmedzovanie vzniku odpadov a znižovanie ich nebezpečnosti pre životné prostredie a nakladanie s odpadmi v súlade so zákonom č. 79/2015 Z. z. o odpadoch v platnom znení.

1.4.1 Programové dokumenty odpadového hospodárstva

1.4.1.1 Program predchádzania vzniku odpadu

Program predchádzania vzniku odpadu je programový dokument, ktorý vypracúva Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky v spolupráci s dotknutými ústrednými orgánmi štátnej správy. Program predchádzania vzniku odpadu po posúdení jeho vplyvov na životné prostredie schvaľuje vláda Slovenskej republiky a po jeho schválení ho ministerstvo uverejňuje vo Vestníku Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky a na svojom webovom sídle. Program predchádzania vzniku odpadu vypracúva ministerstvo spravidla na obdobie desiatich rokov. Program predchádzania vzniku odpadu obsahuje kvalitatívne alebo kvantitatívne ukazovatele a ciele predchádzania vzniku odpadu, ktoré sa vzťahujú predovšetkým na množstvo vzniknutého odpadu a opatrenia na dosiahnutie týchto cieľov. Opisuje opatrenia, a ak je to potrebné návrhy nových opatrení na dosiahnutie týchto cieľov.

Ciele a opatrenia v tomto programe sú zamerané na vylúčenie priamej väzby medzi hospodárskym rastom a negatívnymi environmentálnymi vplyvmi spojenými so vznikom odpadu. Program predchádzania vzniku odpadu obsahuje vyhodnotenie užitočnosti príkladov opatrení uvedených v prílohe č. 4 zo zákona 79/2015 alebo iných príslušných opatrení. Súčasťou programu predchádzania vzniku odpadu je aj opis prínosu uplatnených nástrojov a uplatnených opatrení na predchádzanie vzniku odpadu uvedených v prílohe č. 4a zo zákona 79/2015. Ministerstvo najneskôr do šiestich rokov od nadobudnutia platnosti programu predchádzania vzniku odpadu predloží vláde vyhodnotenie priebežného plnenia cieľov programu predchádzania vzniku odpadu na základe vyhodnotenia kvalitatívnych alebo kvantitatívnych cieľov a ukazovateľov. Ministerstvo v prípade potreby zabezpečí aktualizáciu programu predchádzania vzniku odpadu.

1.4.1.2 Programy odpadového hospodárstva

Program odpadového hospodárstva je programový dokument, ktorý sa vypracúva pre určenú územnú oblasť v súlade s hierarchiou a cieľmi odpadového hospodárstva obsahujúci analýzu súčasného stavu odpadového hospodárstva tejto územnej oblasti a opatrenia, ktoré je potrebné prijať na zlepšenie environmentálne vhodnej prípravy na opätovné použitie, recyklácie, zhodnocovania a zneškodňovania odpadu, ako aj hodnotenie, ako bude program podporovať plnenie týchto cieľov a ustanovení tohto zákona. Program sa vypracúva pre odpady uvedené v Katalógu odpadov a pre polychlórované bifenyly a zariadenia obsahujúce polychlórované bifenyly. Program obsahuje:

- názov orgánu, ktorý program vypracúva a základné údaje o území, pre ktoré sa program vypracúva, alebo základné údaje o držiteľovi polychlórovaných bifenylov, ktorý program vypracúva,
- charakteristiku aktuálneho stavu odpadového hospodárstva,
- záväznú časť a smernú časť,
- vyhodnotenie predchádzajúceho programu.

Program odpadového hospodárstva Slovenskej republiky (POH SR) sa vydáva na obdobie 5 rokov a predstavuje základný koncepčný dokument odpadového hospodárstva v SR pre toto obdobie. POH SR je východiskovým dokumentom pre spracovanie krajských programov odpadového hospodárstva na roky 2021 až 2025.

Na základe ustanovení zákona bol v roku 1993 vypracovaný prvý Program odpadového hospodárstva SR.

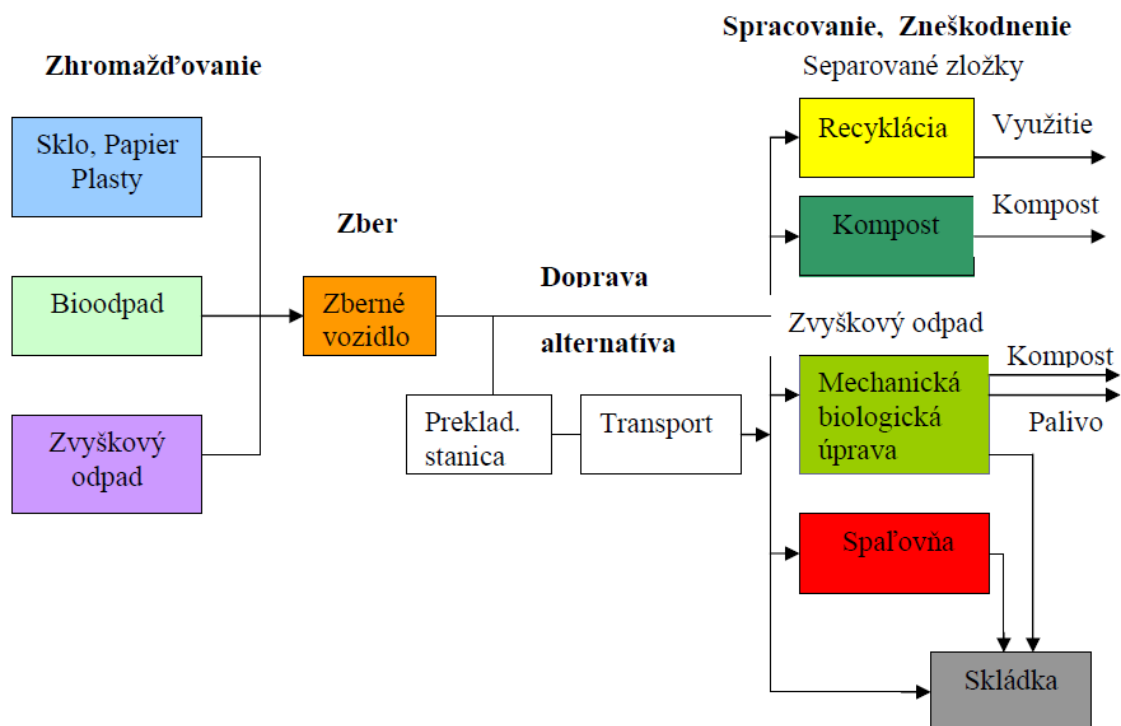
POH sa vydáva na obdobie 5 rokov (aktuálne 2021-2025). Hlavnými cieľmi sú:

- a) predchádzať vzniku odpadov a obmedzovať ich tvorbu najmä
 1. rozvojom technológií šetriacich prírodné zdroje,
 2. výrobou výrobkov, ktorá rovnako ako výsledné výrobky čo možno najmenej zvyšuje množstvo odpadov a čo možno najviac znižuje znečisťovanie životného prostredia,
 3. vývojom vhodných metód zneškodňovania nebezpečných látok obsiahnutých v odpadoch určených na zhodnotenie,
- b) zhodnocovať odpady recykláciou, opätovným použitím alebo inými procesmi umožňujúcimi získavanie druhotných surovín, ak nie je možný alebo účelný postup podľa písmena a),
- c) využívať odpady ako zdroj energie, ak nie je možný alebo účelný postup podľa písmena a) alebo b),
- d) zneškodňovať odpady spôsobom neohrozujúcim zdravie ľudí a nepoškodzujúcim životné prostredie nad mieru ustanovenú zákonom, ak nie je možný alebo účelný postup podľa písmena a), b) alebo c).

1.4.2 Manažment odpadového hospodárstva

Manažment zberu odpadu je časťou manažmentu odpadového hospodárstva urbanizovaného celku. Požiadavky pre spracovanie odpadového manažmentu mesta alebo obce možno stručne zhrnúť do nasledovných bodov:

- množstvo odpadov;
- zloženie odpadov aj z hľadiska požadovaných komodít;
- zber odpadov;
- preprava odpadov;
- zhodnocovanie;
- zneškodňovanie odpadov.



Obrázok 1 - Manažment odpadového hospodárstva územného celku

Na obrázku 1 je schematické znázornenie manažmentu odpadového hospodárstva územného celku s jednotlivými oblasťami. Predstavuje postup činností, ktoré vznikajú tvorbou odpadu u producenta a končia v mieste spracovania alebo na mieste zneškodnenia odpadu. Výber systému závisí od miestnych podmienok, množstva a druhu odpadov.

1.4.3 Hierarchia odpadového hospodárstva

Hierarchia odpadového hospodárstva je základným kameňom európskej politiky a legislatívy v oblasti odpadov. Jej hlavným účelom je minimalizovať nepriaznivé účinky odpadov na životné prostredie a zvýšiť a optimalizovať efektívnosť zdrojov v oblasti odpadového hospodárstva.

Hierarchia odpadového hospodárstva je záväzné poradie týchto priorít:

- predchádzanie vzniku odpadu,
- príprava na opätovné použitie,
- recyklácia,
- iné zhodnocovanie, napríklad energetické zhodnocovanie,

- zneškodňovanie.

Od hierarchie odpadového hospodárstva je možné odkloniť sa 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 zákon 79/2015.



Obrázok 2 – Hierarchia odpadového hospodárstva

Predchádzanie vzniku odpadu sú opatrenia, ktoré sa prijímú predtým, ako sa látka, materiál alebo výrobok stanú odpadom, a ktoré znižujú

- množstvo odpadu aj prostredníctvom opätovného použitia výrobkov alebo predĺženia životnosti výrobkov,
- nepriaznivé vplyvy vzniknutého odpadu na životné prostredie a zdravie ľudí alebo
- obsah škodlivých látok v materiáloch a vo výrobkoch.

Predchádzaním vzniku odpadu z obalov je znižovanie

- množstva materiálov a látok obsiahnutých v obaloch a odpadoch z obalov a ich škodlivosti pre životné prostredie,
- množstva obalov a odpadov z obalov a ich škodlivosti pre životné prostredie v etape výrobného procesu, predaja, distribúcie, využitia a ich eliminácia; prevencia

sa uplatňuje osobitne pri vývoji výrobkov a technológií priaznivejších pre životné prostredie a

- spotreby ľahkých plastových tašiek.

Právnická osoba a fyzická osoba – podnikateľ, ktorá vyrába výrobky, prihliada

- pri ich výrobe na potrebu uprednostniť technológie a postupy šetriace prírodné zdroje a obmedzujúce vznik nevyužiteľného odpadu z týchto výrobkov, obzvlášť nebezpečného odpadu,
- na potrebu informovanosti verejnosti o spôsobe zhodnotenia alebo zneškodnenia odpadu z výrobku a jeho častí, predovšetkým pri vyhotovovaní obalu výrobku, návodu na použitie alebo inej dokumentácie k výrobku.

Pôvodca odpadu je povinný predchádzať vzniku odpadu zo svojej činnosti a obmedzovať jeho množstvo a nebezpečné vlastnosti. Odpad, vzniku ktorého nie je možné zabrániť, musí byť zhodnotený, prípadne zneškodnený v súlade s hierarchiou odpadového hospodárstva takým spôsobom, ktorý neohrozuje ľudské zdravie, životné prostredie a ktorý je v súlade so zákonom 79/2015 a ďalšími všeobecne záväznými právnymi predpismi. Materiály a výrobky je potrebné využívať opätovným použitím, ak nie je možné alebo účelné predchádzanie vzniku odpadu. Zhodnocovať odpad recykláciou umožňujúcou získavanie surovín je prípustné, ak nie je možné alebo účelné predchádzanie jeho vzniku alebo nie je možný a účelný opätovné použitie. Odpad je možné využívať ako zdroj energie, ak nie je možné alebo účelné predchádzanie jeho vzniku alebo nie je možný a účelný postup podľa predchádzajúcich možností v hierarchii odpadového hospodárstva.

Zneškodňovať odpad je možné spôsobom, ktorý neohrozuje zdravie ľudí a nepoškodzuje životné prostredie.

Ciele a záväzné limity odpadového hospodárstva sú ustanovené v prílohe č. 3 v zákone 79/2015.

1.4.4 Nakladanie s odpadmi

Podľa zákona 79/2015 Z.z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov nakladanie s odpadom sa dá klasifikovať do dvoch základných skupín:

1. zhodnocovanie odpadov,

2. zneškodňovanie odpadov.

Každá z týchto skupín potom obsahuje viaceré činnosti zhodnocovania alebo zneškodňovania odpadov, ktorým sú priradené jednotlivé kódy.

Kódy činností pre zhodnocovanie odpadov sú nasledovné:

R1 Využitie najmä ako palivo alebo na získavanie energie iným spôsobom.

R2 Spätné získavanie alebo regenerácia rozpúšťadiel.

R3 Recyklácia alebo spätné získavanie organických látok, ktoré sa nepoužívajú ako rozpúšťadlá (vrátane kompostovania a iných biologických transformačných procesov). Sem patrí aj splyňovanie a pyrolýza využívajúce zložky ako chemické látky.

R4 Recyklácia alebo spätné získavanie kovov a kovových zlúčenín.

R5 Recyklácia alebo spätné získavanie iných anorganických materiálov. Sem patrí aj čistenie pôdy, ktorého výsledkom je jej obnova, a recyklácia anorganických stavebných materiálov.

R6 Regenerácia kyselín a zásad.

R7 Spätné získavanie komponentov používaných pri odstraňovaní znečistenia.

R8 Spätné získavanie komponentov z katalyzátorov.

R9 Prečisťovanie oleja alebo jeho iné opätovné použitie.

R10 Úprava pôdy na účel dosiahnutia prínosov pre poľnohospodárstvo alebo na zlepšenie životného prostredia.

R11 Využitie odpadov vzniknutých pri činnostiach R1 až R10.

R12 Úprava odpadov určených na spracovanie niektorou z činností R1 až R11. Ak neexistuje iný vhodný R-kód, môžu sem patriť predbežné činnosti pred zhodnocovaním vrátane predbežnej úpravy, okrem iného napríklad rozoberanie, triedenie, drvenie, stláčanie, peletizácia, sušenie, šrotovanie, kondicionovanie, opätovné balenie, triedenie, miešanie a zmiešavanie pred podrobením sa ktorejkoľvek z činností R1 až R11.

R13 Skladovanie odpadov pred použitím niektorej z činností R1 až R12 (okrem dočasného uloženia pred zberom na mieste vzniku). Dočasné uskladnenie je dočasné uloženie podľa § 3 ods. 5 zo zákona 79/2015.

Kódy činností pre zneškodňovania odpadov sú nasledovné:

- D1 Uloženie do zeme alebo na povrchu zeme (napr. skládka odpadov).
- D2 Úprava pôdnymi procesmi (napr. biodegradácia kvapalných alebo kalových odpadov v pôde).
- D3 Hĺbková injektáž (napr. injektáž čerpatelných odpadov do vrtov, soľných baní alebo prirodzených úložísk atď.).
- D4 Ukladanie do povrchových nádrží (napr. umiestnenie kvapalných alebo kalových odpadov do jám, odkalísk atď.).
- D5 Špeciálne vybudované skládky odpadov (napr. umiestnenie do samostatných buniek s povrchovou úpravou stien, ktoré sú zakryté a izolované jedna od druhej a od životného prostredia).
- D6 Vypúšťanie a vhadzovanie do vodného recipienta okrem morí a oceánov.
- D7 Vypúšťanie a vhadzovanie do morí a oceánov vrátane uloženia na morské dno.
- D8 Biologická úprava nešpecifikovaná v tejto prílohe, pri ktorej vznikajú zlúčeniny alebo zmesi, ktoré sú zneškodnené niektorou z činností D1 až D12.
- D9 Fyzikálno-chemická úprava nešpecifikovaná v tejto prílohe, pri ktorej vznikajú zlúčeniny alebo zmesi, ktoré sú zneškodnené niektorou z činností D1 až D12 (napr. odparovanie, sušenie, kalcinácia).
- D10 Spaľovanie na pevnine.
- D11 Spaľovanie na mori. (Táto činnosť je zakázaná právne záväznými aktmi Európskej únie a medzinárodnými dohovormi.)
- D12 Trvalé uloženie (napr. umiestnenie kontajnerov v baniach).
- D13 Zmiešavanie alebo miešanie pred použitím niektorej z činností D1 až D12. Ak sa nehodí iný D-kód, môže to zahŕňať predbežné činnosti pred zneškodnením vrátane predbežnej úpravy, ako aj okrem iného napríklad triedenie, drvenie, stláčanie, peletizácia, sušenie, šrotovanie, kondicionovanie alebo triedenie pred akoukoľvek činnosťou D1 až D12.
- D14 Uloženie do ďalších obalov pred použitím niektorej z činností D1 až D13.
- D15 Skladovanie pred použitím niektorej z činností D1 až D14 (okrem dočasného uloženia pred zberom na mieste vzniku). Dočasné uskladnenie je dočasné uloženie podľa § 3 ods. 5 zo zákona 79/2015.

2 CHARAKTERISTIKA AKTUÁLNEHO STAVU ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA

Napriek tomu, že komunálny odpad predstavuje z celkovej tvorby odpadu len určitú časť, je mu venovaná najväčšia pozornosť. Medzi hlavné dôvody tejto osobitnej pozornosti patrí to, že za zber a nakladanie s komunálnym odpadom nesie vo všeobecnosti zodpovednosť verejný sektor.

Definícia komunálneho odpadu zohráva z hľadiska analýzy vzniku, vyhodnocovania trendov, plánovania infraštruktúry a stanovovania cieľov odpadovej politiky najdôležitejšiu úlohu spomedzi všetkých prúdov odpadov. Nesprávne pochopenie pojmu „komunálny odpad“ môže mať z hľadiska plánovania spracovateľských kapacít a plnenia európskych cieľov recyklácie a obmedzovania skládkovania negatívne ekonomické dopady.

Prijatie jednotnej definície komunálneho odpadu preto bola jednou z hlavných výziev pri prijímaní nového „odpadového balíka“ v nadväznosti na Akčný plán EÚ pre obehové hospodárstvo.

Vzhľadom na novelu rámcovej smernice o odpade sa zákonom č. 460/2019 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon o odpadoch s účinnosťou od 1.7.2020 zmenila 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, biologicky rozložiteľného komunálneho 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.“

Pojmom „zmesový odpad“ bol v zákone o odpadoch nahradený dlhodobo používaný pojem „zmesový komunálny odpad“, avšak definícia sa uvedeným nezmenila. Aj v rámci

Katalógu odpadov ostal používaný pojem „zmesový komunálny odpad“ pre katalógové číslo 20 13 01. V praxi obidva pojmy predstavujú ten istý odpad.

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 rybárstva, odpad zo septikov, kanalizačnej siete a čistiarní vrátane čistiarenského kalu, staré vozidlá, stavebný odpad ani odpad z demolácií.

Keďže Katalóg odpadov zahŕňa všetky odpady, je potrebné definovať, ktoré druhy odpadov patria ku KO. V nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 4) sú uvedené skupiny odpadov v Katalógu odpadov tvoriacich KO, s ktorými pracuje potom aj ŠÚ SR pri spracovávaní príslušných údajov a štatistík.

Z jednotlivých druhov odpadu je potrebné definovať bližšie dva druhy odpadov. Zmesový komunálny odpad je odpad z domácnosti vznikajúci na území obce pri činnosti fyzických osôb a odpad podobných vlastností a zloženia, ktorých pôvodcom je právnická osoba alebo fyzická osoba–podnikateľ. Objemný odpad je komunálny odpad, ktorý nie je možné pre jeho veľký rozmer ukladať do štandardných nádob (poskytnutých do užívania pôvodcovi tohto odpadu).

Tabuľka 4 - Komunálny odpad podľa katalógu odpadov

20	KOMUNÁLNE ODPADY (ODPADY Z DOMÁCNOSTÍ A PODOBNÉ ODPADY Z OBCHODU, PRIEMYSLU A INŠTITÚCIÍ) VRÁTANE ICH ZLOŽIEK Z TRIEDENÉHO ZBERU		
20 01	ZLOŽKY KOMUNÁLNYCH ODPADOV Z TRIEDENÉHO ZBERU OKREM 15 01		
20 01 01	papier a lepenka		O
20 01 02	sklo		O
20 01 03	viacvrstvé kombinované materiály na báze lepenky (kompozity na báze lepenky)		O
20 01 04	obaly z kovu		O
20 01 05	obaly obsahujúce zvyšky nebezpečných látok alebo kontaminované nebezpečnými látkami vrátane prázdnych tlakových nádob		N
20 01 08	biologicky rozložiteľný kuchynský a reštauračný odpad		O
20 01 10	šatstvo		O
20 01 11	textílie		O

20 01 13	rozpúšťadlá	N
20 01 14	kyseliny	N
20 01 15	zásady	N
20 01 17	fotochemické látky	N
20 01 19	pesticídy	N
20 01 21	žiarivky a iný odpad obsahujúci ortuť	N
20 01 23	vyraďené zariadenia obsahujúce chlórfluórované uhl'ovodíky	N
20 01 25	jedlé oleje a tuky	O
20 01 26	oleje a tuky iné ako uvedené v 20 01 25	N
20 01 27	farby, tlačiarenské farby, lepidlá a živice obsahujúce nebezpečné látky	N
20 01 28	farby, tlačiarenské farby, lepidlá a živice iné ako uvedené v 20 01 27	O
20 01 29	detergenty obsahujúce nebezpečné látky	N
20 01 30	detergenty iné ako uvedené v 20 01 29	O
20 01 31	cytotoxické a cytostatické liečivá	N
20 01 32	liečivá iné ako uvedené v 20 01 31	O
20 01 33	batérie a akumulátory uvedené v 16 06 01, 16 06 02, alebo 16 06 03 a netriedené batérie a akumulátory obsahujúce tieto batérie	N
20 01 34	batérie a akumulátory iné ako uvedené v 20 01 33	O
20 01 35	vyraďené elektrické a elektronické zariadenia iné ako uvedené v 20 01 21 a 20 01 23, obsahujúce nebezpečné časti *)	N
20 01 36	vyraďené elektrické a elektronické zariadenia iné ako uvedené v 20 01 21, 20 01 23 a 20 01 35	O
20 01 37	drevo obsahujúce nebezpečné látky	N
20 01 38	drevo iné ako uvedené v 20 01 37	O
20 01 39	plasty	O
20 01 40	kovy	O
20 01 40 01	meď, bronz, mosadz	O
20 01 40 02	hliník	O
20 01 40 03	olovo	O
20 01 40 04	zinok	O
20 01 40 05	železo a oceľ	O
20 01 40 06	cín	O
20 01 40 07	zmiešané kovy	O
20 01 41	odpady z vymetania komínov	O
20 01 99	odpady inak nešpecifikované	

20 02	ODPADY ZO ZÁHRAD A Z PARKOV VRÁTANE ODPADU Z CINTORÍNŮV	
20 02 01	biologicky rozložitelný odpad	O
20 02 02	zemina a kamenivo	O
20 02 03	iné biologicky nerozložiteľné odpady	O
20 03	INÉ KOMUNÁLNE ODPADY	
20 03 01	zmesový komunálny odpad	O
20 03 02	odpad z trhovísk	O
20 03 03	odpad z čistenia ulíc	O
20 03 04	kal zo septikov	O
20 03 06	odpad z čistenia kanalizácie	O
20 03 07	objemný odpad	O
20 03 08	drobný stavebný odpad	O
20 03 99	komunálne odpady inak nešpecifikované	

Tabuľka 5 obsahuje však ešte dva druhy odpadov, ktoré možno zaradiť medzi KO a sú zahrnuté len v štatistikách ŠÚ SR.

Tabuľka 5 – Druhy odpadov, ktorú možno zaradiť medzi KO

17 99 00	Drobné stavebné odpady z obcí	O
15 01 00	Obaly (vrátane odpadových obalov zo separovaného zberu komunálnych odpadov)	

2.1.1 Vznik komunálnych odpadov

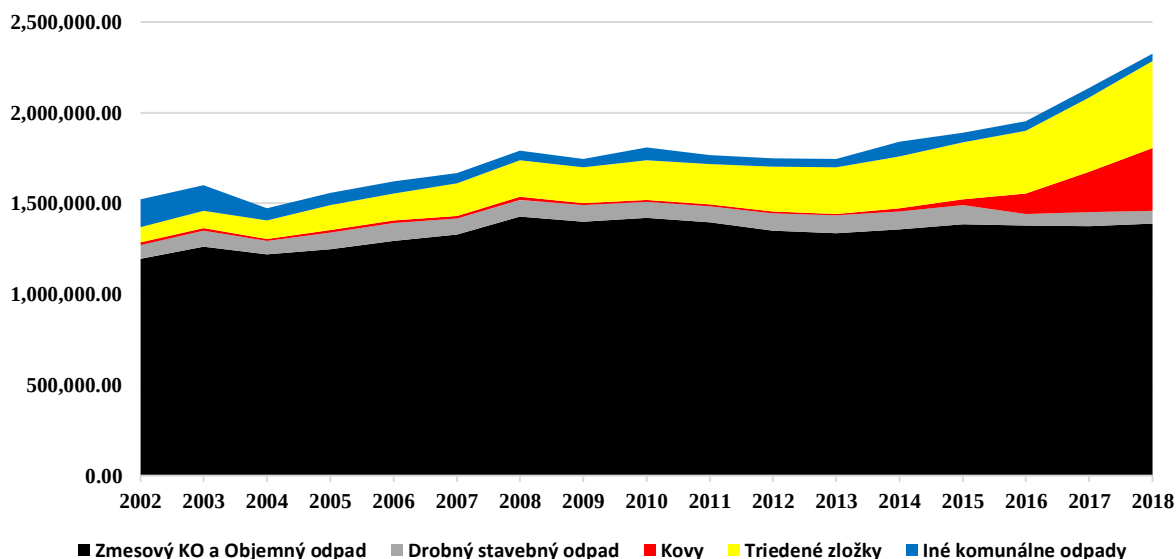
Podľa novej definície je komunálnym odpadom zmesový komunálny odpad a oddelene vyzbieraný odpad z domácností vrátane papiera a lepenky, skla, kovov, plastov, biologického odpadu, dreva, textílii, obalov, odpadu z elektrických zariadení a elektronických zariadení, použitých batérií a akumulátorov a objemného odpadu vrátane matracov a nábytku, ako aj zmesový odpad a oddelene vyzbieraný odpad z iných zdrojov, ak je takýto odpad svojím charakterom a zložením podobný odpadu z domácností.

Za komunálny odpad z iných zdrojov sa považuje odpad napríklad z maloobchodného predaja, administratívy, ubytovania, zdravotníckych služieb, stravovania a ďalších služieb a činností, ktorý má podobný charakter a zloženie ako odpad z domácností.

Okrem iného sa sem zahŕňa aj odpad vznikajúci pri údržbe parkov a záhrad. Za komunálny odpad sa považuje aj odpad, ktorý zodpovedá druhom odpadu zahrnutým do kapitoly 15 01 a kapitoly 20 Katalógu odpadov, okrem kódov 20 02 02, 20 03 04 a 20 03 06. Vymedzenie pojmu komunálny odpad sa zavádza aj na účely určenia rozsahu uplatňovania cieľov prípravy na opätovné použitie a recyklácie a pravidiel ich výpočtu.

Podľa údajov uvedených v Programe odpadového hospodárstva SR na roky 2021 – 2025 (POH SR 2021 – 2025) vznik komunálnych odpadov vzrástol aj v roku 2018, kedy prekročil hranicu 2,3 mil. ton. Podobne ako v roku 2017, sa najväčším podielom na zvýšení vzniku komunálnych odpadov podieľali kovy. Rovnako vzrástlo množstvo triedených zložiek. Vznik ZKO a objemného odpadu stúpol len nepatrne. Je preto potrebné znázorniť trend vývoja vzniku komunálnych odpadov a zachytiť dôležité prúdy komunálneho odpadu, ktoré zaznamenali skutočný nárast.

Graf 1 - Graf vývoja vzniku komunálnych odpadov podľa rozhodujúcich „prúdov“ komunálneho odpadu (t) (Zdroj: MŽP SR, ŠÚ SR)



Znázornenie vývoja vzniku komunálnych odpadov je veľmi dôležité z hľadiska plánovania optimálnych spracovateľských kapacít ZKO a objemného odpadu, čo pri neznalosti detailného zloženia, vývoja a vzniku komunálneho odpadu môže vyvolať mylný dojem zásadného nárastu ich produkcie. Graf jednoznačne preukazuje, že vznik ZKO a objemného odpadu je za uplynulé obdobie pomerne konštantný a za skutočným nárastom produkcie komunálneho odpadu sú kovy a kontinuálny nárast ostatných triedených zložiek vrátane biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov.

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

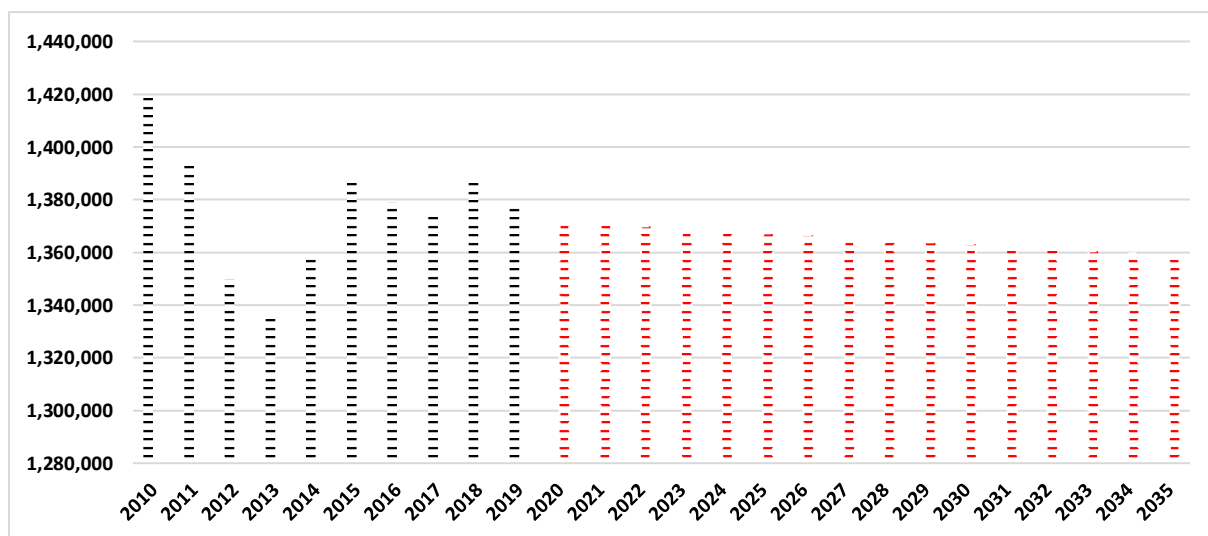
Tabuľka 6 - Vznik komunálnych odpadov v nasledovných krajoch SR (Zdroj: MŽP SR)

Kraj	Vznik komunálnych odpadov (t)					Vznik komunálnych odpadov (kg/obyvateľ)				
	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Bratislavský	277 328	291 229	292 857	324 714	338 169	444	460	456	499	513
Trnavský	243 865	247 482	268 070	280 807	313 247	437	442	478	499	556

Prognóza vzniku komunálnych odpadov bola v POH SR 2021 - 2025 vykonaná len pre dva druhy komunálneho odpadu, ktoré sú zodpovedné za hlavnú časť skládkovaných odpadov a do budúcnosti bude potrebné ich odklonenie zabezpečiť lepším triedením pri zdroji, najmä papiera, plastov, kovov, skla a biologicky rozložiteľných odpadov vrátane biologicky rozložiteľného kuchynského odpadu z domácností, prevádzkou centier opätovného použitia s doplnením energetického zhodnocovania odpadov, resp. mechanicko-biologickej úpravy.

Ďalším dôvodom, prečo bolo vykonané prognózovanie len pre ZKO a objemný odpad, je nárast produkcie kovov z výkupní, ktoré zapríčinili skreslenie štatistiky komunálneho odpadu. Štatistickou funkciou „TREND“ bolo na základe údajov z rokov 2010 - 2019 do roku 2035 vypočítané, že objem ZKO a objemného odpadu klesne na úroveň približne 1,36 mil. ton. Ročný pokles vzniku zmesového komunálneho odpadu a objemného odpadu sa má podľa prognózy pohybovať na úrovni 0,85 tis. ton. Tento pokles môže mať výraznejší priebeh v prípade implementácie efektívneho systému triedeného zberu biologicky rozložiteľného kuchynského odpadu z domácností ako aj postupného zavádzania množstvového zberu ZKO.

Graf 2 - Prognóza vzniku ZKO a objemného odpadu v SR do roku 2035 (t) (Zdroj: MŽP SR)



Jednotlivé obce Združenia sú typickým obrazom systému nakladania s komunálnym odpadom v Slovenskej republike. Produkcia komunálnych odpadov je priamo závislá od sociálno-ekonomických ukazovateľov.

2.1.2 Nakladanie s komunálnymi odpadmi

V roku 2020 bola novelou zákona č. 79/2015 Z.z. o odpadoch v z.n.p. upravená aj zodpovednosť za nakladanie s komunálnymi odpadmi. Za nakladanie s komunálnym odpadom zodpovedá obec, ak ide o zmesový odpad a oddelene vyzbieraný odpad z domácností, zmesový odpad z iných zdrojov a drobný stavebný odpad. Inými zdrojmi je možné nazvať všetkých pôvodcov zmesových komunálnych odpadov (ZKO), ktorý sú v obci poplatníkmi. Ďalším subjektom, ktorý je zodpovedný za nakladanie s komunálnymi odpadmi je ako pôvodca odpadu fyzická osoba-podnikateľ a právnická osoba, ak ide o oddelene vyzbieraný odpad z iných zdrojov, na ktoré sa nevzťahuje rozšírená zodpovednosť výrobcov (napr. nábytok, odpad zo zelene, ...), elektroodpad a použité batérie a akumulátory a oddelene vyzbieraný komunálny odpad z obalov a odpad z neobalových výrobkov z iných zdrojov. Za komunálny odpad z iných zdrojov sa považuje odpad napríklad z maloobchodného predaja, administratívy, ubytovania, zdravotníckych služieb, stravovania a ďalších služieb a činností, ktorý má podobný charakter a zloženie ako odpad z domácností.

Skládkovanie komunálnych odpadov predstavuje najpoužívanější spôsob nakladania s odpadom. V roku 2018 bolo v SR na skládku odpadov uložených 1,25 tis. ton komunálnych odpadov, na čom má najvyšší podiel ZKO a objemný odpad. V porovnaní s rokom 2017 bolo na skládku odpadov uložených o 70 tis. ton komunálnych odpadov menej, čo zapríčinil predovšetkým pokles v skládkovaní drobného stavebného odpadu.

Recyklácia komunálnych odpadov opätovne medziročne stúpla. V roku 2018 bolo recyklovaných 38 % vzniknutých komunálnych odpadov.

Tabuľka 7 - Nakladanie s komunálnymi odpadmi vo vybraných krajoch SR v roku 2018 (%)

KRAJ	RECYKLÁCIA	SPAĽOVANIE	SKLÁDKOVANIE
TRNAVSKÝ KRAJ	41 %	0 %	59 %
BRATISLAVSKÝ KRAJ	36 %	33 %	31 %

2.2 CIELE ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA DO ROKU 2030

S cieľom splniť požiadavky rámcovej smernice o odpade a priblížiť sa k európskemu obehovému hospodárstvu s vysokou úrovňou efektívneho využívania zdrojov museli prijať ČŠ

potrebné opatrenia na dosiahnutie cieľa v danej oblasti. To znamená, že aj pre SR platil cieľ „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“.

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2018/851/ES, ktorou sa mení rámcová smernica o odpade, stanovuje v horizonte rokov 2025, 2030 a 2035 pre ČS postupne prísnejšie ciele. Smernica umožňuje SR odložiť termíny dosiahnutia stanovených cieľov o päť rokov.

Tabuľka 8 - Recyklačné ciele pre komunálny odpad

2020	2025	2030	2035
50 %	55 %	60 %	65 %
5 ročný odklad	50 %	55 %	60 %

2.2.1 Opatrenia na dosiahnutie hlavného cieľa odpadového hospodárstva

Spĺnenie záväzného cieľa miery prípravy na opätovné použitie a miery recyklácie komunálneho odpadu do roku 2025 na 55 hmotnostných percent a odklon skládkovania komunálneho odpadu do roku 2035 na 10 % je závislé od dobre nastaveného triedeného zberu komunálneho odpadu. SR sa musí výrazne zamerať na triedený zber pri zdroji. Nízka miera úrovne triedeného zberu, by mala za následok nízku mieru recyklácie komunálneho odpadu.

V uplynulom období sa triedený zber komunálnych odpadov zvýšil, najmä čo sa týka kovov, papiera, plastov, skla a biologicky rozložiteľného odpadu zo zelene, avšak je tiež potrebné zamerať sa na triedený zber iných zložiek a druhov odpadov, ktoré sú v súčasnosti podceňované (napr. nebezpečné odpady, textil). Je žiadúce sa venovať v plnej miere podpore opätovného použitia a príprave na opätovné použitie komunálneho odpadu.

Podľa dostupnej štúdie len necelých 13 % obyvateľov SR platí poplatok za komunálne odpady a drobné stavebné odpady v závislosti od množstva vyprodukovaného odpadu. Väčšina obcí účtuje obyvateľom ročný paušálny poplatok, ktorý je pre všetkých obyvateľov obce rovnaký, bez ohľadu na produkované množstvo odpadu. Takáto forma poplatku nemotivuje občanov k zníženiu produkcie ani k zvýšeniu triedenia, resp. kompostovania odpadov. Naopak zber, pri ktorom poplatok závisí od váhy alebo objemu vyprodukovaného odpadu, tzv. množstvový zber, predstavuje priamu finančnú motiváciu a nástroj na uplatňovanie princípu

„platiť za to, čo vyhodíš“. Motivačný systém poplatkov prináša environmentálne benefity v podobe zníženia skládkovania odpadov, ale aj zvýšeného úsilia ľudí triediť odpady.

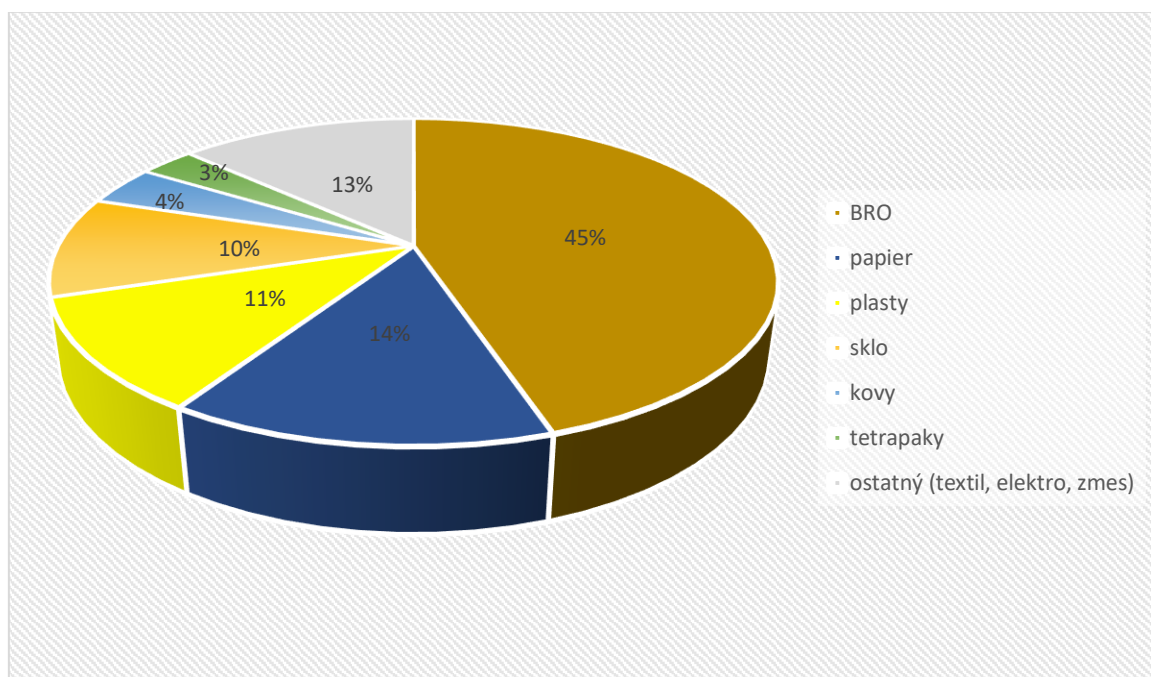
Hlavným cieľom v oblasti nakladania s komunálnymi odpadmi je zvýšenie miery triedeného zberu komunálneho odpadu do roku 2025 na 60 % a miery prípravy na opätovné použitie a recyklácie komunálneho odpadu na 55 %. Tento cieľ bude rozhodujúci aj pre obce Združenia.

3 SÚČASNÉ TECHNOLOGIE SPRACOVANIA ODPADU

V súčasnosti sa na Slovensku s odpadmi nakladá niekoľkými spôsobmi. Najstaršou, najlacnejšou a najbežnejšie používanou metódou nakladania s odpadom u nás je skládkovanie. Ďalšími spôsobmi nakladania s odpadom sú spaľovanie, kompostovanie, separácia a recyklácia. Ako už bolo spomenuté, najrozšírenejším spôsobom spracovania odpadu na Slovensku je skládkovanie. Túto situáciu je možné napraviť napríklad zvýšenou pozornosťou pri triedení komunálneho odpadu z domácností (separácia plastov, papiera a skla). V ďalších ukazovateľoch, napríklad v separovanom množstve odpadu na obyvateľa za rok, zaostávame za priemerom EÚ takmer o polovicu. V rámci zhodnocovania komunálneho odpadu je tiež čo doháňať.

Slovensko produkuje menej komunálneho odpadu na obyvateľa v porovnaní s priemerom EÚ, ale priemer EÚ časom pravdepodobne dobehne. Na druhej strane zaostávame napríklad v množstve všetkých vyseparovaných komodít ročne na obyvateľa, kde sa dosahuje iba polovičná hodnota a miera zhodnotenia odpadu je menej ako polovičná. Ďalším ukazovateľom je miera skládkovania. Skládkovanie je v súčasnosti najrozšírenejšou metódou nakladania s odpadom na Slovensku, ale táto metóda by mala byť až krajnou možnosťou. Nevýhodou tejto metódy je, že nevyužíva odpad ako druhotná surovina ani ako zdroj energie. V roku 2008 Európsky parlament schválil rámcovú smernicu o odpade č. 2008/98 / ES. Smernica je záväzná aj pre Slovenskú republiku a je potrebné ju implementovať do právnych predpisov o odpadoch. Rámcová smernica zavádza zmeny aj v oblasti triedeného zberu odpadu. Jeho hlavným cieľom je recyklácia a príprava na opätovné použitie odpadu. Podľa tejto smernice má Slovenská republika do roku 2020 prijať také opatrenia, aby zvýšila recykláciu domového odpadu na najmenej 50% hmotnosti. Cieľ je možné dosiahnuť iba dôsledným triedením a zhodnotením päťkrát viac plastov, trikrát viac papiera a dvakrát toľko skla. Vyššie uvedený cieľ smernice sa dá dosiahnuť triedením a recykláciou v súčasnosti netriedenej zmesi. Zmesový odpad má priemerné zloženie uvedené v grafe 1.

Graf 3 - Priemerné zloženie zmesového komunálneho odpadu



3.1 CIELE ZHODNOCOVANIA

Dosiahnutie vysokej miery zhodnocovania komunálneho odpadu vyžaduje implementáciu intenzívnych a efektívnych systémov triedeného zberu v závislosti od miestnych podmienok, stupňa urbanizácie, hustoty obyvateľstva a zloženia komunálneho odpadu, ktorý sa v jednotlivých regiónoch a dokonca obciach môže značne odlišovať. Pravidelné analýzy zloženia komunálneho odpadu budú pre posúdenie efektivity a potenciálu zhodnotiteľných zložiek nevyhnutné. Za týmto účelom bude potrebné aplikovať Opatrenie MŽP SR č. 1/2020 o metodike analýzy zmesového odpadu, čo znamená jednotnú metodiku pre spôsob zisťovania zloženia komunálneho odpadu. Analýzy zloženia komunálneho odpadu uskutočňované donedávna sa značne líšili a boli založené na posudzovaní rôznych parametrov, ktoré mnohokrát nie sú pre účely posúdenia potenciálu materiálového zloženia komunálnych odpadov použiteľné. Je dôležité rozlišovať medzi zložením komunálneho odpadu a zložením zmesového komunálneho odpadu, ktoré sú reprezentatívnymi ukazovateľmi celkového nakladania s komunálnym odpadom v príslušnej obci alebo regióne. Účinný triedený zber musí znamenať celkový pokles vzniku zmesového komunálneho odpadu, čo má za následok aj zmenu zloženia zmesového komunálneho odpadu.

3.2 MATERIÁLOVÉ ZHODNOCOVANIE ODPADOV

Materiálové zhodnocovanie je využívanie odpadu ako druhotnej suroviny na výrobu opätovne využiteľného produktu:

1. spätným získavaním - oddelením časti odpadu vhodnej na ďalšie priame využitie,
2. regeneráciou - obnovením pôvodných úžitkových vlastností materiálu tak, aby bol použiteľný na pôvodný účel,
3. recykláciou - vrátením odpadu do výrobného cyklu na výrobu spoločensky požadovaného výrobku s cieľom šetriť primárne surovinové zdroje.

Pojem materiálové zhodnocovanie je v Zákone o odpadoch zavedený na objasnenie toho, že zahŕňa iné formy zhodnocovania, než energetické zhodnocovanie a než opätovné spracovanie odpadu na materiály, ktoré sa používajú ako palivo alebo iné prostriedky na získavanie energie. Zahŕňa prípravu na opätovné použitie, recykláciu, spätné zasypávanie a iné formy zhodnocovania materiálu, akými sú opätovné spracovanie odpadov na druhotné suroviny na inžinierske účely pri výstavbe ciest a inej infraštruktúry. Uvedená definícia týkajúca sa vymedzenia pojmu „materiálové zhodnocovanie“ v plnom znení preberá pojem z rámcovej smernice Európskeho parlamentu a Rady 2008/98/ES z 19. novembra 2008 o odpade a o zrušení určitých smerníc.

Recyklovateľné odpady predstavujú veľkú skupinu odpadov, ktoré sú vzhľadom na svoje vlastnosti a spôsob nakladania charakteristické vysokým potenciálom pre činnosti recyklácie alebo opätovného použitia. Zahŕňajú odpady z papiera a lepenky, skla, plastov, železných a neželezných kovov, textilu a dreva.

Materiálové zhodnocovanie má prioritu pred energetickým zhodnocovaním odpadov.

3.2.1 Triedenie odpadov

Triediť odpad znamená oddeliť jednotlivé zložky odpadu osobitne do napr. osobitných nádob určených na tento účel. Kontajnery sú farebne odlíšené v závislosti od odpadu, pre ktorý sú určené.

Čo je možné triediť:

PAPIER - Papier tvorí 20% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu. Keď sa vezme do úvahy celkové množstvo vyprodukovaného odpadu (vrátane priemyselného a nebezpečného odpadu), výroba papiera je 800 kg na obyvateľa. SR / rok. Patria sem: noviny,

časopisy, zošity, knihy, listy, kancelársky papier, papierové tašky, lepenka, škatule z tvrdého papiera, lepenka, obálky, letáky, katalógy, telefónne zoznamy, plagáty, pohľadnice, zakladače, baliaci a krepový papier, papierové obaly atď. Nezahŕňa sa: plastové obaly, laminované obaly, voskovaný papier, papier z hliníkovej fólie, obaly na mrazené potraviny, škatule od cigariet, kopírovací papier a akýkoľvek špinavý alebo mastný papier.

PLASTY - Plasty tvoria 7% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu. Keď vezmeme do úvahy celkové množstvo vyprodukovaného odpadu (vrátane priemyselného a nebezpečného), produkcia plastov je 280 kg / obyvateľa. SR / rok, napriek tomu, že plasty majú pri malom objeme pomerne nízku hmotnosť. Patria sem: PE (polyetylén) - LDPE a HDPE (ľahký / vysokohustotný PE - nízko / vysokohustotný PE): číre a farebné fólie, tašky, vrecká, vedrá a fľaše kozmetiky a čistiacich prostriedkov, vrecká na mlieko, prepravky na fľaše. PET (polyetyléntereftalát): fľaše na nápoje, sirupy, rastlinné oleje. PP (polypropylén): obaly na cukrovinky, tégliky od jogurtov a rôzne plastové nádoby a hračky. PS (polystyrén): expandovaný polystyrén, poháre z automatov a iné plastové nádoby. PVC (polyvinylchlorid): inštalatérske a elektroinštalčné potrubia, obaly na kozmetiku, plastové okná a nábytok atď. Nezahŕňa sa: znečistené obaly (chemikálie alebo oleje), viacvrstvové obaly, silne znečistené plasty (pôda, farby, potraviny), podlahové krytiny, guma, pena a pod.

SKLO - Sklo tvorí 12% z celkového množstva komunálneho odpadu. Keď sa vezme do úvahy celkové množstvo vyprodukovaného odpadu (vrátane priemyselného a nebezpečného odpadu), výroba skla je založená na 480 kg / obyv. SR / rok. Patria sem: sklenené fľaše, nádoby, nádoby a sklenené výrobky, poháre, kozmetické fľaše, črepy, okenné sklá, okuliare atď. Nezahŕňa sa: viečka, korky, gumené, porcelán, keramika, zrkadlá, drôtené sklo, plastové fľaše, časti fliaš, čiapky, žiarovky, žiarivky, autosklá, monitory a pod.

KOVY - V závislosti od spracovateľa sa kovy zaraďujú do jednotlivých druhov (napr. Med', hliník) a potom sa rôznymi spôsobmi (najčastejšie lisovaním) spracovávajú a používajú ako druhotná surovina pri výrobe. Kovy tvoria 4% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu. Patria sem: plechovky, oceľové plechovky od nápojov, kovové viečka na fľaše a poháre, kovové rúrky na pasty, kovové časti, drôty a káble (bez rúrky), starý riad, sprejové obaly, kovový šrot, oceľ, farebné kovy, hliníkové viečka, hliníkové kryty, kovové viečka, klince, sponky, špendlíky, kovové rúry, staré kľúče, zámky, ventily atď. Nezahŕňa sa: kovy silne kontaminované zvyškami potravín, farbami a rôznymi chemikáliami.

TETRAPACKY - Tetrapaky tvoria menej ako 1% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu. Patria sem: viacvrstvové obaly z mlieka, smotany a iných mliečnych

výrobkov, ovocné džúsy a džúsy, víno, aviváže atď. Nezahŕňa sa: viacvrstvové obaly z kávy, kabelkových polievok, pudingov, práškov do pečiva, práškového cukru, korenia, nanuky atď. - Bioodpad tvorí 45% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu. Patria sem: zvyšky ovocia a zeleniny, šupky zo zeleniny a ovocia, zvyšky kávy a čaju, vaječné škrupiny, starý chlieb, bezmäsité zvyšky potravín, škrupiny z vlašských orechov, kvety, tráva, listy, malé konáre, mladá burina, piliny, hobliny, vata, drevený popol, vlasy, vlasy, trus malých zvierat, papierové vrecká kontaminované zeleninou, ovocím, maslom, džemom, použitými papierovými vreckovkami a obrúskami a v malom množstve aj drevená vlna, štiepky, hnedá lepenka, novinový papier atď. Nezahŕňajú : šupky z citrusových plodov (poznámka: banány nie sú citrusy a navyše šupky obsahujú veľa draslíka užitočného pre pôdu), zvyšky mäsa, kosti, kamene, obväzy, ohorky z cigariet atď.

TEXTIL - Textil predstavuje 4% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu. Patria sem: obnosené odevy, odevy, bielizeň, textil, obrusy, uteráky, handry, priadza atď. Nezahŕňa sa to: silne znečistený textil (olej, hlina, farby), koberce, koža, obuv atď. GUMA - Guma je odpad, ktorý je v obmedzenej miere recyklovateľný. Môžu opäť spracovať gumu, napr. výrobcovia pneumatík. Guma môže byť použitá ako energia ako palivo. Guma tvorí 1% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu.

ELEKTROODPAD - Elektroodpad tvorí menej ako 1% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu. Patria sem: elektrické a elektronické zariadenia - televízory, rádiá, počítačové, kancelárske a telekomunikačné zariadenia, videozáznamy, digitálne hodinky, sporáky, ohrievače, kávovary, práčky, elektrické motory, ručné elektrické náradie, žiarivky, baterky (vybité batérie, alkalické batérie) články, nikel-kadmiové akumulátory, hodinky, autobatérie) atď.

NEBEZPEČNÝ ODPAD – Nebezpečný odpad predstavuje 1% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu. Patria sem: žiarivky, rozpúšťadlá, staré farby, lepidlá, živice, laky, motorové oleje, kyseliny, zásady, fotochemické látky, pesticídy a chemické prípravky na ošetrovanie rastlín a stromov, umelé hnojivá, čistiace prostriedky (čistiace a čistiace prostriedky), drevo obsahujúce nebezpečné látky, handry znečistené olejom, farbami atď.

DROBNÝ STAVEBNÝ ODPAD – Zahŕňa to zmes betónu, tehál, dlaždíc, keramiky atď. Tento druh odpadu nie je recyklovateľný. Ak to nie je možné opätovne použiť (mnoho odpadov tohto typu sa však dá znovu použiť ako stavebný materiál). Najpriateľnejšie je tento odpad ukladať do zbernej nádoby na zmesový odpad (vo väčšom množstve do špeciálnych nádob).

Drobný stavebný odpad tvorí menej ako 1% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu.

ZMESOVÝ ODPAD – Patrí sem netriedený odpad. V tomto ohľade je najlepšou „recykláciou“ úsilie o minimalizáciu tvorby odpadu. Zneškodňovanie tohto odpadu spočíva hlavne na skládkach alebo spaľovaní. Zmiešaný odpad predstavuje menej ako 1% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu.

DREVOTRIESKA – Drevotrieska, podobne ako guma, je recyklovateľná iba v obmedzenej miere. Ako tmel na jeho výrobu sa používajú formaldehydové živice. Tieto sa rozkladajú a pri spaľovaní sa uvoľňujú ako formaldehyd a fenoly (jedy so silným dráždivým účinkom), takže skládky sú z hľadiska zneškodňovania tohto typu odpadu lepšie ako spaľovanie. Drevotrieska tvorí menej ako 1% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu.

BATÉRIE – Staré použité batérie, akumulátory.

LIEKY – Staré alebo nepoužité lieky a lieky (rovnako ako ihly, striekačky atď.) Sa triedia a zhromažďujú v každej lekární a potom sa likvidujú v špecializovaných spaľovniach odpadu. Drogy a lieky tvoria menej ako 1% hmotnosti z celkového množstva komunálneho odpadu.

3.2.2 Úprava odpadov

Úprava odpadov je proces, ktorého cieľom je vylepšiť vlastnosti odpadu vstupujúceho do procesu tak, aby bola dosiahnutá jednoduchšia manipulácia alebo ďalšie spracovanie odpadu vystupujúceho z procesu. Úprava odpadov je akýmsi medzikrokom, ktorý mení fyzikálne, chemické alebo biologické vlastnosti odpadu na základe fyzikálno-mechanických technológií.

Novelou zákona o odpadoch bol prijatý v roku 2019 aj všeobecne platný pojem „úprava odpadov“, ktorý zavádza, že úprava je fyzikálny proces, tepelný proces, chemický proces alebo biologický proces vrátane triedenia odpadu, ktorý zmení vlastnosti odpadu s cieľom zmenšiť jeho objem alebo znížiť jeho nebezpečné vlastnosti, uľahčiť manipuláciu s ním alebo zlepšiť možnosti jeho zhodnotenia

3.2.2.1 *Mechanicko-biologická úprava*

Mechanicko-biologická úprava (MBÚ) predstavuje technológiu na spracovávanie zvyškových komunálnych odpadov popr. aj ďalších odpadov, ako sú napr. odpady z podnikateľskej činnosti alebo priemyselné odpady (charakterom podobné komunálnym odpadom). Deje sa tak pomocou mechanického roztriedenia na využiteľné (materiálovo alebo energeticky) a nevyužiteľné odpady, a ďalej biologickej úpravy vytriedených biologických zložiek zvyškového odpadu.

Je nevyhnutné si uvedomiť, že MBÚ nie je hlavné a jediné riešenie nakladania s komunálnym odpadom, teda nepatrí na začiatok systému odpadového hospodárstva. Musia mu predchádzať účinné systémy triedeného zberu odpadov priamo u pôvodcov odpadov, kompostovanie/anaeróbna digestia biologicky rozložiteľných odpadov a recyklácia vytriedených zložiek komunálneho odpadu.

Kombinácia týchto štyroch riešení zabezpečuje pohodlné splnenie požiadaviek európskej legislatívy týkajúcej sa recyklácie a skládkovania odpadov. Podľa kalkulácie českého Ministerstva životného prostredia zabezpečia účinnejšie zníženie množstva skládkovaných odpadov ako výstavba nových spaľovní odpadov.

Pomocou MBÚ sa dá ešte množstvo zvyškového odpadu (zostatok po triedení pri zdroji, recyklácii a kompostovaní/anaeróbnej digestii) znížiť zhruba o 50 %.

Technologický postup pri mechanicko-biologickom spracovaní odpadu

Na svete existuje veľa technologických variantov riešenia MBÚ, ktoré sú prispôsobené miestnym podmienkam a potrebám. Konkrétne riešenia závisia predovšetkým od druhov a množstva vstupného odpadu, ale aj od umiestnenia výstupných produktov.

V súčasnosti túto technológiu využívajú najmä:

- významne znížiť množstvo biologicky rozložiteľnej zložky odpadu vo zvyškovom odpade s cieľom znížiť tvorbu skleníkových plynov a škodlivých výluhov na skládkach,
- na výrobu alternatívneho paliva z ľahkej a výhrevnej frakcie zvyškového odpadu.

Ako naznačuje názov mechanicko-biologické čistenie, táto technológia sa skladá z dvoch častí: mechanickej a biologickej.

3.2.2.2 *Mechanická úprava*

Mechanické ošetrenie vo väčšine prípadov predchádza biologickému. Proces začína vstupnou kontrolou dovážaného odpadu. V rámci tejto kontroly sa z procesu odstraňuje odpad, ktorý môže spôsobiť určité komplikácie alebo odpad, pre ktorý existuje zákazník v neupravenej podobe. Ide hlavne o objemný odpad (napr. Matrace, veľký nábytok), nebezpečné zložky odpadu, elektroodpad z domácností. Potom zvyčajne nasleduje drvenie odpadu. Po drvení sa odpad premiestňuje pásovými dopravníkmi do vysoko mechanizovanej časti zariadenia. Oddeľuje rôzne frakcie rôznymi mechanickými procesmi, ako sú rotačné sitá, magnetické, vzduchové alebo gravitačné separátory:

- železné a neželezné kovy, ktoré prechádzajú materiálovým zhodnotením (predstavuje asi 5%),
- ľahká frakcia - sú to horľavé látky (papier, plasty, textil atď.), väčšinou určené na energetické zhodnotenie. Túto frakciu je možné rozdeliť podľa stupňa výhrevnosti na stredne a vysoko výhrevné zložky (približne 40%),
- ťažká frakcia - je to väčšinou inertný materiál určený na skládkovanie (asi 15%),
- biologická frakcia, ktorá je určená na spracovanie do druhej časti zariadenia - biologické ošetrenie (cca 40%).

3.2.2.3 *Biologická úprava*

Triedená biologicky odbúrateľná frakcia je biologicky stabilizovaná aeróbnymi alebo anaeróbnymi procesmi (alebo ich kombináciou).

Väčšinou sa jedná o intenzívne procesy aeróbného kompostovania v uzavretých diskontinuálnych (niekedy kontinuálnych) fermentoroch (v tuneloch, boxoch, sudoch atď.). Pri ktorých sa substrát prevzdušňuje núteným prevzdušňovaním počas 7 - 10 dní. Výsledné plyny sa nasávajú do zariadenia na čistenie plynov (biofiltre). Fermentácia prebieha pri teplote 60 - 75 °C, čo zaisťuje dokonalú hygienu substrátu.

Druhou možnosťou je použitie procesov anaeróbnej digescie. Používajú sa technológie suchého alebo mokrého kvasenia. Prebieha v termofilnom režime (približne 55 °C). Získaný bioplyn sa používa na výrobu elektriny a tepla. Elektrická energia sa dodáva do distribučnej siete a teplo sa využíva v samotnom závode, napr. na vykurovanie, ohrev vody, ale aj na ohrev materiálu pred vstupom do fermentora.

Proces biologického čistenia je zavŕšený aeróbnou stabilizáciou, ktorej cieľom je dosiahnuť požadované výstupné vlastnosti. Koná sa buď v hromadách pásov na voľnej vodohospodárskej ploche, alebo v krytých halách. Počas tejto fázy sa substrát niekoľkokrát vykopáva mostíkovými alebo frézovacími frézami (v závislosti od veľkosti a tvaru stohu). Trvanie biologického čistenia sa môže líšiť a závisí od zvolenej technológie a výstupných požiadaviek. Intenzívna časť biologického čistenia trvá max. do 21 dní. Celý proces biologického čistenia trvá asi 6 až 16 týždňov.

V niektorých prípadoch nasleduje po biologickom ošetroaní ďalšie mechanické ošetrovanie. Ak to vyžadujú požiadavky na výstupný produkt, možno zahrnúť ďalšiu časť mechanického spracovania, buď medzi jednotlivé biologické stupne (intenzívny proces a aeróbna stabilizácia) alebo po úplnom biologickom spracovaní. Zvyčajne sa na tento účel používajú bubnové sitá (niekedy doplnené magnetickým a vzduchovým odlučovačom), ktoré separujú nerozložené zvyšky, ktoré sa potom vracajú späť do procesu.

3.2.3 Recyklácia odpadov

Recyklácia je návrat odpadových materiálov do obehu, ako aj využitie odpadového tepla. Je to proces, pri ktorom sa vzniknutý odpad vracia späť do výroby, kde sa stáva surovinou na výrobu konkrétneho produktu alebo zdrojom energie. Úlohou recyklácie je znížiť problémy so znečisťovaním životného prostredia, ale tiež šetriť prírodné zdroje. Z ekologického hľadiska by bolo najefektívnejšie také plánovanie, organizácia priemyselnej činnosti, ktorá by v zásade modelovala prirodzený obeh látok. Ďalej by sa to vzťahovalo na výrobu aj spotrebu, a tak by sa dalo predchádzať vzniku odpadu. Súčasný trend v oblasti odpadového hospodárstva je zameraný hlavne na plánovanie, organizáciu metód nakladania, zneškodňovania a využívania existujúcich odpadov. Tento princíp je v súlade s princípom recyklácie, a nie s princípom bezodpadovej technológie.

Bezodpadová technológia prakticky využíva znalosti, metódy a zdroje na zabezpečenie čo najracionálnejšieho využívania prírodných zdrojov a energie pre ľudské potreby a v neposlednom rade na ochranu životného prostredia. Pojem bezodpadový možno chápať aj ako technologické optimum. Ďalším dôležitým kritériom je predĺženie životnosti a zaistenie opraviteľnosti výrobkov. Životnosť výrobkov súvisí s technickými vlastnosťami výrobkov, takže má priamy vplyv aj na množstvo odpadu. Môžeme povedať, že čím je nižšia životnosť, tým viac odpadu.

3.2.4 Kompostovanie

Podľa európskej smernice o skládkach 1999/31 / ES sa malo množstvo biologicky rozložiteľného komunálneho odpadu, ktoré skončí na skládke odpadov znížiť do roku 2010 v porovnaní s rokom 1995 o 25%, do roku 2013 o 50% a do roku 2020 až o 65%.

Kompostovanie je dnes jedným z možných riešení, ako prispieť k dosiahnutiu tohto cieľa. Kompostovanie je prirodzený proces, pri ktorom sa organický odpad rozkladá mikroorganizmami, vodou a kyslíkom na humínové látky. Prečo sa zaoberať kompostovaním? Okrem ekonomického prínosu (znížením množstva odpadu sa zaplatí menej za jeho zneškodnenie a úspora peňazí za priemyselné hnojivá) existujú aj ďalšie výhody. Pomáha napríklad zlepšovať fyzikálne vlastnosti pôdy, najmä pre ťažké a ľahké pôdy. Kompostovanie znižuje riziko vysušenia a úniku vody.

3.2.4.1 Kompost

Kompost je vysoko kvalitné organické hnojivo, ktoré vracia pôde všetky cenné živiny. Na rozdiel od minerálnych hnojív sa do pôdy pridáva humus, ktorý má dokonalý vplyv na vlastnosti zeme. Jeho vysoká hodnota pH pôsobí proti okysličeniu pôdy. Zrelý kompost môžete využiť na rôzne účely; napríklad kompost sa môže na jar nanášať na zeleninu a kvety, čím sa podporuje úrodnosť pôdy. Rastliny sú zásobované potrebnými živinami. Ďalším spôsobom je uložiť významnejšie množstvo kompostu vedľa ovocných alebo okrasných drevín. Vrstva kompostu má priaznivý vplyv na príjem dažďovej vody a kyprenie pôdy. Môžeme ju použiť aj pri zakladaní nových záhrad alebo trávnikov. Tu položíme kompost na 1 až 2 cm; odporúča sa mierne povoliť. Pri údržbe trávniku stráca tráva častým kosením potrebné živiny. Kompost, o ktorom sa rozhoduje na jar a v lete (mulčovanie), umožňuje prevzdušnenie trávy, udržiava vlhkosť a zabraňuje rastu buriny. Pri pestovaní rastlín v kvetináčoch sa kompost a pôda alebo piesok zmiešajú v pomere 1: 1.

3.2.4.2 Suroviny do kompostu

Suroviny vhodné na kompost: zvyšky rastlín, burina, kvety, zemiakové šupky, listy, pokosená tráva, drvené drevo, piliny, hobliny, kuchynský odpad (káva, škrupiny, šupky, kamene, zvyšky potravy), kvetinová pôda, hnoj a malé podstielkové zvieratá (okrem psov a

mačiek), exkrementy hospodárskych zvierat (obmedzené množstvo), slama a iné zozbierané zvyšky, popol z dreva, novinový papier, lepenka, kôra stromov, handry z prírodných tkanín.

Do kompostu nepatria lieky a liečivá, kovy, plasty, textil, sklo, farby, staré oleje, baktérie, chemické postreky, obsah vreciek vysávača, zvieracie kosti a mäso, mliečne výrobky, rastliny s vysokým obsahom pesticídov, ohorky z cigariet.

3.3 ENERGETICKÉ ZHODNOCOVANIE ODPADU

Energetické zhodnocovanie odpadov nepochybne patrí do celkovej koncepcie odpadového hospodárstva, ktorú Slovensko urýchlene potrebuje. Každé krajské mesto dokáže spolu s aglomeráciou v jej okolí aj po odrátaní vytriedeného odpadu vyprodukovať dostatočné množstvo odpadu, potrebné na prevádzku zariadenia na komplexné riešenie problematiky odpadov.

Do energetického zhodnocovania odpadov sú zaradené všetky druhy činnosti s odpadmi s vhodnými alebo podmiennečne vhodnými vlastnosťami, na energetické využitie. Môže to byť odpadové drevo, odpadové plasty, odpadové oleje, opotrebované pneumatiky a guma, absorbenty (buničina, piliny) apod. Pri zhodnocovaní odpadov platí podmienka vyplývajúca z hierarchie odpadového hospodárstva, že materiálové zhodnotenie je uprednostnené pred energetickým.

Technológie spaľovania komunálneho odpadu, čistenia spalín a nakladania so zvyškami po spaľovaní budú aj v blízkej budúcnosti plniť spoločenské požiadavky a požiadavky na ochranu životného prostredia, najmä:

- zníženie objemu odpadu ukladaného na skládky,
- zničenie, transformácia, oddelenie, koncentrácia alebo stabilizácia, nebezpečných alebo škodlivých látok nachádzajúcich sa v spaľovanom odpade alebo vznikajúcich pri spaľovaní odpadu,
- maximálna stabilizácia až mineralizácia zvyškového odpadu,
- minimalizácia plyných a tekutých emisií vznikajúcich pri spaľovaní komunálneho odpadu,
- minimalizácia ostatných vplyvov spaľovania komunálneho odpadu na životné prostredie,

- maximálne využitie odpadov vzniknutých pri spaľovaní komunálneho odpadu v podobe obchodovateľných produktov (feromagnetický šrot, šrot z farebných kovov, sklo, škvára a pod.),
- maximalizácia využitia energie obsiahnutej v spaľovanom odpade kombinovanou výrobou tepla a elektriny a ich dodávkou do verejných sietí.

Toto sa bude diať súbežne pri predchádzaní vzniku odpadu, pri stúpajúcej miere separácie recyklovateľných zložiek z komunálneho odpadu a pri sprísňovaní ochrany životného prostredia.

Mestský komunálny odpad sa bude spracovávať spaľovaním v moderných mestských spaľovniach, respektíve mestských teplárňach spaľujúcich komunálny odpad, situovaných v intraviláne miest s využitím energie z odpadu.

Spaľovne komunálneho odpadu budú v blízkej budúcnosti vybavené stále modernizujúcimi sa technológiami spaľovania:

- spaľovanie na rôznych druhoch roštov,
- spaľovanie v rotačných peciach,
- fluidné spaľovanie.

Výhody energetického zhodnocovania odpadov:

- získavanie tzv. „alternatívnej energie“, čím sa šetria primárne energetické zdroje,
- možnosti vylúčenia zmesových domových odpadov zo skládok,
- možnosti odstránenia reziduálneho komunálneho odpadu (odpad po vyseparovaní druhotných surovín a bioodpadov),
- minimalizácia objemu odpadu pri konečnom zneškodnení (z odpadu ostáva 10 – 15 % popola),
- dokonalá hygienizácia odpadov,
- detoxikácia organických polutantov.

Nevýhody energetického zhodnocovania odpadov:

- odpad sa musí podľa použitej technológie upravovať,
- pri energetickom zhodnocovaní zmesových a komunálnych odpadov je nevyhnutné zabezpečiť kontinuálne meranie zloženia odpadov,

- pri zneškodňovaní škodlivých zložiek emisií (PCDD/PCDF) treba nasadiť investične náročné prídavné zariadenia.

3.3.1 Zásady energetického zhodnocovania odpadu

Materiálovým alebo energetickým spracovaním odpadu môžeme znížiť vysoké náklady spojené s jeho zneškodnením. Čím nižšie sú investičné náklady a čím vyšší je stupeň premeny energie, tým je to efektívnejšie. Okrem ekonomických výhod výroby elektriny z komunálneho odpadu majú veľký význam aj ekologické výhody. Predovšetkým dodržiavanie emisných limitov pre škodlivé látky, ktoré zostávajú pod limitnými hodnotami stanovenými pre elektrárne. Odpady sú po spaľovaní inertné a neobsahujú škodlivé látky. Popol sa ochladzuje na vodnom kúpeli a môže sa použiť ako stavebný materiál. Pri ukladaní zvyškov na skládku nám stačí iba 1/10 objemu skládky, ktorá sa buduje so životnosťou 25 rokov. Tieto voľné prírodné oblasti môžeme využiť v infraštruktúre existujúcej elektrárne. Využitie existujúcich zariadení elektrární a ich infraštruktúry vedie k zníženiu environmentálnej záťaže a úsporám prevádzkových nákladov.

3.3.2 Termické spôsoby zneškodňovania komunálneho odpadu

Termické spôsoby zneškodňovania komunálneho odpadu sú po skládkovaní najstaršími metódami zneškodňovania odpadov. Zo začiatku to boli hlavne hygienické dôvody, ktoré viedli k termickému zneškodňovaniu odpadov, neskôr k nim pristúpili dôvody redukcie hmotnosti odpadov a šetrenie objemu skládok.

Termické spôsoby zneškodňovania komunálneho odpadu predstavujú neoddeliteľnú súčasť politiky trvalo udržateľného a integrovaného systému nakladania s odpadmi. Delia sa na:

- spaľovanie,
- pyrolýza,
- splyňovanie,
- plazmové splyňovanie.

3.3.3 Spaľovanie

Spaľovanie sa používa na zneškodňovanie odpadu, hlavne ak odpad obsahuje hlavne organické látky. Táto metóda je najradikálnejším a hygienicky najefektívnejším spôsobom zneškodňovania odpadu. Pri prevádzke spaľovne je nevyhnutnou podmienkou to, aby sa uložený odpad nachádzal v blízkosti zariadenia.

Z hľadiska spaľovacích vlastností delíme odpad na ľahko horľavý odpad - časť priemyselného odpadu, podobne ako komunálny odpad (textilný odpad, obalový materiál, fólie, lepenka) a nehorľavý odpad - napríklad plasty, chemikálie, galvanický kal a ďalšie toxický odpad. V súčasnosti sa vo všetkých odvetviach produkuje čoraz viac horľavých odpadových materiálov, ktoré je možné likvidovať spaľovaním.

Výhrevnosť jednotlivých odpadov je rôzna. Napríklad výhrevnosť odpadu z drevárskeho priemyslu je porovnateľná s výhrevnosťou menej kvalitného hnedého uhlia. Polyolefinový odpad vznikajúci pri spracovaní ropných produktov je z hľadiska spotreby energie vysoko kvalitným palivom. Iný sektor je bohatý na zdroje horľavého odpadu v poľnohospodárstve. Výhrevnosť niektorých druhov odpadu je uvedená v tabuľke 9 a pre porovnanie je výhrevnosť bežných druhov palív uvedená v tabuľke 10.

Tabuľka 9 - Výhrevnosť niektorých druhov odpadov

Druh odpadu	Výhrevnosť (MJ/kg)
Drevený odpad	14,6 až 16,3
Papierový odpad	14,6
PVC odpad	18,8
Kožené odrezky	18,3
Staré pneumatiky	36,2
Polyetylénové odpady	41,8
Slama	14

Tabuľka 10 - Výhrevnosť niektorých druhov klasických palív

Druh paliva	Výhrevnosť (MJ/kg)
Čierne uhlie	24 až 28
Hnedé uhlie	14 až 17
Vykurovací olej	40 až 42
Nafta	42
Zemný plyn	44

Teplo získané spaľovaním tuhého odpadu môže produkovať paru potrebnú pre rôzne technologické procesy alebo na ohrev technickej alebo úžitkovej vody. Výhodou spaľovania je okrem likvidácie odpadu aj úspora konvenčných zdrojov energie, ako je uhlie, ropa alebo zemný plyn. Ďalej môžeme spomenúť ako výhodu menšie požiadavky na skládkové oblasti. Tento spôsob zneškodňovania odpadu má však aj určité nevýhody, extrémne vysoké investície a prevádzkové náklady. Okrem nich musíme spomenúť aj tvorbu spalín, ktoré škodia životnému prostrediu. Podľa druhu odpadu sa pri spaľovaní používajú rôzne pece, napríklad rotačné, paletové a fluidné pece.

Spaľovne odpadu sú zariadenia na premenu odpadu na energiu. V záujme vládneho úsilia o zabezpečenie využitia vyrobenej energie regulujú vlády trh s odpadom s cieľom zabezpečiť, aby sa samotné spaľovanie, ktoré zneškodňuje odpad, využívalo na energiu, premenu na elektrinu a teplo. Spaľovanie odpadu sa tiež stáva zhodnocovaním odpadu prostredníctvom tohto procesu, čím sa dosiahne vyššia úroveň v hierarchii odpadu stanovenej v európskej smernici o odpade. Spaľovne sú veľmi moderné, osvedčené a bezpečné zariadenia, ktorých prevádzka je prísne kontrolovaná. Prevádzka spaľovní podlieha prísnyim predpisom a kontrolám. Emisie zo spaľovní odpadu sú všeobecne veľmi nízke a sú nižšie ako emisie z iných zdrojov energie spaľujúcich uhlie alebo biomasu. Spaľovne spaľujú hlavne zmesový komunálny odpad; v menšej miere sa spaľovne využívajú aj na spaľovanie nebezpečného odpadu. Odpad sa spaľuje sám, takže nie sú potrebné žiadne ďalšie palivá, s výnimkou uvedenia do prevádzky po plánovanom odstavení zariadenia. Spaľovne môžu znížiť objem odpadu asi desaťkrát a ich hmotnosť asi o jednu tretinu. Prevažná väčšina odpadu zo spaľovacieho procesu sa recykluje a znovu používa napríklad v stavebníctve alebo ako zdroj vzácnych látok.

Napriek značnej variabilite prístupov možno sektor spaľovania rozdeliť do týchto hlavných subsektorov:

- ***Spaľovanie zmesového komunálneho odpadu*** - spracovanie typicky zmiešaného a väčšinou neošetreného domového odpadu, ktorý môže niekedy obsahovať určité priemyselné a výrobné odpady (priemyselné a výrobné odpady sa spaľujú aj osobitne v špecializovaných spaľovniach priemyselného a výrobného odpadu, ktoré nie sú klasifikované ako nebezpečný odpad).
- ***Spaľovanie pred upraveného odpadu*** – ide o zariadenia, ktoré nakladajú s oddelene zozbieraným a pred upraveným odpadom tak, aby sa jeho vlastnosti odlišovali od

charakteristík zmesového odpadu. Tento podsektor zahŕňa spaľovne paliva zo špeciálne pripraveného odpadu.

- ***Spaľovanie nebezpečného odpadu*** - do tejto kategórie patrí spaľovanie v priemyselných podnikoch a spaľovanie v komerčných spaľovniach (do ktorých sa zvyčajne dostáva veľmi rôznorodý odpad).
- Spaľovanie čistiarenských kalov - v niektorých lokalitách sa čistiarenské kaly spaľujú v špecializovaných zariadeniach oddelene od iného odpadu, v iných lokalitách sa takýto odpad zmiešava s inými druhmi odpadu (napr. komunálnymi odpadmi) na spaľovanie.
- ***Spaľovanie nemocničného a veterinárneho odpadu*** - špecializované zariadenia na spracovanie nemocničného a veterinárneho odpadu, zvyčajne také, ktoré vznikajú v nemocniciach a iných zdravotníckych zariadeniach, existujú ako centralizované zariadenia alebo zariadenia v priestoroch jednotlivých nemocníc. V niektorých prípadoch určitý nemocničný a veterinárny odpad sa spracováva v iných zariadeniach, napríklad spolu so zmesovým komunálnym alebo nebezpečným odpadom.

3.3.3.1 Environmentálna bezpečnosť a spaľovanie odpadov

V minulosti sa obavy z vplyvu odpadu na životné prostredie a verejné zdravie zameriavali na zlé postupy a normy v celom sektore odpadu. Niektoré spaľovne odpadu produkovali toxické emisie (najmä dioxíny / furány a ťažké kovy) a niektoré skládky neboli správne kontrolované. Často sa navyše vyskytli prípady, keď sa odpad nedostal ani do určených zariadení na nakladanie s odpadmi a bol nekontrolovateľne zneškodňovaný. Aj keď v tejto oblasti došlo k významnému zlepšeniu, v niektorých oblastiach pretrvávajú veľké problémy so životným prostredím. Napriek pretrvávajúcim problémom s nekontrolovanými skládkami a spaľovacími zariadeniami, ktoré nespĺňajú normy, došlo v posledných rokoch k významnému pokroku. Členské štáty EÚ prijali právne predpisy vyžadujúce oveľa prísnejšie environmentálne normy pre skládky a spaľovne odpadu.

Environmentálna bezpečnosť - je stav, v ktorom je udržateľná interakcia ľudskej spoločnosti a ekologického systému. Jednotlivci majú dostatočný prístup k prírodným zdrojom a sú zavedené mechanizmy na zvládanie kríz a konfliktov, ktoré priamo alebo nepriamo súvisia so životným prostredím. V tomto stave sú minimalizované riziká a ohrozenia spojené so životným prostredím a spôsobené prírodnými, antropologickými silami alebo procesmi vyvolanými antropologickými silami. Negatívne, nežiaduce a neočakávané javy sa vyskytujú

vo všetkých odvetviach ľudskej činnosti. Nezameriavajú sa výlučne na jednu skupinu objektov. Sú súčasťou spoločnosti. Ľudia sa od nepamäti inštinktívne pokúšali vyhnúť sa nebezpečenstvu a chrániť sa pred hrozbami. Skúsenosti ich priviedli k tomu, že sa podvedome - niekedy bez toho, aby poznali priebeh negatívneho javu - pokúsili znížiť riziká. Rozvoj civilizácie vytvára čoraz zložitejšie podmienky pre výkon práce. Preto je potrebné bezpečnostné otázky systematicky skúmať v širších súvislostiach. Pre vedu o bezpečnosti práce a zabezpečenie technických systémov je charakteristický multidisciplinárny charakter. Predmetom vedeckého výskumu sú nebezpečenstvá, hrozby a predovšetkým riziká.

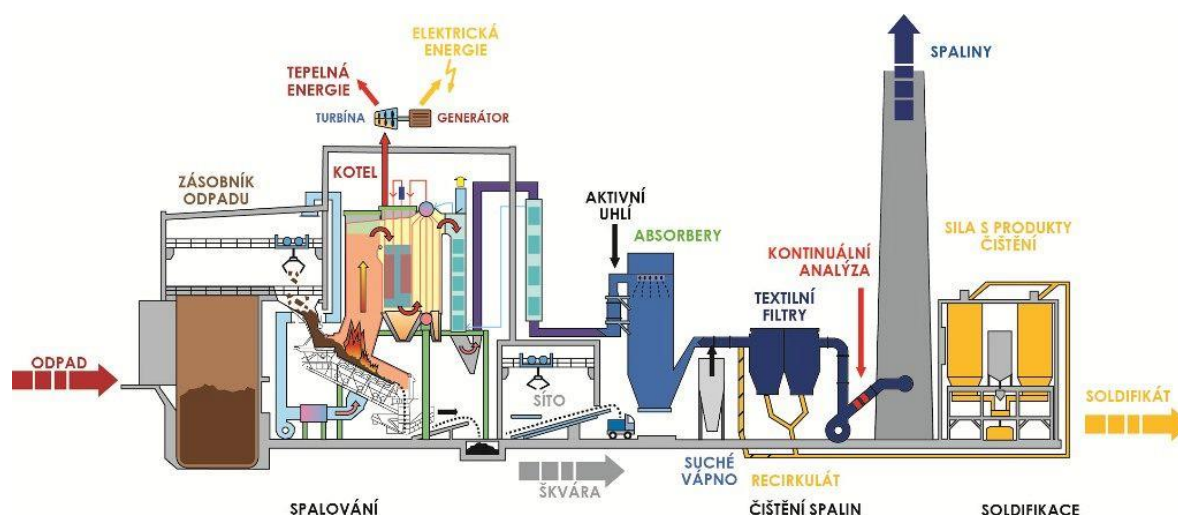
V súčasnosti sú jednou zo základných podmienok vo fáze projektovania a výstavby a fázy prevádzky, opravy, údržby a recyklácie požiadavky na bezpečnosť a vhodnosť pre životné prostredie. Prispievajú k tomu aj právne a technické predpisy v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, bezpečnosti technických zariadení a ochrany životného prostredia. Spaľovne odpadu predstavujú určitý stupeň rizika, najmä pre ľudské zdravie, a to aj napriek neustálemu zvyšovaniu bezpečnosti životného prostredia. Z tohto dôvodu je lepšie, ak sú postavené ďaleko od obytnej zóny miest. Niektoré spaľovne sa s prebiehajúcou výstavbou sídliska stali súčasťou miest. Tu je potrebné modernizovať spaľovne, dobudovať nové systémy čistenia spalín alebo postaviť nové spaľovne s príslušným stavom techniky. Dopady spaľovní odpadu na životné prostredie sa hodnotia z niekoľkých hľadísk. Globálny trend sprísňovania legislatívnych požiadaviek na spaľovne odpadu, najmä sprísňovanie emisných limitov, prispieva k pozitívnemu vývoju environmentálnej bezpečnosti. Environmentálna bezpečnosť niektorých spaľovní sa v priebehu vývoja zvýšila, preto ich nenazývajú ani spaľovňami, ale elektrárnami, teplárnami alebo teplárnami na odpad. Súčasnú spaľovne sú postavené priamo v mestských aglomeráciách. Odpad preto nie je potrebné prepravovať na veľké vzdialenosti; používa sa priamo v mieste pôvodu a vyrobené teplo sa môže použiť na vykurovanie v systémoch diaľkového vykurovania. Žiadny energetický sektor okrem jadrových elektrární nie je kontrolovaný legislatívou a environmentálnymi organizáciami, ako sú spaľovne. Tento prístup vedie k vývoju špičkovej technológie s emisiami na úrovni plynových kotlov. Spaľovne sa tu v skutočnosti nemusia hanbiť v porovnaní s inými zdrojmi energie. Bezpečnosť rastlín je dôležitým aspektom plánovania, výstavby a prevádzky spaľovne odpadu. Zaisťovanie vysokej úrovne bezpečnosti zariadení a ich prevádzky si vyžaduje vhodné bezpečnostné a ochranné systémy. Pokiaľ je to možné, slúžia na zabránenie výskytu porúch alebo nehôd, ktoré by mohli nepriaznivo ovplyvniť životné prostredie v blízkosti zariadení, alebo na obmedzenie týchto účinkov v prípade porúch a nehôd. Príslušné bezpečnostné prvky v spaľovni odpadu pokrývajú

potenciálne zdroje nebezpečenstva, najmä v oblastiach, kde sú určité látky prítomné alebo sa tvoria tak, aby ich množstvo bolo bezpečné. Odpad je možné použiť bežným spaľovaním v roštových peciach, spaľovaním vo fluidnom lôžku alebo procesmi pyrolýzy na výrobu syntéznych plynov, ktoré nahradia neobnoviteľný zdroj - zemný plyn. Spaľovanie odpadu v moderných spaľovniach vybavených čistením spalín je bezpečný proces z hľadiska ochrany životného prostredia, rozšírený vo všetkých krajinách s vysokou úrovňou starostlivosti o životné prostredie.

3.3.3.2 Technologický proces spaľovacích zariadení na zneškodňovanie odpadov

Technologický proces

Na obrázku 3 je uvedená schéma spaľovne komunálneho odpadu.



Obrázok 3 - Technologická schéma spaľovne (Zdroj: <https://www.sako.cz/pro-brnaky/cz/801/energeticke-vyuziti-odpadu/>)

Príjem odpadu - vážiace zariadenie

Vstupným objektom pre vozidlá všetkých dodávateľov alebo zákazníkov odpadu a surovín je váhová miestnosť. Váženie prebieha automaticky a údaje spracováva špeciálny softvérový program. Po vstupe do spaľovne prechádzajú vozidlá dovážajúce odpad detekčným systémom, ktorý dokáže detekovať zdroje ionizujúceho žiarenia. Záznamy o vstupoch a výstupoch do zariadenia na výrobu energie z odpadu sa vedú vo váhovni. Prijatý odpad je

rozdelený na cestu triedenia odpadu na energetické zhodnotenie a samostatný spôsob zberu odpadu na triedenie.

Zásobník odpadu

Po zvážení vozidla horľavým odpadom smerujú k zásobníku. Prevádzkovateľ skontroluje deklarovaný odpad a nechá ho vyhodiť do zásobníka, vid'. Obrázok 4. Obsluha žeriavu drapákom odoberá dovezený odpad od vstupných sklzov zásobníka odpadov aj od sklzu drviaceho zariadenia a premiestňuje ho ďalej do zásobníka, vykonáva homogenizáciu odpadov v zásobníku a plní násypky jednotlivých kotlov odpadom.

Kotle s príslušenstvom

Kotolňa je vybavená kotlami. Odpad zavedený do kotla sa horí sám a nepotrebuje ďalšie palivo. Odpad prechádza na rošte fázou zahrievania, vysušania, splyňovania, horenia a dohorenia. Teplota v spaľovacej komore kotla sa pohybuje nad hranicou 1000 °C. Produkt po spálení odpadu - troska padá do mokrého vynášača. Následne je škvara uhasená a schladená, a cez vibračný triedič je pásovým dopravníkom dopravovaná do zásobníka škvary.



Obrázok 4 – Zásobník odpadu (Zdroj: http://www.1sg.sk/www/data/01/projekty/2017_2018/legends/odpad/spracovanie.html)

Turbína

Prehriatá para prechádza kondenzačnou turbínou na vzorkovanie pary, ktorá má vysokotlakovú a nízkotlakovú časť so zberom pary vo vysokotlakovej časti. V turbíne dochádza

k expanzii vysokotlakovej prehriatej pary, počas ktorej sa tepelná a tlaková energia premieňa na mechanickú. Mechanické práce prebiehajú poháňaním rotora čepele. Rotor je spojený s prevodovkou a generátorom elektrickej energie, čím sa mechanická práca premieňa na elektrickú energiu.

Chemická úprava vody

Chemická úpravňa vody má za úlohu zabezpečiť dostatočný prísun napájacej vody so stanovenými parametrami pre celý systém varu kotla. Napájaciu vodu tvoria hlavne vratný kondenzát zo siete CZT, čistý kondenzát zo vzduchom chladeného kondenzátora a voda z chemickej úpravne vody, kde sa na čistenie používa hlavne pitná voda. Vzhľadom k pomerne vysokému obsahu solí v surovej vode by bez jej úpravy došlo k zaneseniu varného systému kotla minerálnymi usadeninami ako aj poškodeniu turbíny a kyslík rozpustený vo vode by sa podieľal významnou mierou na korózií varného systému kotla.

Čistenie spalín

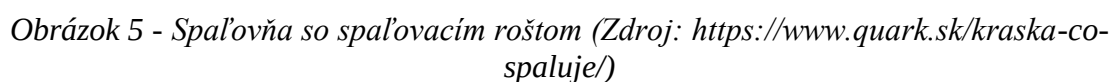
Dôležitou súčasťou technologického procesu spaľovania odpadu je päťstupňový systém čistenia spalín. Prvý stupeň čistenia spalín je inštalovaný priamo v spaľovacej komore kotla. Chemické reakcie zabezpečujú výrazné zníženie počtu oxidov dusíka v spalínach. Druhým stupňom čistenia spalín je adsorpcia ťažkých kovov a perzistentných organických znečisťujúcich látok. Tretia etapa čistenia spalín spočíva v vstrekaní jemne rozprášenej vodnej suspenzie vápna do prúdu spalín. Spaliny z kotlov sa privádzajú cez dymovod do absorpčných nádob, kde sa spaliny čistia. Štvrtý stupeň čistenia spalín je inštalovaný v dymovode medzi absorbérmi a textilnými filtrami, ktorý je založený na metóde suchého vápna, ktorá spočíva v pridávaní suchého haseného vápna do prúdu spalín. Tento čistiaci systém sa spustí automaticky v prípade zvýšenej koncentrácie kyslých zložiek spalín. Piatym stupňom čistenia spalín sú textilné filtre, ktoré oddeľujú všetky mechanické nečistoty a pevné reakčné produkty od spalín. Konečný produkt na čistenie spalín pozostáva z vápenatých solí, popolčeka, aktívneho uhlia a nadbytku činidiel. Riadiaci systém automaticky riadi celý proces čistenia spalín. Zvyškový obsah sledovaných škodlivín na výstupe zo systému čistenia spalín je nižší ako prípustné emisné limity. Účinnosť čistenia spalín je u znečisťujúcich látok 99%. Pred vstupom do komína sú spaliny neustále monitorované a vyhodnocované.

Škvarové hospodárstvo

Škvarové hospodárstvo je koncovým technologickým zariadením, ktoré ďalej upravuje škvaru – odpadový inertný produkt spaľovacieho procesu. Technológia slúži k manipulácii a

3.3.3.3 Základné druhy spaľovacích zariadení na zneškodňovanie odpadov

Spaľovňa so spaľovacím roštom pracuje nepretržite. Privázaný komunálny odpad je najskôr stlačený hydraulickým lisom a potom pokračuje do spaľovne, kde ho zapália plynové horáky. Odpad vzhľadom na svoje zloženie naďalej horí pri teplote najmenej 850 °C a postupuje cez rošt až do úplného vyhorenia. Po spálení sa vytvorí troska, ktorá predstavuje asi 220 kg na 1 tonu spáleného odpadu, čo je veľká výhoda, iba 10% spáleného objemu. Výsledná troska sa vyčistí od feromagnetických materiálov a zmieša sa s cementom a vytvorí sa troskový betón. Troskový betón sa dopravuje na skládku, kde sa z nej vytvorí ochranná stena, ktorá po vytvrdnutí skládku utesní smerom von a zabráni prenikaniu znečisťujúcich látok do pôdy.



Technologický postup spaľovania odpadov v roštovej peci

Vozidlo dodávajúce odpad prechádza cez mostovú váhu, kde sa eviduje množstvo a druh odpadu. Po opustení váhy vozidlo prichádza na násypnú plošinu. Nakladač presunie odpad do koša na odpadky, kde ho operátor žeriavu homogenizuje. Na rovnomerné dávkovanie odpadu do kotla slúži plniace zariadenie umiestnené pod zásobníkom. Podávací stôl sa pohybuje na kladkách, po koľajniciach. Odpady sú vytláčané na 1. valec pri pohybe vpred. Odpad sa pri pohybe dopredu vytláča na 1. valec. Prívod odpadu v plnej šachte slúži ako tesnenie proti okolitému prostrediu. Valcové rošty používané na kontinuálne dávkovanie odpadu sú umiestnené v krokoch po 30°. Prvé dva valce majú sušiacu, zapalovaciu a spaľovaciu zónu. Ďalšie dva valce majú zónu intenzívneho spaľovania; piaty valec slúži ako prídavné spaľovanie a šiesty ako chladiaca zóna. Každý valec je vybavený plynulo nastaviteľným pohonom, takže rýchlosť je prispôsobená priebehu spaľovania. Priebeh spaľovania ovplyvňujú fyzikálne a chemické vlastnosti odpadu (obsah vody a horľavín). Odpad z paliva je schopný samostatného spaľovania, iba ak obsahuje dostatočný podiel horľavín. Pri vysokom podiele vody a popola nie je odpad schopný samostatného horenia. Preto je potrebné dodať pomocné stabilizačné palivo. V takom prípade sa používa zemný plyn. Používa sa na začiatku na zapálenie odpadu, ako na udržanie ohňa v krbe. Sušenie a zahrievanie na teplotu vznietenia prebiehajú v palivovej vrstve. Najskôr sa zapália malé častice, vytvoria sa horľavé hniezda a nakoniec sa začne spaľovať pevné časti odpadu. Sušenie, splyňovanie a spaľovanie sa urýchľuje neustálym nalievaním a miešaním na valcoch z dôvodu potreby udržiavať spaľovanie v oxidačnej atmosfére; 2,5-násobok vzduchu sa dodáva do spaľovacej komory.

Teplo potrebné na zapálenie odpadu sa dodáva:

- z horákov,
- žiarenie z klenby a bočných stien,
- žiarenie z krbu.

Dobré horenie je podmienené dostatočnou teplotou horenia, ktorá by sa mala pohybovať v rozmedzí 500 - 1150 ° C.

Tabuľka 11 - Fázy spaľovania v roštovej peci

1. fáza sušenie	Vlhkosť sa mení na paru, prívod tepla sa realizuje sálaním.
2. fáza splyňovanie	Prchavé látky sú viažuce na uhlík sú spaľované.

3. fáza zapálenie	Privádza sa 50 % celkového vzduchu, lôžko odpadu má byť rovnomerné.
4. fáza prehorievania	Odpad horí plameňom.
5. fáza horenie	Vzniká maximum tepla a spalín.
6. fáza dohorievania	Teplota stále stúpa, odpad sa redukuje až na 5 %.

Riadenie procesu prívodu vzduchu sa vykonáva pomocou snímačov umiestnených v spaľovacej komore. Tieto následne dávajú impulz škrtiacim orgánom prívodu vzduchu do jednotlivých zón. Tento proces zaručuje optimálny stupeň horenia a súčasne zabraňuje nadmernému ochladzovaniu stien komory prívodom nadmerného množstva vzduchu, ktorý sa nezúčastňuje na horení.

Roštové pece

Roštové pece sa delia na:

- pece s pevnými roštmi,
- pece s pohyblivými roštmi:
 - pásové rošty;
 - posuvné rošty;
 - otočné rošty;
 - valcové rošty.

Etážové pece

Na každom poschodí sú otočné ramená so zhŕňačom, ktoré zaisťujú kruhový pohyb odpadu. Hrable sú inštalované tak, aby odpad zhromaždený na jednom poschodí po obvodu a na ďalšom poschodí do stredu padal do spodného poschodia otvorom v segmente. Spaľovací vzduch sa pohybuje rovnomerne s povrchom odpadu. Výška podlahy je zvyčajne 60 - 80 cm, takže sa odpad pred dávkovaním do zariadenia drví na menší objem.

Fluidná pec

Vyznačuje sa veľmi vysokou výhrevnou schopnosťou zabezpečenou fluidizáciou nosného média (piesku) zo dna pece fúkaním vzduchu. Týmto spôsobom dôjde k lepšiemu prenosu tepla. Pec má valcový tvar a odpad musí byť pred dávkovaním rozdrvený a homogenizovaný.

Muflové a šachtové pece

Muflovou pecou sa rozumie spaľovanie bez roštu. Uvedená pec je vhodná pre spaľovanie niektorých priemyselných odpadov, ktoré menia počas spaľovania svoje skupenstvo.

Šachtové pece sú používané v mnohých priemyselných a najmä hutníckych prevádzkach. Vsádzka klesá šachtou dole proti stúpajúcim spalinám a vzduchu (protiprúdový princíp).

Spaľovne s rotačnou pecou

Rotačné pece pracujú pri teplote približne 1 200 °C. Odpad vstupuje na jednej strane do rotačnej pece a popol, ktorý sa dopravuje do zbernej nádoby, na druhej strane vystupuje postupným premiešavaním a úplným spaľovaním. Výhodou rotačnej pece je okrem nepretržitej prevádzky aj to, že dokáže súčasne spaľovať tuhý aj tekutý odpad a živočíšne vedľajšie produkty.

Rotačný ohnisko pracuje nepretržite v kombinácii s podávacím a nakladacím zariadením. Systém ohniska je jednoduchou, robustnou konštrukciou, skladá sa z vymurovaného oceľového plášťa, hnacej a ložiskovej konštrukcie a tiež z krúžkov, vodiacich a prítlačných kladiek a z ozubeného venca. Odpad a spaľovací vzduch sa privádzajú prednou stenou do rotačného krbu. Vďaka nahromadenému teplu žiaruvzdorného obloženia je ohnisko veľmi intenzívne vyžarované do odpadu. Na základe prirodzeného priebehu spaľovania je rotačné zameranie rozdelené na sušiacu zónu, odplynenie, vlastnú spaľovaciu zónu a zónu dodatočného spaľovania. Ihneď po vysušení dôjde k nízкотеплотnej karbonizácii a materiál sa zapáli. Teplota je v predných zónach mierne nižšia ako v iných častiach zariadenia na spracovanie odpadového tepla.

Rotačné pece v cementárňach môžu spaľovať odpad po jeho úprave a znalostiach jeho chemického zloženia. Prax ukazuje, že prírodné palivá môžu byť nahradené odpadom až do 65%. Pri ustálenej prevádzke je možné spaľovať takzvané sekundárne palivá, t.j. odpady, ak majú energetický potenciál schopný v hlavnom horáku dosiahnuť teploty od 1 800 do 2 000 °C. Alternatívne palivá môžu tiež obsahovať látky, ktoré sa môžu použiť pri výrobe slinku, ale niektoré sú neprijateľné (odpady s vysokým obsahom chlóru a ortuti).

Pre úspešné zneškodňovanie odpadov v cementárskych peciach je potrebné dodržať nasledovné podmienky:

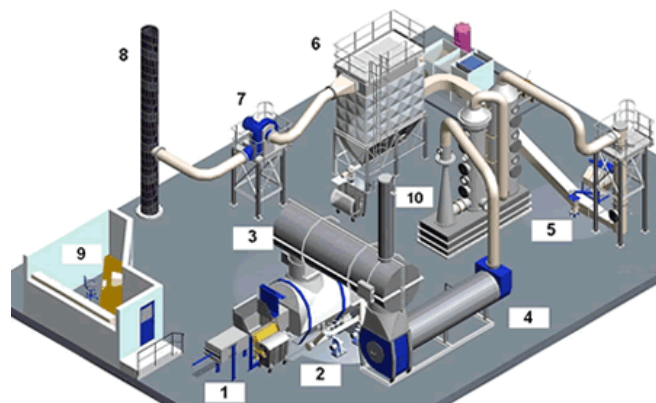
- poznať zloženie odpadu,
- odpad dávkovať do najvýhodnejšieho miesta technologického procesu,
- dodržať stabilné podmienky výrobných technológií.

Pri spracovaní odpadov v cementárenských rotačných peciach nedochádza k tvorbe druhotných odpadov → bezodpadové.

Odpad spracovaný v cementárskych peciach môže nahradiť suroviny a palivá súčasne. Dávkovanie odpadu je možné vykonať 3 spôsobmi. Pridávaním do surovín sa likviduje takmer výlučne odpad, ktorý súčasne nahrádza suroviny. V chladnejšej časti pece, kde je teplota hmoty asi 950 °C a v plynnej fáze dosahuje asi 1150 °C, je možné tieto odpady pridávať cez dvojité uzávery, ktorý na odstránenie vyžaduje okamžite vyššiu teplotu alebo je zdroje tepla užitočné pre daný okamih. Odpad sa tu dávkuje zabalený do vriec. Tretím spôsobom dávkovania odpadu do pece sú existujúce horáky alebo horáky špeciálne upravené na tento účel. V tomto prípade teplota spaľovania dosahuje 1 800 - 2 000 °C a čas zotrvania znečisťujúcich látok v plynnej fáze nad 1 200 °C je 5 - 7 sekúnd. Je v tuhej fáze asi 2 hodiny. Silné alkalické prostredie pece a výmenníka tepla je zárukou dokonalého vyčistenia škodlivých kyslých plynov, najmä chlóru a oxidov síry.

Komorová pyrolýzna spaľovňa

Odpad sa pomocou hydraulického zariadenia (1) vyprázdňuje zo zbernej nádoby (300 - 1 000 l) do násypky spaľovacieho zariadenia, odkiaľ sa pomocou hydraulického piestu tlačí do primárnej spaľovacej komory (2). Pomocou štartovacích horákov (plynových alebo naftových) sa odpad zapáli a horí pri teplote max — 750 °C.



Obrázok 6 - Komorová pyrolýzna spaľovňa (Zdroj: <http://www.schiestl.cz/katalog/Komorova-pyrolyzni-spalovna-Model-GG>)

Horľavé plyny pokračujú do predhriateho termoreaktora (3), kde horia pri teplote 1 200 °C a oneskorení približne 2 sekúnd, čím zabezpečujú dokonalé spaľovanie všetkých toxických látok. Horúce spaliny pokračujú cez výmenník tepla (4) k čistiacemu zariadeniu spalín, kde sa zvyšné nečistoty v spalínach chemicky oddeľujú. Vyčistené spaliny pokračujú do komína. Po pyrolýznom cykle (približne 8 - 12 hodín) a ochladení primárnej komory sa popol naleje do zbernej nádoby.

3.3.4 Pyrolýza

Pyrolýza je tepelné spracovanie odpadových materiálov v pyrolýznej peci (pri teplote 250 až 1650 °C) bez vzduchu alebo s obmedzeným prístupom k vzduchu a za zníženého atmosférického tlaku. Výsledkom rozkladu pyrolýzy sú kvapaliny (pyrolýzny olej) a plynné látky (plyn pyrolýzy). Tieto látky sa dajú použiť ako druhotná surovina, alebo sa veľmi efektívne (bez významných emisií) spaľujú v kotloch na výrobu tepla. Väčšina ťažkých kovov prechádza do pevných zvyškov pyrolýzy a nie je zahrnutá do emisií. Pyrolýza je perspektívna technológia, najmä na zneškodňovanie nebezpečného odpadu.

Pyrolýza sa uskutočňuje v pyrolýznych komorách alebo peciach s fluidným lôžkom a rotačných peciach. Pyrolýzne pece je možné ohrievať zvonku cez plášť pece alebo zvnútra horúcim inertným plynom, napríklad dusíkom (z komerčných dôvodov to v prevádzkovom meradle nie je možné) alebo prehriatou parou. Častejšie sa dymové plyny z kotla alebo zo splynovača privádzajú do pyrolýzera, aby sa urýchlila pyrolýza. Tieto spaliny vždy obsahujú určitý obsah kyslíka, takže v tomto prípade už nemôžeme hovoriť o prísnej pyrolýze, ale iba o pseudopyrolýze. Podobne sa o pseudopyrolýze hovorí, keď sa odpad čiastočne spaľuje priamo v pyrolýznom zariadení zavedením podstechiometrického množstva kyslíka.

Pyrolýzne jednotky boli v skutočnosti dvojstupňovými spaľovňami odpadu; prvým stupňom bola pyrolýza a druhým oxidačným stupňom. V porovnaní s počtom spaľovní odpadu je doteraz implementovaných veľmi málo pyrolýznych procesov pre komunálny odpad.

Tuhý zvyšok z pyrolýzneho bubna predstavuje asi jednu tretinu pôvodnej hmotnosti suchého odpadu. Pevný zvyšok po pyrolýze po karbonizácii odpadu (ktorý trvá asi 1 hodinu) spadne do chladiaceho žľabu nepriamo chladeného vodou. Potom sa transportuje vedierkovým výťahom na sito s veľkosťou ôk 5 mm. Nadsitový podiel je magneticky roztriedený na kovový zvyšok, s frakciami železných a neželezných kovov, a minerálne podiely (kamene, sklo). Podsietková frakcia obsahujúca uhlík sa ďalej melie na prach a transportuje do spaľovacej

komory. Zo spodnej strany spaľovacej komory, kde je teplota 1 300 °C, prúdi tekutá troska do vodného granulačného kúpeľa. Vylúhovateľnosť takejto trosky je veľmi nízka, a preto má charakter inertného zvyšku.

Pyrolýza jednoduchších odpadov má väčšie šance na uskutočnenie pyrolýzy, ako je pyrolýza komplikovaných zmesí typu komunálneho odpadu. Pyrolýza má veľkú perspektívu, najmä ako recyklácia materiálov z priemyselného plastového odpadu, pri získavaní originálnych monomérov použiteľných na ďalšie petrochemické spracovanie. Na Slovensku je už vybudovaných niekoľko menších závodov na kontinuálnu katalyzovanú pyrolýzu polyetylénového a polypropylénového odpadu a opotrebovaných pneumatík. Cieľom je maximálne využiť energetický potenciál týchto odpadov s vyššou pridanou hodnotou z vyrobeného paliva (nafta). Zatiaľ sú problémy s pyrolýznym olejom, ktorý pravdepodobne nedosahuje parametre nafty.

3.3.5 Splyňovanie

Splyňovanie je premena tuhej látky splyňovacími reakciami na syntetický plyn, ktorý sa používa na energiu buď priamo spaľovaním, alebo po čistení a preprave plynovodom v mieste určenia. Splyňovanie odpadu prebieha v redukčnom prostredí, podobne ako pyrolýza, ale pri vyšších teplotách a pôsobením splyňovačov, napríklad zmesi kyslíka a pár. Jedným zo základných rozdielov medzi pyrolýzou a splyňovaním je, že fixovaný uhlík tiež vstupuje počas karbonizácie do plynnej fázy. Možnosti energetického zhodnocovania odpadov splyňovaním sú sľubné, avšak plynofikácia zmesového odpadu je vzhľadom na jeho heterogénne zloženie problematická.

Spaľovanie - tepelná oxidácia s celým komplexom procesov a reakcií vrátane pyrolýzy, splyňovania, heterogénnych a homogénnych reakcií a nakoniec oxidácia plynou termodegradáciou a inými reakčnými medziproduktmi odpadu.

Prvý indikatívny pohľad na rozdiely medzi pyrolýzou, splyňovaním a spaľovaním poskytuje tabuľka 12, ktorá uvádza zoznam typických podmienok, za ktorých sa jednotlivé procesy vyskytujú najčastejšie.

Z definície tepelných metód energetického zhodnocovania odpadov priamo vyplýva, že netepelné metódy budú také, pri ktorých teplota procesu nespôsobí rozklad zložiek odpadu. Používajú sa dve netermálne, zásadne odlišné biologické metódy - aeróbna metóda a anaeróbna metóda. Tieto metódy využívajú aktivitu mikroorganizmov čiastočne na transformáciu zložiek

odpadu na novú formu látky a čiastočne na uvoľnenie energie. Komunálny odpad sa prakticky nezhodnocuje biologickými metódami, resp. biologické transformačné produkty sú problematické z hľadiska materiálového využitia transformačných produktov. Cieľom je využiť mechanicko-biologické spracovanie komunálneho odpadu a okrem iného získať frakciu na výrobu takzvaného alternatívneho paliva. Kal z čistiarní odpadových vôd je energeticky získavaný anaeróbnym spôsobom. Inak sa na zhodnotenie biologického odpadu používajú aeróbne a anaeróbne metódy, ktoré v skutočnosti nie sú ani odpadom, ale vedľajším produktom poľnohospodárskej výroby, napríklad slamou, hnojom atď. Pri energetickom zhodnocovaní odpadu sú rozhodujúce tepelné metódy. Pretože tepelné spaľovanie odpadov je v súčasnosti jednoznačne najvyšším využitím tepelných metód zhodnocovania odpadu, venujeme maximálnu pozornosť.

Tabuľka 12 - Typické reakčné podmienky a produkty procesov pyrolýzy, splyňovania a spaľovania

	Pyrolýza	Splyňovanie	Spaľovanie
Reakčná teplota (°C)	250 – 700	500 – 1600	800 – 1450
Tlak (mpa)	0,11	0,1 – 4,5	0,1
Atmosféra	Inertný dusík	Splyňovacie činidlo: O ₂ , voda a i.	Vzduch, O ₂
Stechiometrický pomer	1	< 1	> 1
Plynná fáza	H ₂ , CO, uhľovodíky, H ₂ O, N ₂	H ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄ , H ₂ O, N ₂	CO ₂ , H ₂ O, O ₂ , N ₂
Tuhá fáza	Popol, koks	Troska, popol	Popol, škvara, troska
Kvapalná fáza	Pyrolýzny olej a voda		

3.3.6 Splyňovanie odpadov v plazmovej peci

Základom splyňovania plazmového odpadu je plazmový oblúk, v ktorom sa plazmový plyn (argón, dusík, vzduch atď.) prechádzajúci horákom vo vysokointenzívnom elektrickom poli transformuje na plazmu s teplotou niekoľko tisíc stupňov Celzia. Pri týchto teplotách sa nezávisle od parciálneho tlaku kyslíka organický a časť anorganického odpadu rozkladajú na jednoduché plynné a kvapalné zlúčeniny podľa všeobecnej chemickej reakcie: plynný produkt je vysoko horľavý plyn obsahujúci hlavne vodík a oxid uhoľnatý s nízkym obsahom síry oxid a vodná para. Vysoko horľavý plyn bez dioxínov, furánov a NO_x, ktorý má podobné zloženie

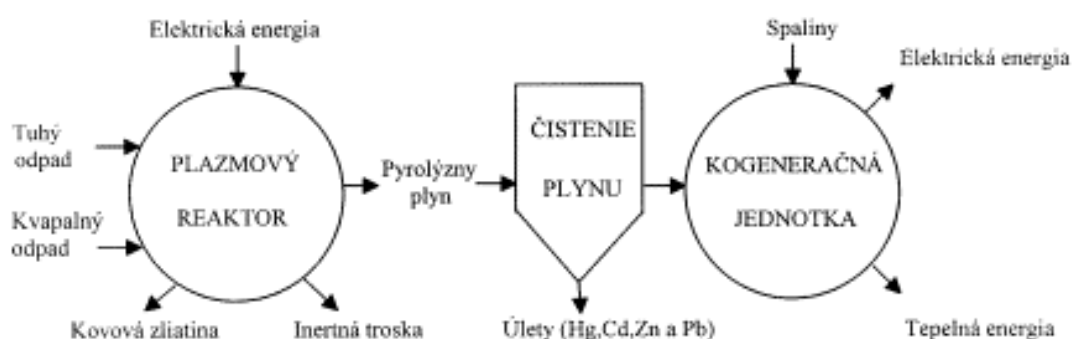
ako reformovaný plyn, ktorý sa predtým vyrábala v plynárňach, má 1/4 až 1/3 výhrevnosti zemného plynu a môže sa použiť ako palivo v kogeneračných jednotkách na výrobu elektriny a tepla alebo pri výrobe tepla v bežných kotolniciach. V relatívne malom objeme výfukových plynov môžu byť prítomné nízkovriace kovové výpary, ako napríklad Hg, Cd, Zn a Pb, ktoré je možné účinne zachytávať s vysokou účinnosťou vo filtračnom zariadení. Nesplynované inertné zložky odpadu sa topia a tvoria dve nemiešateľné kvapalné fázy na dne plazmového reaktora - troska a kov. Chemické zloženie trosky a kovu, ktorých objem nepresahuje 2% hmotnosti pôvodného objemu odpadu, závisí od zloženia komunálneho odpadu. Zachytené výpary a redukovaný kov sa môžu použiť ako druhotná surovina pri výrobe kovov a v stavebníctve sa môže použiť inertná ekologická troska s nízkym obsahom ťažkých kovov.

3.3.6.1 Výhody a nevýhody zneškodňovania odpadu v plazmovom reaktore

Tuhý a kvapalný odpad je možné priamo splyňovať bez zložitejších úprav v plazmovom reaktore. UV žiarenie a chemicky aktívna tepelná plazma umožňujú vysoko efektívny rozklad toxických zlúčenín, ako sú PCB, PCDD, PCDF a ďalšie zlúčeniny, na vysoké molekuly v jednotlivých molekulách. Plynný produkt pyrolýzy je vysoko horľavý plyn s relatívne malým objemom, ale s vysokým obsahom vodíka a oxidu uhoľnatého, ktorý je možné použiť v kogeneračných jednotkách na výrobu elektrickej a tepelnej energie po jednoduchom čistení. Spaliny vypúšťané z kogeneračnej jednotky do ovzdušia neobsahujú žiadne znečisťujúce látky a spĺňajú požadované emisné limity. Tuhé a kvapalné produkty pyrolýzy, ktorých objem nepresahuje 2% hmotnosti pôvodného objemu, sú výpary obsahujúce prchavé kovy a ich zlúčeniny, kovovú zliatinu a inertnú ekologicky nezávadnú trosku, ktoré sa dajú použiť v stavebníctve. Popolček a zliatinu kovov je možné spracovávať v metalurgických závodoch ako druhotné suroviny. Ľahšia výstavba a prevádzka závodu ako spaľovne sú spojené s nižšími investičnými a prevádzkovými nákladmi. Likvidácia odpadu v plazmovom reaktore je prakticky bezodpadová technológia s minimálnym dopadom na životné prostredie. Nevýhodou tejto technológie je vysoká energetická náročnosť, ktorú je možné čiastočne eliminovať využitím energie spalín v kogeneračných jednotkách.

Technologická schéma splyňovania komunálneho odpadu plazmovou technológiou je znázornená na obrázku 7. Zariadenie pozostáva z plazmového reaktora, v ktorom sú pyrolyzované organické a niektoré anorganické zlúčeniny. Inertné zložky odpadu sa taví a časti kovov prítomných v odpade tvoria pyrolýzny plyn, kovovú zliatinu a inertnú ekologickú trosku. Druhá časť kovového šrotu, ktorá pozostáva z kovov s nízkou teplotou topenia, ako sú

Hg, Cd, Zn a Pb, sa odparí a zhromažďí v práčke pyrolýzneho plynu ako popolček. Vyčistený plyn z pyrolýzy s vysokým obsahom oxidu uhoľnatého a vodíka sa používa v kogeneračnej jednotke na výrobu elektriny a tepla. Zvýši sa množstvo nebezpečného a komunálneho odpadu a jeho ekologická likvidácia bude naliehavejšia. Skládkovanie takéhoto odpadu je obmedzené a jeho zneškodnenie spaľovaním alebo splyňovaním v plazme sa zvýši. Kvôli fyzikálno-chemickej povahe spaľovania sú emisné limity a environmentálne neutrálne tuhé zvyšky - troska a popolček - ťažko splniteľné a nákladné, preto sa pri likvidácii nebezpečného odpadu bude čoraz viac využívať splyňovanie ako jedna z možných alternatív.



Obrázok 7 - Technologická schéma splynovania komunálneho odpadu plazmovou technológiou (Zdroj: <https://www.tzb-info.cz/600-splynovanie-odpadov-v-plazmovej-peci>)

3.3.6.2 Kogenerácia

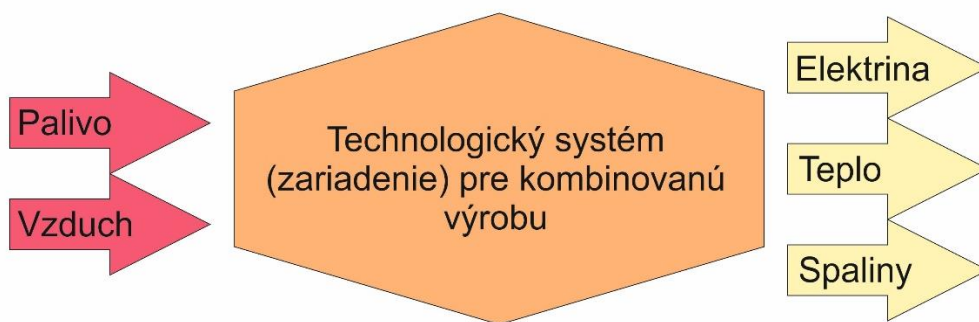
Kogenerácia je kombinovaná výroba tepelnej energie (tepla) a elektriny. Kogeneračné jednotky sú zariadenia na kombinovanú výrobu tepelnej energie (tepla) a elektriny poháňané väčšinou piestovými spaľovacími motormi alebo spaľovacími turbínami. Zariadenie môže spaľovať aj bioplyn získaný z anaeróbných digestorov počas splyňovania zoonóz (exkrementy poľnohospodárskych zvierat alebo ČOV). Z hľadiska znižovania emisií skleníkových plynov a zmeny podnebia majú všetky biotechnológie prvoradý význam. K zníženiu emisií prispieva použitie bioplynu, ktorý pozostáva hlavne z metánu, zo skládok odpadu alebo hnoja. V atmosfére má metán až 20-násobný vplyv na CO₂.

Kogenerácia je princíp, ktorý sa dá využiť v širokej škále aplikácií. Hlavnými odvetviami s najvyšším potenciálom kogenerácie sú energeticky náročné odvetvia s trvalou potrebou elektriny a tepla (napr. Potravinársky, papierenský, chemický priemysel); sektor

služieb (napr. nemocnice, školy, hotely); lokálne kúrenie; malé a stredné obytné / obchodné budovy; domácnosti (so zastaranými a neúčinnými kotlami); elektrárne využívajúce ako palivo biomasu.

3.3.6.3 Teplo pomocou kogenerácie

Kogenerácia je technologický proces súčasnej výroby kombinovanej výroby elektriny a tepla. Toto je najvyššia úroveň účinnosti pri premene palív na iné formy energie. Rastliny, v ktorých proces prebieha, sa nazývajú kogeneračné jednotky. Energia paliva uvoľnená spaľovaním zmesi paliva a vzduchu v technologickom zariadení (generátore) sa transformuje na elektrickú energiu. Ako vedľajší produkt vzniká teplo, ktoré sa používa na vykurovanie a prípravu teplej úžitkovej vody. Kogeneračné jednotky sa v minulosti viac-menej využívali iba vo veľkých paroplynových elektrárnach. Vývoj v uplynulom období však umožnil výrobu a inštaláciu malých jednotiek s výkonom 5 kW, čo zodpovedá potrebám rodinného domu. Motory v kogeneračných jednotkách pracujú najčastejšie na báze zemného plynu, ale môžu spaľovať aj iné kvapalné, plyné alebo tuhé palivá, tradičné a obnoviteľné zdroje. S technologickým pokrokom sa navyše možnosti kombinovanej výroby rozšírili z elektriny a tepla na súčasnú výrobu chladu, ktorý je možné využiť na technologické účely alebo na klimatizáciu.



Obrázok 8 - Jednoduchá schéma princípu kogenerácie

Kogenerácia je moderná technológia na výrobu tepla a elektriny. Je založená na princípe kombinovanej výroby elektriny a tepla. V jednom zariadení - kogeneračnej jednotke sa vyrába elektrina a teplo súčasne. Palivom je zvyčajne zemný plyn. Okrem zemného plynu môžu kogeneračné jednotky spaľovať aj ďalšie palivá. Je tiež možná kombinácia dvoch plynov

(napríklad zemný plyn a bioplyn); propán, bután; bioplyn; skládkový plyn; drevný plyn; ťažobný plyn.

Druhy technologických systémov

Pre proces kombinovanej výroby elektrickej energie a tepla je možné využiť viaceré druhy technologických systémov. V súčasnosti medzi najčastejšie využívané druhy patria:

- systémy s parnou turbínou,
- systémy so spaľovacím motorom,
- systémy so spaľovacou turbínou,
- systémy kombinované, tzv. paroplynové cykly.

3.4 ZHODNOCOVANIE BIOLOGICKÝCH ODPADOV

Biomasa je látka organického pôvodu zo živých organizmov, baktérií, siníc, húb a zvierat. V prípade odpadu sa však biomasa nazýva biologicky odbúrateľná zložka odpadu. Biologicky rozložiteľný komunálny odpad (BRKO) je biologicky rozložiteľný odpad, ktorý pochádza z komunálnej sféry. Môže sa rozkladať anaeróbnym alebo aeróbnym spôsobom (napríklad potravinový odpad, odpadový papier, lepenka, odpad zo záhrad, parkov atď.).

V súvislosti s energetickým využitím rozdeľujeme biomasu na tieto základné skupiny:

- dendromasa (drevná biomasa),
- fytomasa (poľnohospodárska biomasa),
- zoomasa (živočíšna biomasa).

Dendromasa je látka, ktorá obsahuje časti drevín pochádzajúcich z poľnohospodárstva drevospracujúceho priemyslu alebo z komunálnej sféry, ktoré sa dajú použiť na výrobu energie. Fytomasa, ktorá je výsledkom poľnohospodárskej výroby (obilniny, slama, kukurica, olejniny a pod.), sa dá použiť aj na energetické účely, rovnako ako zväčšenie, ktoré je výsledkom poľnohospodárskej výroby vo forme exkrementov hospodárskych zvierat alebo organický kalov z čistiarní odpadových vôd.

Z hľadiska spracovania KO a jeho energetického využitia je možné použiť tie časti KO, ktoré obsahujú biomasu, najmä dendrony, a zoomovať ako z organického kalu. Takéto

dendriméry sú tvorené zeleňou v tých častiach obcí a miest, ktoré tvoria zelené porasty brehov riek, stromoradiami pozdĺž ciest, drevený KO, vegetácia okolo produktovodov atď.

Hlavnými horľavými zložkami dendrónov sú zlúčeniny uhlíka a vodíka s kyslíkom. Pokiaľ ide o využitie energie, odporúčanie sa líši od iných fosílnych palív z organického hľadiska tým, že obsahuje viac vody a má nižší energetický potenciál (menej energie na jednotku hmotnosti).

Dendromasa ako palivo má tieto základné charakteristiky:

- vlhkosť (obsah vody v drevnej hmote),
- chemické zloženie paliva,
- obsah popola,
- obsah prchavej horľaviny,
- výhrevnosť paliva.

Obsah vlhkosti v dreve závisí od druhu dreva, doby jeho ťažby, spôsobu a doby skladovania alebo technologického spracovania. Vyššia vlhkosť dendrónov znižuje ich energetický potenciál. Ďalšou dôležitou charakteristikou dendrónov je obsah prchavých horľavých látok z drevnej hmoty a spôsob ich uvoľňovania. Je to tak preto, lebo prchavé horľavé látky majú významný vplyv na rýchlosť horenia paliva. V dendrónoch je teplota uvoľňovania prchavej horľaviny nižšia a obsah horľaviny vyšší ako čierne uhlie.

Hlavným dôvodom úpravy dendrónov je ich tvarová a objemová nehomogenita. Preto je potrebné pred spotrebou energie technologicky spracovať, čo zvyčajne zahŕňa niekoľko krokov od rozpadu (zmenšenie veľkosti rezaním, sekaním, drvením), triedením a výrobou peliet alebo brikiet. Cieľom úpravy dendronom je zlepšiť spaľovacie vlastnosti konečného produktu (napr. znížiť vlhkosť) a tým zlepšiť využitie energie. Okrem tohto primárneho dôvodu sú dôležité možnosti prepravy a skladovania.

Z hľadiska možností prvotného spracovania môže byť dendromasa klasifikovaná do nasledovných skupín:

1. úžitkové a palivové drevo, manipulačné odrezky, kusový odpad z drevospracujúceho priemyslu (diskové ale aj bubnové sekačky, prípadné triedenie),
2. konáre, korene (drtiče a rozvláčňovače),
3. štiepky a piliny (zväčša netreba dezintegrovat', postačuje iba triedenie),

4. stromy z prerezávok a prvých prebierok, prípadne celé stromy (bubnové sekačky, drtiče a rozvláčňovače).

3.4.1 Energetické procesy využitia biomasy

Najstarším energetickým využitím biomasy je spaľovanie. Postupne sa historicky vyvíjali aj ďalšie procesy, ktoré možno rozdeliť do troch základných skupín:

- chemické procesy,
- biochemické procesy,
- termochemické procesy.

Chemické procesy

K chemickým procesom patrí napríklad výroba biopalív z olejov olejnatých rastlín (repka olejná, sója, slnečnica a pod.), ktoré však nie sú zložkou KO.

Biochemické procesy

Medzi biochemické procesy patria:

- aeróbne procesy,
- anaeróbne procesy,
- fermentácia.

Aeróbne procesy sú technologické procesy zhodnocovania odpadu, pri ktorých prebiehajú biochemické reakcie za prítomnosti kyslíka a mikroorganizmov. Výsledkom aeróbnej biologickej premeny odpadu je voda, oxid uhličitý a stabilné humínové látky, zatiaľ čo množstvo odpadu sa zníži asi o tretinu. Humínové látky, ktoré sa tiež nazývajú kompost, sa potom môžu použiť na zvýšenie úrodnosti a kvality pôdy ich obohatením o organické zložky. Z energetického hľadiska využívajú aeróbne procesy na kompostovanie približne 60% energie a zvyšných 40% uniká vo forme tepelnej energie.

Anaeróbne procesy sú technologické procesy zhodnocovania odpadu, pri ktorých sa biomasa bez prístupu kyslíka premieňa na bioplyn. Vstupom do procesu môže byť biomasa rastlinného alebo živočíšneho pôvodu, ktorá v prítomnosti mikroorganizmov prechádza biochemickým procesom; výsledným produktom je bioplyn (s obsahom metánu asi 60%,

oxidom uhličitým a stopovými množstvami iných plynov). Takto získaný bioplyn sa potom môže použiť na výrobu elektrickej alebo tepelnej energie.

Medzi hlavné výhody anaeróbných procesov patria:

- redukcia zápachu pri technologickom procese,
- redukcia množstva patogénnych látok v biomase,
- možnosť prevádzkovať na relatívne malej ploche,
- zvyšnú biomasu je možné po vyhnívaní využiť ako hnojivo.

Fermentácia je technologický proces, pri ktorom sa pomocou mikroorganizmov (kvasiniek) jednoduché uhľohydráty v biomase premieňajú na konečné produkty ako etanol, metanol, butanol, acetón a oxid uhličitý. Etanol sa považuje za najčistejšie kvapalné palivo a môže sa použiť v spaľovacích motoroch namiesto benzínu. Okrem finálnych výrobkov sa v tomto technologickom procese uvoľňuje aj tepelná energia, ktorú je možné ďalej využívať.

Kvasinky môžu počas fermentácie štiepiť iba jednoduché sacharidy v biomase, takže zložité sacharidy (polysacharidy) sa štiepia hydrolýzou. Hydrolýza škrobu a celulózy produkuje glukózu, hydrolýza hemicelulózy produkuje niekoľko jednoduchých cukrov. Po hydrolýze a fermentácii sa potom pevný zvyšok môže ďalej použiť na výrobu bioplynu.

Termochemické procesy

Medzi termochemické procesy spracovania biomasy patria:

- spaľovanie,
- pyrolýza,
- splyňovanie.

Priame spaľovanie je najrozšírenejšou a zároveň najstaršou energetickou spotrebou biomasy. Aj keď je tento proces šetrný k životnému prostrediu a používa sa na výrobu tepelnej energie, bol dlho spaľovaný s nízkou energetickou účinnosťou. Iba moderné technológie umožnili spaľovanie biomasy s vysokou účinnosťou, podobne ako pri spaľovaní uhlia. Najčastejšie sa spaľujú dendromasy vo forme palivového dreva, drevnej štiepky, ale aj brikiet a peliet. Okrem dendrimérov je možné použiť aj fytomasu vo forme slamy, obilnín, olejní a iných.

Pyrolýza je proces, pri ktorom sa zohrievaním biomasy bez prístupu vzduchu vytvárajú horľavé plyny a kvapaliny. Najbežnejším používaním pyrolýzy je výroba dreveného uhlia, ktoré má vyššiu energetickú účinnosť ako samotné drevo. Dnešné technológie sa zameriavajú

na použitie uvoľnených plynov a kvapalín, čím sa zvyšuje celková energetická bilancia procesu na pohon kogeneračných jednotiek.

Spľyňovanie je proces, pri ktorom vedie kúrenie biomasou s obmedzeným prístupom vzduchu k nedokonalému spaľovaniu. Vznikajú horľavé plyny (najmä metán, oxid uhoľnatý a vodík). Tieto sa môžu ďalej využívať napríklad na energiu na pohon kogeneračných jednotiek, čím sa zvyšuje celková energetická účinnosť procesu.

3.4.2 Mechanické spracovanie biomasy

Odpadová biomasa sa materiálovo spracováva, aby sa zvýšil jej energetický potenciál. Výsledkom takéhoto spracovania biomasy sú:

- brikety,
- pelety,
- drevené uhlie.

3.4.2.1 Brikety

Brikety sú ekologické palivo, ktoré sa vyrába z biomasy. Najbežnejším zdrojom je zloženie dendromasy (drevené piliny, hobliny, kôra atď.). Tieto komponenty sa dostávajú do KO z domácností alebo parkov a záhrad. Proces dezintegrácie spracováva vstupnú drevnú hmotu, to znamená, že sa rozdrví na jemné frakcie a potom sa vysuší. Následná vysokotlaková kompresia pomocou teploty uvoľňuje lignín z dendromasy, ktorý kombinuje jednotlivé zložky dendromasy do valcových alebo štvorcových brikiet s vysokou hustotou. Podľa rakúskej smernice Ö-NORM 7135 majú brikety spĺňať tieto základné charakteristiky:

- výhrevnosť väčšia ako 18 MJ.kg⁻¹,
- obsah vody nesmie prekročiť 10 %,
- obsah popola nesmie byť väčší ako 0,5 %.



Obrázok 9 – Brikety (Zdroj: <https://www.ferdrevo.sk/produkt/brikety-puky/>)

Brikety potom možno spaľovať vo všetkých druhoch kotlov na tuhé palivá. Pre zvýšenie energetickej účinnosti je výhodné spaľovať brikety v kotloch na drevoplyn, v ktorých sa brikety najskôr splyňujú a potom sa tento plyn spaľuje. Takýto spôsob spaľovania môže dosiahnuť až 90% energetickú účinnosť.

3.4.2.2 Pelety

Pelety sú palivo vyrobené z dendrimérov - najčastejšie z drevnej štiepky a pilín ich lisovaním bez pridania spojív. Takto vyrobené palivo má energetickú výhrevnosť od 17 do 21 MJ.kg⁻¹. Na rozdiel od brikiet sú pelety vhodné na prevádzku s automatizovaným procesom ohrevu. Výroba peliet ako paliva spotrebuje asi 10% energie, ktorú potom získame. V EÚ neexistujú jednotné normy pre výrobu a použitie peliet. Ako referenčné normy sa používajú nemecká DIN 51731 a rakúska Ö- NORM M 7135.



Obrázok 10 – Pelety (Zdroj: <http://finanmir.ru/drevene-pelety/>)

Vstupné dendróny sa najskôr sušia v sušičkách, aby sa dosiahla relatívna vlhkosť vzduchu 10%. Následne sa drevná buničina triedi, pričom sa separujú sušené štiepky a piliny, ktoré sú určené na výrobu peliet. Ak sa pri sušení vytvorili z pilín hrudky, je potrebné ich štruktúru homogenizovať pomocou homogenizátora. Peletizácia sa uskutočňuje v peletizéri, kde sa pri zvýšenej teplote a zvýšenom tlaku (asi 120 MPa) a prídavku nasýtenej vodnej pary plastifikuje lignín, ktorý má funkciu spojiva. Na výstupe z peletizátora majú pelety teplotu asi 90 °C - z tohto dôvodu je potrebné ich ochladiť na teplotu asi 30 °C.

3.4.2.3 Drevené uhlie

Proces výroby dreveného uhlia je jednou z najstarších metód energetického zhodnocovania dendromasy. Tento proces je založený na suchej destilácii (zuhoľnatenie) dendromasy, ktorá sa bez prístupu vzduchu zahrieva na teplotu približne 400 - 500 °C. Výsledkom tohto procesu sú okrem dreveného uhlia aj ďalšie výrobky. Tieto vedľajšie produkty sa delia na:

- vodnú frakciu,
- dechtovú frakciu,
- plynnú frakciu

Vodnú frakciu predstavuje drevný ocot, ktorý sa dá ďalej spracovávať. Dechtová frakcia obsahuje najmä dechtový olej, smolu a ďalšie zlúčeniny. Plynná frakcia pozostáva z oxidu uhličitého, oxidu uhoľnatého, metánu a ďalších plynov v stopových prvkoch. Uhlie sa okrem spaľovania používa napríklad aj v potravinárskom alebo metalurgickom priemysle. Základnou zložkou dreveného uhlia je uhlík.

3.4.3 Výhrevnosť tuhých palív na báze biomasy

Ako už bolo spomenuté vyššie, výhrevnosť palív na báze biomasy je ovplyvnená viacerými faktormi. Najdôležitejším je chemické zloženie takéhoto paliva. Pri palivovej dendromase sú to najmä tieto zložky:

- celulóza (podiel v drevnej hmote 40-50%, výhrevnosť od 17,5 MJ.kg⁻¹),
- hemicelulóza (podiel v drevnej hmote 20-25%, výhrevnosť 16,5-17,0 MJ.kg⁻¹),

- lignín (zvyšný podiel v drevnej hmote cca. 50%, výhrevnosť od 17,5 MJ.kg⁻¹).

Celulóza je s podielom okolo 50% najdôležitejšia zložka dreva. Ďalších 20 – 25% drevnej hmoty tvorí hemicelulóza, ktorej výhrevnosť leží v rozpätí 16,5 – 17 MJ.kg⁻¹. Tretím komponentom drevnej biomasy je lignín. Horná hranica výhrevnosti lignínu 30 MJ.kg⁻¹ je takmer dvojnásobkom výhrevnosti celulózy a hemicelulózy. Listnaté dreviny obsahujú približne 25% lignínu, ihličnaté takmer 30 %. Tieto tri hlavné zložky tvoria spravidla viac ako 95 % drevnej hmoty a pozostávajú iba z prvkov uhlíka, kyslíka a vodíka. Po úplnom spálení týchto troch zložiek zostanú ako výsledné produkty horenia iba oxid uhličitý a voda. Živica, vosky, tuky, proteíny, aminokyseliny, škrob a minerálne látky tvoria s podielom okolo 5 % ostatnú časť sušiny drevnej biomasy. Výhrevnosť živíc, voskov a tukov predstavuje cca. 38 MJ.kg⁻¹.

3.4.4 Bioplyn

Výroba bioplynu je súbor procesov, v ktorých zmiešaná kultúra mikroorganizmov postupne rozkladá biologicky rozložiteľný odpad bez prístupu vzduchu. Výsledkom a konečným produktom je biomasa, bioplyn a nerozložiteľné zvyškové organické látky, ktoré sú už z hygienického a senzorického hľadiska pre životné prostredie neškodné. Najdôležitejším z generovaných bioplynov z energetického hľadiska je metán.

Všeobecne sú dva spôsoby premeny biomasy na energiu prostredníctvom biochemickej premeny:

- alkoholové kvasenie,
- metánové kvasenie (anaeróbne vyhnívanie).

Výsledkom alkoholového kvasenia je etanol, respektíve metanol, ktorý sa dá použiť ako vysoko kvalitné palivo, a benzín v spaľovacích motoroch. Bioplyn sa vyrába ako produkt biochemického spracovania biomasy pri trávení organických zvyškov pomocou mikroorganizmov. Tento proces sa nazýva anaeróbne vyhnívanie.

Väčšina organických látok prítomných v odpade sa mikrobiálne premieňa na energeticky bohatý bioplyn anaeróbnymi procesmi. Premena biomasy na bioplyn sa považuje za najlepšiu z biochemických procesov.

Pri nedostatku kyslíka, dusičnanov alebo síry (metanogénne prostredie) mikroorganizmy spracúvajú oxid uhličitý a produktom ich metabolizmu je metán. Konečným produktom rozkladu v metanogénnom prostredí je zmes metánu a oxidu uhličitého.

3.4.4.1 *Mechanizmus anaeróbného rozkladu*

Anaeróbny mechanizmus predstavuje biologický proces. Organický materiál bez prístupu kyslíka sa premieňa na plyn, ktorý obsahuje energiu obsiahnutú v pôvodnom materiáli. Naopak, okrem plynu sa organické materiály štiepia aj na anorganické jednoduché látky. Mikroorganizmy môžu spracovávať látky v tomto poradí: kyslík, dusičnany, sírany, síra, železo, oxid uhličitý. Počas tohto procesu získavajú mikroorganizmy energiu pre svoj metabolizmus. Ako prvé spracúvajú kyslík (dýchanie), ktorý je pre nich energeticky najefektívnejší, a nakoniec oxid uhličitý (metanogenéza).

Súčasťou rozkladu organického substrátu na metán je súbor biochemických procesov zahŕňajúcich niekoľko mikrobiálnych populácií. Jednotlivé čiastkové procesy anaeróbného rozkladu sú spojené s jednotlivými substrátmi a konkrétnymi produktmi - produkt jednej skupiny mikroorganizmov sa stáva substrátom druhej skupiny. Na porovnanie, nedostatočná aktivita jednej skupiny môže mať za následok nerovnováhu v celom systéme a znížiť účinnosť celého anaeróbného procesu.

Pri anaeróbnom procese zaznamenávame 4 súbory biochemických reakcií:

Hydrolýza – rozkladajú sa makromolekulárne rozpustené a nerozpustené organické látky (polysacharidy, lipidy, proteíny) na nízkomolekulárne látky rozpustené vo vode pomocou extracelulárnych hydrolytických enzýmov, produkovaných hlavne fermentačnými baktériami.

Acidogenéza – produkty hydrolýzy sa rozkladajú na jednoduché látky (najmä kyseliny), alkoholy. Pri nižšom parciálnom tlaku vodíka sú produkované hlavne kyselina octová, CO₂, a H₂, pri vyššej koncentrácii vodíka sa tvoria vyššie kyseliny, napríklad kyselina mliečna, etanol.

Acetogenéza – v tejto fáze prebieha oxidácia týchto látok na vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovú.

Metanogenéza – dochádza k tvorbe metánu a oxidu uhličitého z dostupných metanogénnych substrátov (jednouhlíkaté látky: metanol, kyselina mravčia, metylamíny, CO, CO₂, H₂ a kyselina octová).

V rámci uvedených súborov biochemických reakcií je možné rozlíšiť 9 metabolických krokov so zodpovedajúcimi druhmi mikroorganizmov:

1. hydrolýza organických polymérov (bielkoviny, tuky, polysacharidy) na jednotlivé monoméry (aminokyseliny, organické kyseliny a glycerol, monosacharidy)
2. acidogenéza - premena organických monomérov na vodík, oxid uhličitý, maslovú a octovú kyselinu a ďalšie nízkomolekulárne látky ako etanol, mliečna kyselina a pod. (CO_2 nie je v kvapalnom prostredí prítomný, okamžite sa rozpúšťa a reaguje s vodou za vzniku HCO_3)
3. acetogenéza - oxidácia redukovaných organických produktov na vodík, oxid uhličitý a octovú kyselinu acetogénnymi mikroorganizmami produkujúcimi vodík
4. oxidácia redukovaných organických produktov na oxid uhličitý a kyselinu octovú denitrifikačnými a desulfurikačnými baktériami
5. acetogénna respirácia oxidu uhličitého a vodíka homoacetogénnymi mikroorganizmami
6. metanogenéza z octovej kyseliny acetotrofnými metanogénnymi mikroorganizmami
7. metanogenéza z jednouhlíkatých substrátov oxidu uhličitého a vodíka hydrogenotrofnými mikroorganizmami
8. oxidácia octovej kyseliny na oxid uhličitý denitrifikačnými a desulfurikačnými baktériami
9. oxidácia vodíka denitrifikačnými a desulfurikačnými baktériami

3.4.4.2 Vstupné suroviny – substráty na produkciu bioplynu a ich výnosnosť

Medzi substráty pre anaeróbny rozklad patria rôzne druhy materiálov, ktoré sa dajú použiť na výrobu metánu. Môžu to byť materiály od ľahko rozložiteľných odpadových vôd po zložité odpady s vysokou koncentráciou pevných látok.

Na začiatku bola anaeróbna vyhnívanie spojená hlavne so spracovaním maštalného hnoja alebo kalov z čistiarní odpadových vôd. Iba s postupne sa zvyšujúcim dôrazom na ekosystém, environmentálne povedomie, skleníkové plyny a možnosť obnoviteľných foriem energie v súvislosti s odpadovými stratégiami sa rozšírilo využitie anaeróbnej digestie na priemyselný a komunálny odpad.

Prehľad substrátov používaných na produkciu bioplynu podľa ich pôvodu:

1. Poľnohospodárske odpady, napr. :
 - a) hnoj (hovädzí dobytok, ošípané, hydina),
 - b) energetické plodiny
 - c) biomasa rias
 - d) zvyšky úrody
2. Komunálne odpady, napr.:
 - a) organická frakcia tuhého komunálneho odpadu
 - b) tuhý komunálny odpad
 - c) odpadový kal
 - d) trávový odpad/záhradný odpad i. zvyšky jedla
3. Priemyselné odpady
 - a) Potravinárske
 - b) Mliekarenské
 - c) Škrobárenské
 - d) Cukrovarnícke
 - e) Farmaceutické
 - f) Kozmetické
 - g) Biochemické
 - h) Papierenské
 - i) Odpad z bitúnkov

Tabuľka 13 uvádzajú substráty a ich výnosnosť z hľadiska produkcie bioplynu v metroch kubických, pripadajúcich na tonu suroviny.

Tabuľka 13 - Produkcia odpadu z odpadovej biomasy

Typ substrátu	Výnosnosť bioplynu [$\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$]
hovädzia močovka	25
prasačia močovka	36
mliekareský odpad	55

odrezky z repy	75
mlato – zbytky pri výrobe piva	75
husté exkrementy	80
zelený odpad	110
bioodpad	120
čerstvé tuky	400
staré tuky	800

3.4.4.3 Technológia výroby bioplynu

Bioplynová stanica je zariadenie umožňujúce energetické využitie biomasy. Biologická fermentácia premieňa organickú biomasu na plyn s veľkým obsahom metánu (bioplyn). Podľa dávkovania surového materiálu rozlišujeme bioplynové stanice na:

diskontinuálne – s prerušovaným cyklom. Materiál sa do fermentora cyklicky vpúšťa a po fermentácii sa vyberie.

semikontinuálne – doba medzi jednotlivými dávkami je kratšia ako doba zdržania materiálu vo fermentore. Je to najpoužívanější spôsob plnenia fermentorov pre tekutú biomasu.

kontinuálne – slúžia na spracovanie tekutých organických odpadov s malým obsahom sušiny.

Technológia sa vo väčšine prípadov skladá z dvoch nádrží umiestnených vedľa seba alebo sústredne, z ktorých jedna slúži ako primárny a druhá ako sekundárny fermentor.

Vstupná surovina sa dopravuje do fermentačnej nádrže plniacim zásobníkom, ktorý je konštrukčne navrhnutý tak, aby tvoril uzáver proti možnému úniku bioplynu z nádrže. Po obvode nádrže je umiestnené vedenie horúcej vody, ktorého účelom je udržiavať potrebnú teplotu potrebnú pre proces fermentácie. Aby mala celá spracovaná surovina rovnakú teplotu a zabráňovala tvorbe škrupiny na povrchu zmesi, sú do fermentačnej nádrže umiestnené miešadlá, ktorých počet závisí od veľkosti nádrže.

Podstatou výrobného zariadenia sú jednotky:

- na úpravu a uskladnenie suroviny,
- anaeróbny fermentor s tepelnou izoláciou a miešaním,
- plynojem (zariadenie na čistenie, kompresiu a uskladnenie plynu),
- kontrolné a regulačné zariadenie.

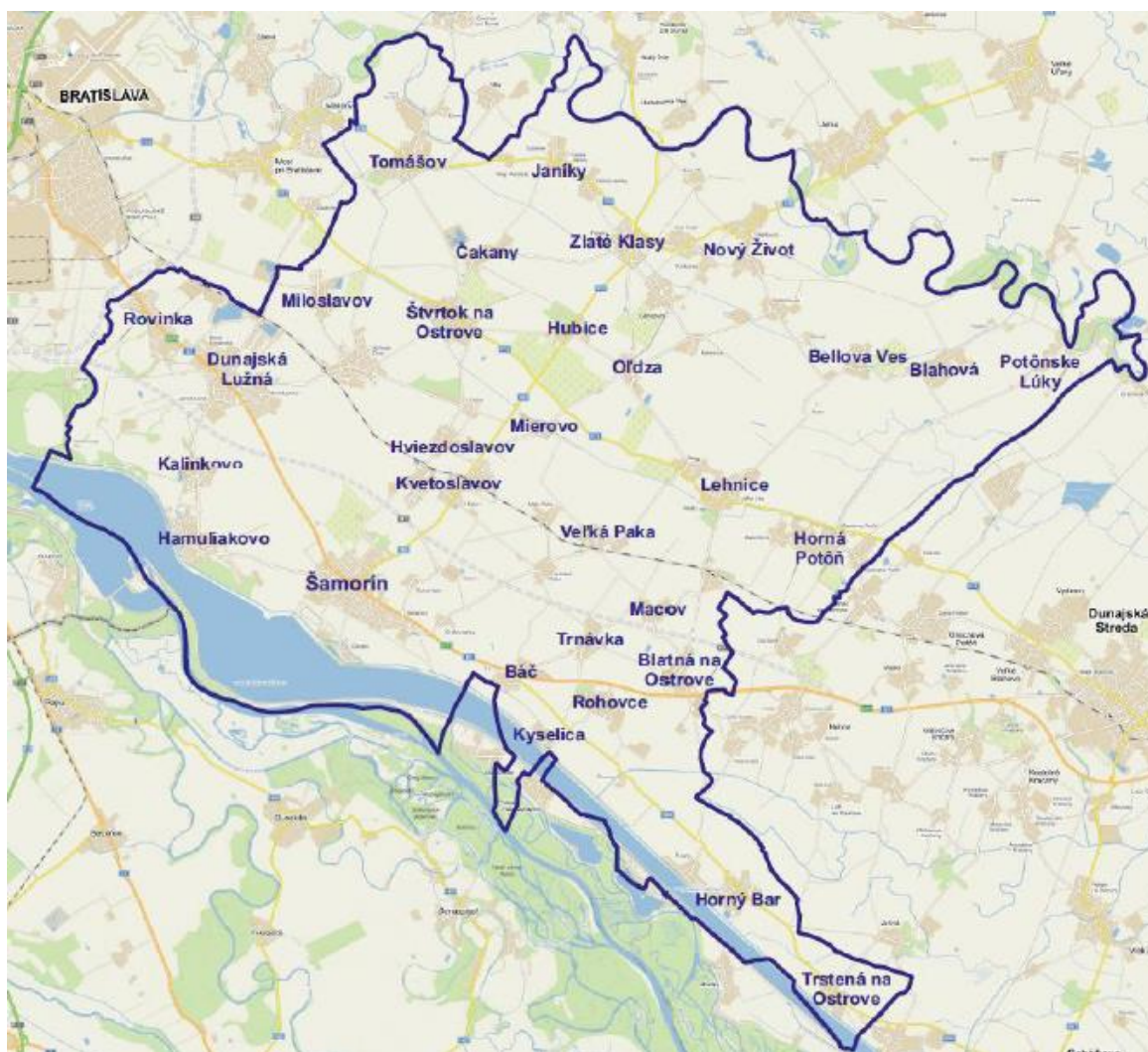
Úspešnosť fermentácie závisí od mnohých faktorov, ako sú napríklad množstvo a typ organických látok, pomer C/N, pH, teplota a ďalšie. Optimálna teplota na dosiahnutie najvyššej rýchlosti rastu metánových baktérií je pri 60 °C relatívne vysoká. Preto sa časť bioplynu používa na udržanie optimálnej teploty pri kultivácii teplomilných baktérií. Použitie termofilnej digescie má nasledovné výhody:

- vysoká teplota umožňuje dosiahnuť vyššie rýchlosti biochemických reakcií,
- znižuje sa viskozita substrátu,
- znižuje sa tvorba biomasy mikroorganizmov,
- redukuje sa patogénne pôsobenie.

Fermentačný reaktor je nevyhnutnou súčasťou zariadenia na výrobu bioplynu, kde dochádza k biodegradácii biomasy a k jej uvoľňovaniu. Štrukturálne rozlišujeme cylindrické fermentory s vodorovnou osou, cylindrické fermentory so zvislou osou, žľabové a guľové fermentory. Objem fermentora musí brať do úvahy výkon zariadenia, ktoré bude využívať vyrobený bioplyn. Časť vyrobenej tepelnej energie sa musí použiť na ohrev samotného fermentora, čo výrazne zvyšuje účinnosť anaeróbnej premeny biomasy.

4 ANALÝZA SÚČASNÝCH MATERIÁLOVÝCH TOKOV JEDNOTLIVÝCH DRUHOV ZLOŽIEK KOMUNÁLNEHO ODPADU NA ÚZEMÍ ZOHŽO

ZOHŽO - Združenie obcí Horného Žitného ostrova v odpadovom hospodárstve so sídlom v Šamoríne sa skladá z 31 obcí a miest. Konkrétne: Šamorín, Báč, Bellová Ves, Blahová, Blatná na Ostrove, Čakany, Dunajská Lužná, Hamuliakovo, Horná Potôň, Horný Bar, Hubice, Hviezdoslavov, Janíky, Kalinkovo, Kvetoslavov, Kyselica, Lehnice, Macov, Mierovo, Miloslavov, Nový Život, Oľdza, Potônske Lúky, Rohovce, Rovinka, Štvrtok na Ostrove, Tomášov, Trnávka, Trstená na Ostrove, Veľká Paka a Zlaté Klasy.



Obrázok 11 – Región združenia obcí Horného Žitného ostrova v odpadovom hospodárstve so sídlom Šamorín

Činnosti Združenia sú rôznorodé. Združenie napomáha obciam pri zabezpečení optimálneho hospodárenia s odpadmi, ako sú jednotlivé spôsoby nakladania, spracovania, využívania biodegradovateľných a iných druhov odpadov. Združenie pravidelne organizuje odborné-výchovné podujatia pre starostov obcí, taktiež pre zamestnancov obcí a zberných dvorov, aby vedeli obyvateľom zabezpečiť čo najlepšie služby v oblasti odpadového hospodárstva. Na zlepšovanie súčasného stavu odpadového hospodárstva v ich regióne sa snažia získavať finančné prostriedky z domácich, zahraničných a EÚ zdrojov. Združenie si počas svojho fungovania vybudovalo dobré vzťahy so zahraničnými organizáciami, s ktorými pravidelne spoločne podávajú rôzne projekty v oblasti odpadového hospodárstva.

Združenie je majiteľom a prevádzkovateľom skládky odpadov pre nie nebezpečný odpad v Čukárskej Pake, taktiež je majiteľom a prevádzkovateľom kompostárne pri Šamoríne časť Šámot. V rámci areálu skládky má Združenie vybudované miesta na zber určitých druhov odpadu, napríklad na stavebný odpad - spevnenú plochu a na polystyrén a objemový odpad - halu. Na tieto druhy odpadu potom Združenie zabezpečí optimálny spôsob spracovania a znovupoužitia.

4.1.1 Systém nakladania s komunálnym odpadom v obciach Združenia

Tvorba komunálnych odpadov (rozhodujúcich zložiek) v Združení obcí Horného Žitného ostrova je uvádzaná v tabuľke 14 :

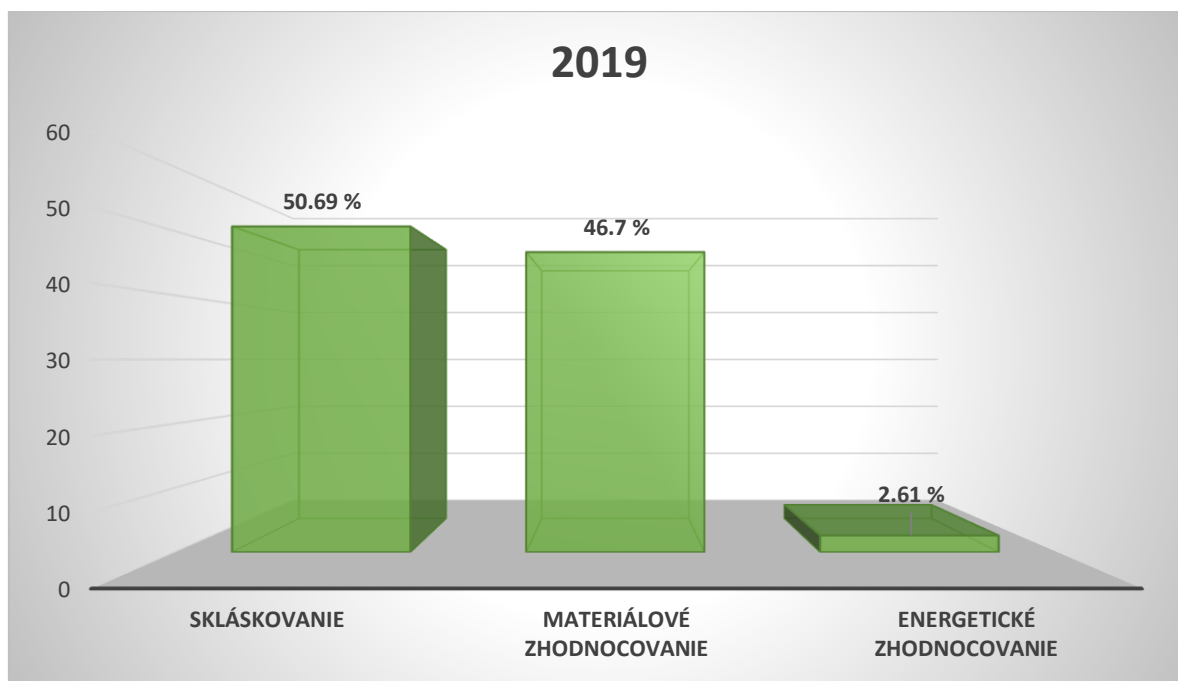
Tabuľka 14 – Množstvo vyprodukovaného odpadu na území ZOPHŽO

Zložka	Množstvo (t)		
	2018	2019	2020
Zmesový komunálny odpad	16 252,50	17 170,99	17 557,49
Biologicky rozložiteľný odpad	2 788,64	11 735,90	17 443,33
Objemný odpad	3 507,35	3 849,91	4 118,78
Drobný stavebný odpad		1 360,30	2 052,90
Papier a lepenka	1 058,23	1 182,22	1 447,16
Sklo	813,43	864,86	1 124,21
Plasty	654,94	801,73	1 084,62

Z uvedeného vyplýva, že v prevažnej väčšine zložiek dochádza k nárastu množstva odpadu a ani množstvo zmesového komunálneho odpadu sa neznižuje.

V obciach Združenia vzniklo v roku 2020 celkovo 28 216,59 ton recyklovateľných odpadov. Spôsob nakladania s komunálnymi odpadmi na území ZOHŽO v roku 2019 je uvádzaný grafom 4.

Graf 4 – Spôsob nakladanie odpadu v roku 2019 na území ZOHŽO



V tabuľke 15 sú reálne množstvá jednotlivých druhov komunálneho odpadu a úroveň vytriedenosti vypočítaná podľa vzorca (1) uvedeného v prílohe 2 zákona 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.

Pre výpočet úrovne vytriedenia komunálnych odpadov pre príslušný kalendárny rok sa uplatňuje nasledujúci vzorec:

$$\dot{U}_{KO} = \frac{m_{zložka\ 1} + m_{zložka\ 2} + m_{zložka\ n}}{m_{KO}} * 100 \quad [\%] \quad (1)$$

kde:

$\dot{U}V_{KO}$ je hodnota vytriedenia komunálnych odpadov za predchádzajúci kalendárny rok vyjadrená v %. Výsledok sa zaokrúhľuje na 2 desatinné miesta.

$m_{zložka}$ je hmotnosť vytriedenej zložky komunálnych odpadov vyzbieranej v obci v predchádzajúcom kalendárnom roku v rámci triedeného zberu komunálnych odpadov zavedeného obcou v súlade s údajmi, ktoré obec ohlasuje podľa osobitného predpisu; hmotnosť zložky komunálnych odpadov sa vyjadruje v kilogramoch. Zoznam vytriediteľných zložiek, ktoré je možné započítať do množstva vytriedeného komunálneho odpadu, je uvedený v prílohe č. 1.

m_{KO} je hmotnosť komunálnych odpadov vzniknutých v obci za predchádzajúci kalendárny rok v súlade s údajmi, ktoré obec nahlasuje podľa osobitného predpisu;¹⁰⁾ hmotnosť vzniknutých komunálnych odpadov sa vyjadruje v kilogramoch.

V prílohe č. 1 zo zákona 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 je zoznam zložiek komunálnych odpadov, ktoré je možné vytriediť a započítať do čitateľa vzorca uvedeného v prílohe č. 2 zo zákona č. 329/2018 Z.z.:

Kód a názov odpadov:

20 01 01	papier a lepenka
20 01 02	sklo
20 01 03	viacvrstvové kombinované materiály na báze lepenky (kompozity na báze lepenky)
20 01 04	obaly z kovu
20 01 08	biologicky rozložiteľný kuchynský a reštauračný odpad
20 01 10	šatstvo
20 01 11	textílie
20 01 21	žiarivky a iný odpad obsahujúci ortuť
20 01 23	vyradené zariadenia obsahujúce chlórfluórované uhl'ovodíky
20 01 25	jedlé oleje a tuky
20 01 26	oleje a tuky iné ako uvedené v 20 01 25

20 01 33	batérie a akumulátory uvedené v 16 06 01, 16 06 02 alebo 16 06 03 a netriedené batérie a akumulátory obsahujúce tieto batérie
20 01 34	batérie a akumulátory iné ako uvedené v 20 01 33
20 01 35	vyraďené elektrické a elektronické zariadenia iné ako uvedené v 20 01 21 a 20 01 23, obsahujúce nebezpečné časti
20 01 36	vyraďené elektrické a elektronické zariadenia iné ako uvedené v 20 01 21, 20 01 23 a 20 01 35
20 01 38	drevo iné ako uvedené v 20 01 37
20 01 39	plasty
20 01 40	kovy
20 01 40 01	meď, bronz, mosadz
20 01 40 02	hliník
20 01 40 03	olovo
20 01 40 04	zinok
20 01 40 05	železo a oceľ
20 01 40 06	cín
20 01 40 07	zmiešané kovy
20 02 01	biologicky rozložiteľný odpad

Tabuľka 15 – Množstvo jednotlivých zložiek vytriedeného odpadu a úroveň vytriedenosti v obci ZOHŽO v roku 2020

Kód	200101	200102	200103	200104	200108	200110	200111	200121	200123	200125	200133	200134	200135	200136	200139	200140	200201	200113	200119	200127	200301	200307	200105	200308	200203	SPOLU	% vytriedenia
Obec	Množstvo v t																										
Báč	8,57	7,55	0,04	0,03		3,250				1,20				3,65	7,25	1,50	20,00				137,17	8,77		27,99		226,97	23,37
Bellová Ves	5,55	4,35	0,09	0,08		2,551	10,01			0,19					3,68		274,00				102,28	3,65		0,00		406,43	73,94
Blahová	5,50	5,55	0,12	0,11	0,02					0,02					5,99	0,01	115,00				94,32	7,03		0,00		233,67	56,63
Blatná na Ostrove	22,17	10,85	0,05		0,04	2,980	1,23		0,12	0,03			0,49	1,85	11,19	0,06	155,74				248,12	32,96		23,80		511,68	40,42
Čakany	20,78	16,43	0,23	0,21	0,19	4,941	1,27		0,00	0,24			0,05	0,59	14,13		165,00				160,21	12,21		0,00		396,48	56,51
Dunajská Lužná	210,48	166,51	2,06	5,42		36,601	15,627	0,10	7,40	0,72			23,55	47,30	128,36	19,39	2519,51				1797,10	50,66		162,99		5193,77	61,29
Hamuliakovo	61,42	46,96	1,01	5,07	0,84	13,45	1,56		1,20	0,74		0,03	2,23	8,32	51,06	7,98	147,97			0,90	562,76	48,61		56,68		2018,79	66,86
Hubice	11,80	14,75	0,17	0,92	0,78	2,410	0,43		0,05	0,10				0,16	20,27		66,40				125,96	10,32		8,14		262,65	45,01
Hviezdoslavov	56,27	39,81	0,96	3,12		5,360	0,68			0,15				0,21	54,50		547,78				708,87	31,74		0,00		1449,45	48,90
Janíky	9,84	11,53	0,20	0,59	0,43	4,300				0,75					12,95		140,00				200,34	24,17		0,00		405,10	44,58
Kalinkovo	34,81	33,92	0,25						0,77	0,25			2,76	4,70	20,23	0,99	916,60				332,57	29,00		65,39		1442,24	70,40
Kvetoslavov	34,91	45,86	1,78	3,00	3,10	5,310	0,52	0,03	0,26	0,01		0,04	0,15	0,10	27,98		659,62				417,76	59,10		112,61		1372,14	57,04
Kyselica	4,40	4,50	0,03	0,03		2,510	0,375			0,85					2,65	0,00	0,00				44,99	4,66		0,00		65,00	23,61
Lehnice	65,10	63,40				0,230			1,97	0,05			3,70	16,80	31,76	327,00	1997,00				824,41	260,43		375,00		3966,85	63,20
Macov	17,57	11,15	0,47	1,26		1,170			0,00	0,17			0,15	0,75	15,75		121,00				120,82	15,53		0,00		305,79	55,41
Mierovo	10,85	10,24	0,02		0,02	1,05			0,15	0,30			0,20	1,50	9,57	0,08	139,00				92,70	6,28		13,44		285,40	60,61
Miloslavov	84,64	89,22	2,98	4,66	0,91				0,55	0,43			0,96	6,54	55,51		716,56			1,34	812,06	29,38	0,05	117,01		1922,80	50,08
Nový Život	19,92	25,76	0,33	1,56	0,00	6,80	2,20	0,00	1,79	0,36	0,00	0,00	3,47	14,34	37,14	2,57	242,64	0,00	0,00	0,00	522,40	30,08	0,00	38,84	0,00	950,20	37,77
Ofdza	11,20	14,05	0,55	1,20	1,63				0,12	0,17			0,20	1,44	15,82		181,00				148,21	12,67		0,00		388,26	58,56
Rohovce	15,25	17,00	0,06	0,06			6,70		0,15	0,10			0,29	1,20	16,12	3,41	278,74				221,63	44,01		50,62		655,34	51,74
Rovinka	172,20	127,29	3,65	7,35	1,38	32,200	9,05	0,13	3,12	0,57	0,02		3,88	11,19	72,06	22,04	1570,82			0,96	1463,30	165,09	0,05	44,68		3711,03	54,89
Šamorín	393,23	183,20	1,82	2,42	4,46	35,280	1,21		4,45	0,89		0,02	7,48	25,23	194,05	224,41	3507,34	0,28	0,26	2,58	3821,13	2419,12		484,20		11313,06	40,53
Štvrtok na Ostrove	27,46	27,81	0,14	1,74	0,13	7,330	0,17		2,78	0,55			4,20	16,40	63,14	1313,61	140,31				369,07	75,34		194,37		2244,55	71,54
Tomášov	51,58	47,10	0,58	0,29	7,20	13,960	0,77		0,21	0,76	0,80		0,54	2,54	134,78		663,00				584,90	58,33		190,36		1757,70	52,57
Trnávka	8,25	8,15	0,15	0,14		2,980	2,23			0,38					5,76		175,00				115,56	19,55		0,00		338,15	60,04
Veľká Paka	15,55	13,50	2,65	0,30	1,23	3,10	0,71			0,20					9,42		275,00				303,14	75,04		70,44		770,28	41,76
Zlaté Klasy	15,82	25,74	0,28	0,35							27,68				19,69	5115,60	53,80				1942,17	481,98		16,34		7699,45	68,30
Horný Bar	19,30	16,77	0,06		0,40		3,02		0,62	0,07			0,78	7,60	14,94	3,04	256,00				356,64	65,98		0,00		745,22	43,29
Potónske Lúky	4,95	5,80	0,09	0,09						0,00					2,31		56,20				64,18	3,21		0,00		136,83	50,75
Horná Potôň	19,90	22,32	0,66	0,63	0,25	3,670	0,26			0,04	0,03		0,00	0,00	19,60	15,12	301,80				731,22	21,30		0,00	2,64	1139,44	33,73
Trstená na Ostrove	7,89	7,14	0,19			1,840	0,58			0,41					6,97	0,18	40,50				131,50	12,58		0,00	4,10	213,88	30,72

4.2 OPTIMALIZÁCIA ZARIADENÍ NA ZHODNOCOVANIE ODPADU

Hlavným cieľom Združenia je dosiahnuť čo najlepšie zhodnocovanie odpadov aj na regionálnej úrovni.

Systém zberu a následného nakladania s jednotlivými zložkami komunálnych odpadov, zmesového komunálneho odpadu, ako aj drobných stavebných odpadov je v obciach Združenia nasledovný:

- Zberné miesta a zberné dvory
- Areál s plochami na dočasné zhromažďovanie biologicky rozložiteľného odpadu zo zelene a odpadového dreva
- V rámci areálu skládky plocha na úpravu stavebného odpadu a ďalšie plochy (Hala I.) na triedenie a úpravu niektorých druhov komunálneho odpadu
- Skládky odpadov

Okrem spomenutých sú ešte ďalšie využívané ďalšie zariadenia na nakladanie s odpadmi, s ktorými má Združenie uzatvorené zmluvné vzťahy.

4.2.1 Zberné dvory

Dôvodom realizácie zberných dvorov je zhromažďovanie triedene zbieraných - využiteľných odpadov z komunálneho odpadu s cieľom znížiť množstvo netriedeného komunálneho odpadu, problémových látok, biologicky rozložiteľného odpadu z komunálneho odpadu a predchádzať vzniku nelegálnych skládok odpadov v katastri obce. Predpokladané množstvá vznikajúcich odpadov závisia od počtu obyvateľov v danej obci.



Obrázok 12 . Zberná dvor Macov

Vybudovaním zariadenia na zber vytriedených zložiek komunálnych odpadov bude možné zabezpečiť povinnosti obce vyplývajúce zo zákona NR SR č. 79/2015 Z.z. o odpadoch v znení neskorších predpisov. Obyvatelia budú môcť pohodlne a bezodplatne kedykoľvek v čase otváracích hodín odovzdať vytriedené komunálne odpady, ktoré budú roztriedené do príslušných obalov a kontajnerov určených na tento účel. Tým sa zabezpečí vytvorenie dobre fungujúceho systému odpadového hospodárstva. Dostatočná miera informovanosti občanov bude mať významný vplyv na úspešné zavedenie novej infraštruktúry triedeného zberu komunálnych odpadov. Udržateľnosť projektu je zabezpečená aj záväzkom SR k základným princípom EÚ, a to k ochrane životného prostredia a trvalo udržateľnom rozvoju. Obci prostredníctvom zmluvných partnerov zabezpečujú odber vytriedených zložiek komunálnych odpadov.



Obrázok 13 – Zberný dvor Miloslavov

Na nakladanie s komunálnymi odpadmi z domácností, ktoré vznikli na území obcí, zodpovedá obec. Obec musí:

- Zabezpečiť priestor, kde môžu občania odovzdať oddelene zbierané zložky komunálnych odpadov v rámci triedeného zberu,
- Zabezpečiť podľa potreby, najmenej 2x do roka, zber a prepravu
 - Objemových odpadov,

- Oddelenie vytriedených odpadov z domácností s obsahom nebezpečných látok,
- Drobných stavebných odpadov
- Zabezpečovať zhodnotenie „zeleného“ bioodpadu, ak je súčasťou komunálneho odpadu.

Obec môže zabezpečiť nakladanie s komunálnymi odpadmi nasledovne:

- Zriadením zberného dvora na zber
 - Odpadov obsahujúcich nebezpečné látky,
 - Drobného stavebného odpadu
 - Veľkoobjemového odpadu
 - Elektroodpadu
 - Odpadu zo zelene
 - Zložiek v rámci triedeného zberu zavedeného v obci
- Zriadením zberného dvora na ukladanie odpadov kategórie O (ostatný odpad) s vyhradeným priestorom na jednorazové zbery nebezpečných odpadov
- Zavedením pravidelného mobilného zberu nebezpečných odpadov a elektroodpadu a zriadením menších zberných stanovišť na vybrané druhy odpadov.



Obrázok 14 – Zberný dvor Miloslavov



Obrázok 15 – Zberný dvor Dunajská Lužná

Prevádzkovanie zberných dvorov má vysoký potenciál pri odkláňaní energeticky zhodnotiteľných komunálnych odpadov od skládkovania a to ich priamym dotried'ovaním, bez akéhokoľvek nákladného technického zázemia. Jedná sa hlavne o dotried'ovanie spáliteľných (ťažko recyklovateľných) zložiek KO, ktoré môžu byť priamo odvážané do závodu na spracovanie odpadu a výrobu tuhého druhotného paliva v regióne.

V rámci zberného dvora sa predpokladá uložiť a dočasne zhromažďovať nasledovne druhy odpadov:

- | | |
|-----------------|--|
| 20 01 01 | papier a lepenka (O) |
| 20 01 02 | sklo (O) |
| 20 01 39 | plasty a plasty ostatné (O) |
| 20 01 23 | vyrazené zariadenia obsahujúce chlorfluorované uhl'ovodíky (N) |
| 20 01 25 | jedle oleje a tuky |
| 20 01 35 | vyrazené elektrické a elektronické zariadenia iné ako uvedené v 20 01 21 a 20 01 23, obsahujúce nebezpečné časti (N) |
| 20 01 36 | vyrazené elektrické a elektronické zariadenia iné ako uvedené v 20 01 21 a 20 01 23 a 20 01 35 (O) |
| 20 01 21 | žiarivky a iný odpad obsahujúci ortuť (N) |
| 20 01 33 | akumulátory a batérie (N) |

20 01 40	kovy (O)
20 03 07	objemný odpad (O)
20 02 01	biologicky rozložiteľný odpad (O)
20 03 01	zmesový komunálny odpad (O)
17	drobný stavebný odpad
16 01 03	pneumatiky (O)
15 01 06	zmiešané obaly (tetrapack)
20 02 01	biologicky rozložiteľný odpad (O) o zelený odpad konáre 250 m ² o zelený odpad tráva 350 m ²



Obrázok 16 – Zberný dvor Macov

V rámci ZOHŽO je v prevádzke 32 zberných dvorov. Väčšina z nich odoberá od občanov rastlinný – zelený biologicky rozložiteľný komunálny odpad (BRKO). V tabuľke 16 sú uvedené všetky zberné dvory z územia ZOH6O ako aj jednotlivé druhy vytriedeného komunálneho odpadu, ktoré sa dajú na jednotlivých zberných dvoroch uložiť

Okrem vyznačených druhov odpadu z tabuľky 16 každá obec zbiera od svojich obyvateľov aj papier, plasty, kovy a kovové obaly, sklo a viacvrstvové kombinované materiály na báze lepenky (takzvané tetrapaky).

Tabuľka 16 – Zoznam zberných dvorov na území ZOHŽO

	Mesto/obec	Prevádzkovateľ	Kategórie, triedenie zbieraných odpadov
1	Šamorín I. a II.	AREA s.r.o	BRKO, elektro, akumulátory, stavebný
2	Kvetoslavov	obec	BRKO, elektro, akumulátory, stavebný
3	Báč	obec	BRKO, elektro,objemný, stavebný
4	Blatná na Ostrove	obec	BRKO, elektro, akumulátory, objemný, stavebný,textil
5	Kyselica	obec	BRKO, elektro, polystyren, jedlé oleje a tuky, stavebný, textil
6	Rohovce	obec	BRKO, elektro, stavebný, textil
7	Trnávka	obec	BRKO, elektro, polystyren, akumulátory, stavebný, textil
8	Veľká Paka	obec	BRKO, textil
9	Hviezdoslavov	obec	BRKO, elektro, polystyren, stavebný, objemný
10	Štvrtok na Ostrove	obec	BRKO
11	Hubice	obec	BRKO, elektro, jedlé oleje a tuky, akumulátory, stavebný, textil
12	Zlaté Klasy	DARUTIL	BRKO, stavebný, objemný
13	Lehnice	obec	BRKO, elektro, baterie, akumulátory, objemný, stavebný, polystyren
14	Mierovo	obec	BRKO, elektro, jedlé oleje a tuky, objemný, stavebný,polystyren
15	Oľdza	obec	BRKO,stavebný, drobný komunálny
16	Blahová	obec	BRKO
17	Čakany	obec	BRKO
18	Macov	obec	BRKO, elektro
19	Janíky	obec	BRKO, elektro
20	Bellová Ves	obec	BRKO
21	Nový Život	obec	BRKO, akumulátory, baterie
22	Hamuliakovo	obec	BRKO,elektro,baterie, polystyren, akumulátory, stavebný, textil, objemný
23	Kalinkovo	obec	BRKO,elektro, polystyren, stavebný, objemný
24	Miloslavov	obec	BRKO, jedlé oleje a tuky, polystyren, stavebný, objemný, textil
25	Dunajská Lužná	obec	BRKO, jedlé oleje a tuky, polystyren, stavebný, objemný, elektro, baterie, akumulátory
26	Rovinka	obec	BRKO, jedlé oleje a tuky, polystyren, stavebný, objemný, elektro, baterie, akumulátory

27	Tomášov	obec	BRKO, jedlé oleje a tuky, polystyren, stavebný, objemný, elektro, baterie, akumulátory
28	Horný Bar	obec	BRKO, jedlé oleje a tuky, polystyren, stavebný, objemný, elektro, baterie, akumulátory
29	Potônske Lúky	obec	BRKO
30	Horná Potôň	obec	BRKO
31	Trstená na Ostrove	obec	BRKO

4.2.2 Areál s plochami na dočasné zhromažďovanie biologicky rozložiteľného odpadu zo zelene a odpadového dreva

Dôležitou súčasťou infraštruktúry nakladania s biologicky rozložiteľným odpadom je areál s plochami na dočasné zhromažďovanie biologicky rozložiteľného odpadu zo zelene a odpadového dreva v Šamoríne, časť Bučuháza – Šámot, viď obrázok 17. V rámci stratégie obmedzovania ukladania biologicky rozložiteľných odpadov na skládky je kompostovanie BRKO veľmi žiadateľné. Zariadenie kompostárne slúži len pre BRKO najvyššej kvality, a to hlavne pre zelený odpad, ako konáre, odpad zo záhrad a podobne. Prevádzkou vlastnej kompostárne je možné vylúčiť riziko kontaminácie pôd nebezpečnými látkami resp. mikroplastami.

Kategória odpadu: 20 02 01 biologicky rozložiteľný odpad – zelený odpad, konáre, korene bez zeminy, tráva, lístie a iný záhradný odpad

BRKO je na kompostárni odoberaný od občanov za odplatu. Prebieha pri odbere aj kontrola kvality odpadu, najmä kontrola jeho možnej kontaminácie iným odpadom ako sú plasty, fólie, betóny a podobne.



Obrázok 17 - Areál s plochami na dočasné zhromažďovanie biologicky rozložiteľného odpadu zo zelene a odpadového dreva

Výstupom z kompostárne je certifikovaný kompost, ktorý je používaný na rôzne rekultivačné práce v rámci Združenie, resp. pre potreby jednotlivých obyvateľov. Časť menej kvalitného kompostu sa používa v rámci rekultivačných prác na kazete skládky Čukárska Paka.

Nákladné a špeciálne vozidlá na úpravu RKO v areály kompostárňa



Obrázok 18 – Bager pri prevzdušňovaní odpadu



Obrázok 19 – Teleskopický manipulátor



Obrázok 20 – Drvič na drevený odpad



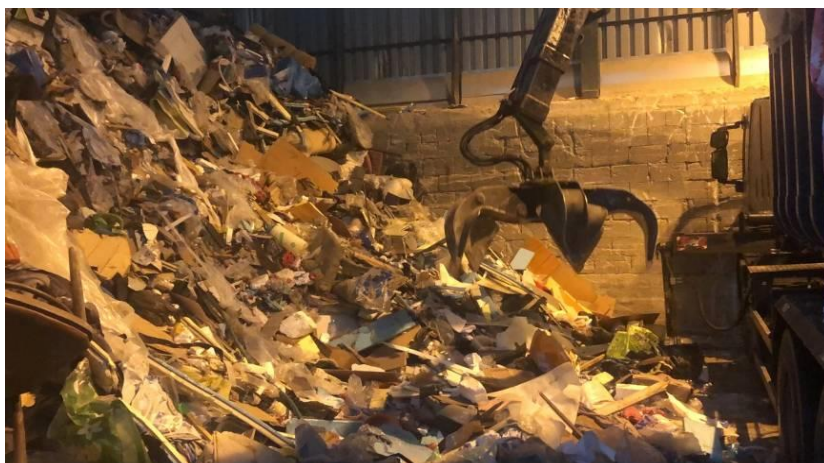
Obrázok 21 – Bubnové sito na preosievanie rastlinného odpadu

4.2.3 Zariadenia a prevádzkové plochy v areáli skládky

V areály skládky sa nachádza hala, ktorá slúži na dotried'ovanie objemového odpadu. Objemový odpad je následne prevezený do spaľovne odpadov na energetické zhodnocovanie. V hala sa ďalej zbiera polystyrén vo veľkoobjemových vakoch, ktoré sú následné prevezené na materiálové zhodnocovanie.



Obrázok 22 – Hala I. na skládke Čukárska Paka



Obrázok 23 – Objemový odpad



Obrázok 24 – Výsyp objemového odpadu v Hale I. na skládke Čukárska Paka



Obrázok 25 – Veľkoobjemové vaky s polystyrénmi

V rámci areálu skládky sú ďalej vyhradené plochy pre zber a úpravu stavebného odpadu a drobného stavebného odpadu, vid'. obrázok 26. Presná cena za tonu za uloženie sa dá nájsť v cenníku združenia alebo na stránke www.zohzo.sk.



Obrázok 26 – Drvenie stavebného odpadu na skládke Čukárska Paka

4.2.4 Skládka Čukárska Paka

Skládkovanie je v súčasnosti stále najpoužívanejšou metódou zneškodňovania odpadu. Skládky sú posledným článkom v reťazci zneškodňovania odpadu v systéme odpadového hospodárstva. Je to zariadenie slúžiace na konečné zneškodňovanie odpadu, berúc do úvahy hygienické, geologické a environmentálne hľadiská, aby nedošlo k ohrozeniu životného prostredia.

Skládka je miesto so zariadením na zneškodňovanie odpadu, kde sa odpad trvale ukladá na zemi alebo v zemi. Za skládku sa považuje aj miesto, kde pôvodca odpadu nakladá so svojim odpadom v mieste výroby (vnútorná skládka), ako aj miesto, ktoré sa trvalo používa, teda dlhšie ako jeden rok, na dočasné uloženie odpadu. Skládka sa nepovažuje za zariadenie, kde sa ukladá odpad za účelom jeho prípravy pred jeho ďalšou dopravou na miesto, kde bude upravený,

zhodnotený alebo zneškodnený, ak doba skladovania pred jeho zhodnotením alebo spracovaním bežne nepresahuje tri roky alebo presahuje jeho zneškodnenie, jeden rok.

Skládky odpadov sa delia na:

- skládky odpadov na inertný odpad,
- skládky odpadov na odpad, ktorý nie je nebezpečný,
- skládky odpadov na nebezpečný odpad.

Nosnou časťou infraštruktúry odpadového hospodárstva ZOHŽO je skládka odpadov. Majiteľ a prevádzkovateľ skládky odpadov pre nie nebezpečný odpad je Združenie obcí Horného Žitného ostrova v odpadovom hospodárstve. Spádová oblasť pre zneškodnenie odpadov na skládke je 31 samospráv na území Horného Žitného ostrova s celkovým počtom obyvateľov 61.032 k 31.12.2019.



Obrázok 27 – Vstup do areálu skládky Čukárska Paka

Skládka Čukárska Paka, je v prevádzke od roku 2001. Zneškodňovanie odpadov sa vykonáva v rámci 4. kazety s projektovanou kapacitou 174 430 m³ odpadov, na základe integrovaného povolenia s vydaným súhlasom do 31.7.2021 (súhlas je vydaný podľa zákona o odpadoch na obdobie 5 rokov a je možné ho predĺžiť).

Stavebné objekty v rámci areálu predstavujú samotné objekty

- teleso skládky (kazety)

- nádrž priesakových kvapalín
- prevádzkový objekt
- umývací rampa
- mostová váha
- zdroj vody
- spevnená manipulačná plocha
- cesty a spevnené plochy v areáli
- sklady
- požiarne nádrže
- oplozenie, káblové rozvody a osvetlenie, monitorovacie sondy, ochranná zeleň, výrobná hala a manipulačné plochy.



Obrázok 28 – Teleso skládky Čukárska Paka

Prevádzka skládky je zabezpečovaná 10-timi pracovníkmi (vedúci skládky, zástupca vedúceho, strojník, strážnici, pomocní robotníci), ktorí majú vytvorené zázemie v zmysle osobitných predpisov.

Prevádzková doba skládky je denne od 7:00-15:00 hod, intenzita dopravy v súčasnosti predstavuje približne 20-50 nákladných áut denne, ktoré privážajú a odvážajú odpad do areálu,

z toho doprava v súvislosti s odpadom na zhodnotenie predstavuje asi 20% t.j. pri max. intenzite 10 nákladných áut.

Zber a zhromažďovanie vytriedených zložiek komunálneho odpadu sa uskutočňuje v prevádzkových priestoroch s plochou 395 m², čo kapacitne zodpovedá maximálne 40 t odpadu mesačne. Okrem zberu a zhromažďovania odpadu ktorý je určený na zhodnotenie je v rámci prevádzkových objektov osobitne ukladaný elektroodpad – vytriedená zložka komunálneho odpadu.



Obrázok 29 – Výsyp komunálneho odpadu na teleso skládky

Do budúcnosti je strategickým zámerom s cieľom maximalizácie využitia odpadov a ich odklonu od skládkovania rozšírenie prevádzkovej plochy. Tá bude slúžiť na zber, zhromažďovanie a mechanickú úpravu oddelených zložiek komunálneho odpadu pred ich odvozom ku konečnému spracovateľovi. Zväčšenie rozlohy dotriedovacej haly umožní rozšírenie kapacít na zber a zhromažďovanie odpadu z obalov. Ďalším dôvodom zväčšenia haly je požiadavka na lepšiu manipuláciu s odpadom a lepšie dopravné napojenie a pohyb dopravných mechanizmov v hale.



Obrázok 30 – Kompaktor na zhutnenie odpadov na telesa skládky



Obrázok 31 – Rekultivovaná časť telesa skládky Čukárska Paka



Obrázok 32 – Areál skládky Čukárska Paka

5 CHARAKTERISTIKA DOSTUPNÝCH ZARIADENÍ NA ZHODNOCOVANIE ODPADU

Zhodnocovanie odpadov sú činnosti vedúce k využitiu fyzikálnych, chemických alebo biologických vlastností odpadov, uvedené v prílohe č. 2 v zákone 79/2015. Zhodnocovanie sa vykonáva ako materiálové zhodnocovanie alebo energetické zhodnocovanie. Energetické zhodnocovanie je využívanie odpadu na výrobu energie.

5.1 ZARIADENIE NA MATERIÁLOVÉ ZHODNOCOVANIE ODPADU

Zariadenie na zhodnocovanie odpadov je zariadenie určené na výkon aspoň jednej z činností uvedených v prílohe č. 1 Zákona o odpadoch (činnosti R2 – R11), ktoré je tvorené technickou jednotkou so súborom strojov a zariadení prevádzkovaných podľa dokumentácie k nim, pričom činnosti nimi vykonávané navzájom súvisia a majú technickú nadväznosť; ak je takéto zariadenie vzhľadom na jeho konštrukčné riešenie pevne spojené so stavbou, za zariadenie na zhodnocovanie odpadov sa považuje aj priestor, v ktorom sa zariadenie nachádza.

Tabuľka 17 - Zariadenia na materiálové zhodnocovanie odpadov v okresoch Bratislava, Senec a Dunajská Streda (Zdroj: http://app.sazp.sk/zhodnocovanie_odpadov/)

Id.	Prevádzkovateľ	IČO	Prevádzka	Obec	Typ zariadenia	R-kódy
3	OSPRA INVEST spol. s r.o	35693380	prevádzka	BRATISLAVA - NOVÉ MESTO	Stacionárne	R03
6	Ing. Častulík, s.r.o.	35758619	areál Hydroniky NOVA, a.s. Bratislava	BRATISLAVA - PETRŽALKA	Stacionárne	R12
7	OSPRA INVEST, s.r.o.	31352979	prevádzka 1	BRATISLAVA - NOVÉ MESTO	Stacionárne	R03,R13
75	EPR BRATISLAVA s.r.o.	35807016	prevádzka	BRATISLAVA - PETRŽALKA	Stacionárne	R12, R13
87	LEDIM - Németh Imrich	14033097	prevádzka	BRATISLAVA - JAROVCE	Stacionárne	R02
95	ARGUSS, s.r.o.	31365213	prevádzka 2- Stredisko Horný dvor (kompostáreň)	SENEC	Stacionárne	R03, R11, R13
271	OSPRA INVEST, s.r.o.	31352979	prevádzka 2	ROVINKA	Stacionárne	R03
364	A-Z STAV, s.r.o.	35813393	prevádzka - areál skládky inertného odpadu v k.ú.	BRATISLAVA - PODUNAJSKÉ BISKUPICE	Stacionárne	R12, R13

Podunajské Biskupice						
529	Eiffage Construction Slovenská republika, s. r. o.	35740655	prevádzka	BRATISLAVA - RUŽINOV	Stacionárne	R05, R13
532	ALAS SLOVAKIA, s.r.o.	35825286	prevádzka - betonáreň	BRATISLAVA - DÚBRAVKA	Stacionárne	R05
542	DOPRASTAV, a.s. Bratislava	31333320	mobilné zariadenie	BRATISLAVA - PETRŽALKA	Mobilné	R05, R11, R13
552	TRIADA ODPAD, s.r.o.	34122303	mobilné zariadenie	KVETOSLAVOV	Mobilné	R05
558	ŽSD Slovakia, s.r.o.	35922648	mobilné zariadenie 1	BRATISLAVA - LAMAČ	Mobilné	R05
564	DOPRASTAV, a.s. Bratislava	31333320	mobilné zariadenie	BRATISLAVA - RUŽINOV	Mobilné	R05, R11, R13
631	Vassal EKO, s.r.o.	44523921	prevádzka 1	BRATISLAVA - PODUNAJSKÉ BISKUPICE	Stacionárne	R05, R11, R12, R13
675	WIP Autovrakovisko, s.r.o.	35849355	prevádzka 1 - spracovanie starých vozidiel	BRATISLAVA - RUŽINOV	Stacionárne	R12, R13
785	ŽSD Slovakia, s.r.o.	35922648	mobilné zariadenie 2 - recyklačná linka mobilné zariadenie 2 - recyklačná linka	BRATISLAVA - LAMAČ	Mobilné	R05
798	HMP Eco Team, s.r.o.	35881089		BRATISLAVA - RUŽINOV	Stacionárne	---
842	Odvoz a likvidácia odpadu a.s.	681300	prevádzka	BRATISLAVA - RUŽINOV	Stacionárne	R12
1659	Zberné suroviny a.s.	35701986	miestna výkupňa	BRATISLAVA - PETRŽALKA	Stacionárne	R12, R13
1698	Alexander Kobera	34982680	prevádzka	BERNOLÁKOVO	Stacionárne	R03
1699	ELEE, spol. s r.o.	35692341	prevádzka2	IVANKA PRI DUNAJI	Stacionárne	R03, R13
1700	AUTOVRAKOVI SKO, s.r.o.	35686375	prevádzka - staré vozidlá	BERNOLÁKOVO	Stacionárne	R12, R13
1704	HAMOS, s.r.o.	34136711	prevádzka 9	MOST PRI BRATISLAVE	Stacionárne	R03
1707	PRIMAPLAST BERNOLÁKOV O s.r.o.	35835958	prevádzka	BERNOLÁKOVO	Stacionárne	R03
1708	KYBEKO SK s.r.o.	35909722	prevádzka	BLATNÉ	Stacionárne	R12
1709	ROMAG spol. s r.o.	34117300	prevádzka - staré vozidlá (+ elektroodpad)	SENEC	Stacionárne	R12, R13

1710	Martin Augustín Autovrakovisko MATTY	43786936	prevádzka - spracovanie starých vozidiel	IGRAM	Stacionárne	R12, R13
1728	AVE Bratislava s.r.o.	35939443	prevádzka 1 - zberný dvor	BRATISLAVA - VRAKUŇA	Stacionárne	R12, R13
1729	CSOKO s.r.o.	35800275	prevádzka 1	BRATISLAVA - PODUNAJSKÉ BISKUPICE	Stacionárne	R12, R13
1730	SLOVAKIA ASFALT s.r.o.	17308615	prevádzka 1	BRATISLAVA - PODUNAJSKÉ BISKUPICE	Stacionárne	R05
1731	RECOPAP s.r.o.	35877251	prevádzka 3 - areál Spaľovne komunálneho odpadu vo Vlčom hrdle	BRATISLAVA - RUŽINOV	Stacionárne	R12, R13
1734	Miroslav Lackovič - HELIOS	11651237	prevádzka	BRATISLAVA - RAČA	Stacionárne	R12
1735	PLASTIC FOLIES s.r.o.	35765437	prevádzka	BRATISLAVA - VRAKUŇA	Stacionárne	R03, R13
1736	KOL - EKO, spol. s r.o.	31394388	prevádzka - zber odpadov	BRATISLAVA - DEVÍNSKA NOVÁ VES	Stacionárne	R13
1743	AM GROUP SK, s.r.o.	36690325	prevádzka	BRATISLAVA - PETRŽALKA	Stacionárne	R05, R12, R13
1795	EKO-SALMO, s.r.o.	31359647	prevádzka 4	BRATISLAVA - PODUNAJSKÉ BISKUPICE	Stacionárne	R12, R13
1796	Odvoz a likvidácia odpadu a.s.	681300	prevádzka 2 - triedenie PET fľaš	BRATISLAVA - VRAKUŇA	Stacionárne	R12
1907	BIOPRODUKT Dunajský Klátov, s. r. o.	36275662	RESTA MZA 4600	DUNAJSKÝ KLÁTOV	Stacionárne	R12
1908	BIOPRODUKT Dunajský Klátov, s. r. o.	36275662	RESTA MZA 4300	DUNAJSKÝ KLÁTOV	Stacionárne	R12
1943	Castor & Pollux , a. s.	31405061	Úprava plastových odpadov	BRATISLAVA - STARÉ MESTO	Stacionárne	R03, R12, R13
2026	WIP Autovrakovisko, s.r.o.	35849355	prevádzka 2	BRATISLAVA - RUŽINOV	Stacionárne	R04
2028	Štefan Németh- NEOF	11698527	prevádzka - spracovanie starých vozidiel	VEĽKÉ DVORNÍKY	Stacionárne	R12, R13
2029	WIP Autovrakovisko, s.r.o.	35849355	prevádzka 3 - spracovanie starých vozidiel	ŠAMORÍN	Stacionárne	R12, R13
2066	REMAS Servis s.r.o.	35760303	prevádzka	BRATISLAVA - RAČA	Stacionárne	R12, R13

Tabuľka 18 - Zariadenia na materiálové zhodnocovanie odpadov na území ZOHŽO (Zdroj: http://app.sazp.sk/zhodnocovanie_odpadov/)

ID.	PREVÁDZKOVATEĽ	IČO	PREVÁDZKA	OBEC	TYP ZARIADENIA	R-KÓDY
271	OSPRA INVEST, s.r.o.	31352979	prevádzka 2	ROVINKA	Stacionárne	R03
552	TRIADA ODPAD, s.r.o.	34122303	mobilné zariadenie	KVETOSLAVOV	Mobilné	R05
2029	WIP Autovrakovisko, s.r.o.	35849355	prevádzka 3 - spracovanie starých vozidiel	ŠAMORÍN	Stacionárne	R12, R13

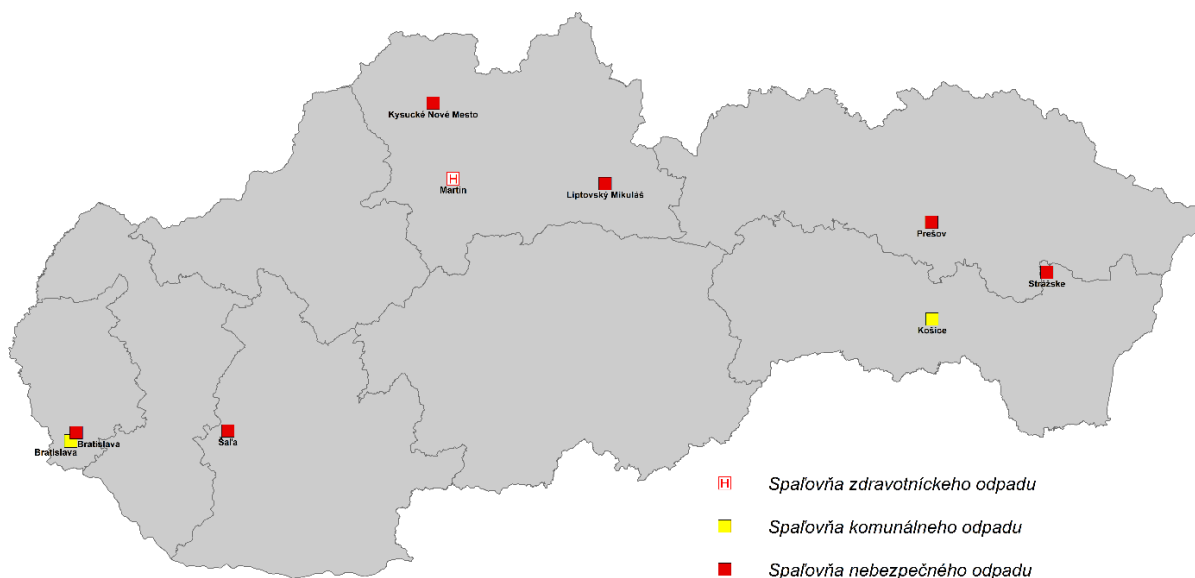
5.2 ZARIADENIE NA ENERGETICKÉ ZHODNOCOVANIE ODPADU

Zariadenie na energetické zhodnocovanie odpadov odpad spaľuje. Pri tepelnom spracovaní odpadu vzniká veľké množstvo tepla. Pri termickom zhodnocovaní odpadu sa v kotle dosahuje teplota od 900 do 1 100 °C. Toto teplo je vo výparníkoch odovzdané napájacej vode. Tá sa mení na prehriatu paru s teplotou 400 – 500 °C a tlakom 4 – 5 Mpa.

Vzniknuté teplo možno využiť rôznymi spôsobmi. V súčasnosti sa využíva na výrobu elektrickej energie, tepla pre vykurovanie, chladu pre chladenie priemyselných a kancelárskych priestorov a najnovšie aj na zachytávanie CO₂. Najefektívnejším spôsobom využitia je priama dodávka tepla spotrebiteľom, či už vo forme pary, alebo ešte modernejšie vo forme teplej vody. V takomto prípade môže byť energetická efektivita ZEVO na úrovni vyše 80 %. Ďalším spôsobom využitia energie z odpadu je výroba elektrickej energie, tam sa efektivita pohybuje okolo 25 %. Z toho je zjavné, že pre najlepšie využitie energie z odpadu je nevyhnutná kombinácia výroby tepla a elektriny. Slovensko má obrovskú výhodu rozšírenia centrálnych systémov pre zásobovanie teplom, ktoré sa u nás začali využívať už od 60. rokov, západná Európa tieto systémy buduje teraz, s výnimkou škandinávskych krajín, ktoré sú priekopníkmi tejto metódy distribúcie tepla.

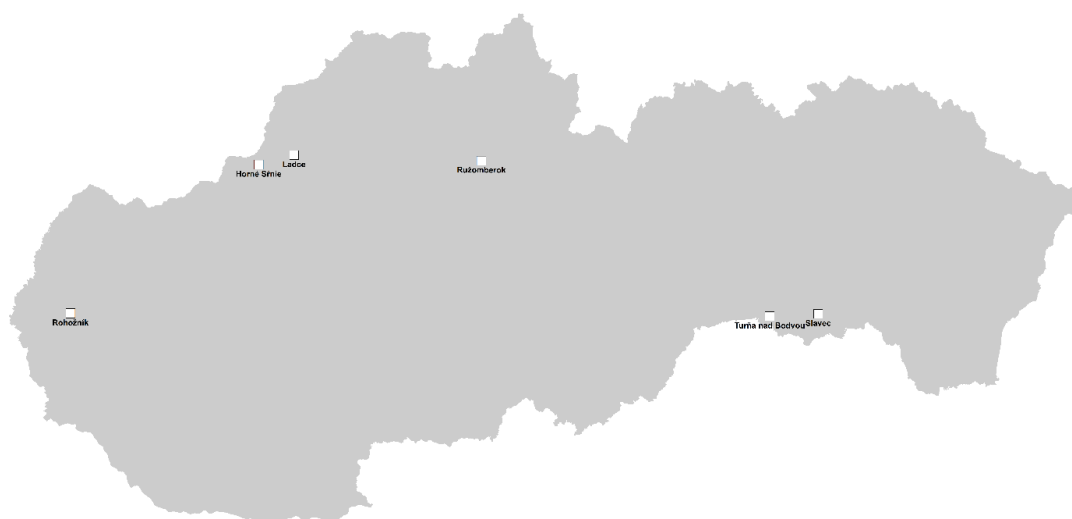
5.2.1 Dostupnosť zariadení

V roku 2019 bolo v SR prevádzkovaných 9 spaľovní odpadov. Na komunálny odpad slúžia dlhodobo dve spaľovne odpadov, prevádzkované ako zariadenia na energetické zhodnocovanie odpadov. Spolu poskytujú ročnú kapacitu na energetické zhodnocovanie 315 300 ton odpadu.



Obrázok 33 - Rozmiestnenie spaľovní odpadov prevádzkovaných v SR v roku 2019 (Zdroj: MŽP SR)

Spoluspaľovanie odpadov je vykonávané v piatich spoločnostiach: CRH (Slovensko) a.s., CEMMAC a.s., Považská cementáreň a.s. Ladce, Carmeuse Slovakia s.r.o. a Mondi SCP, a.s. Celkovo sa jedná o šesť prevádzok na spoluspaľovanie odpadov, keďže spoločnosť CRH (Slovensko) a.s. prevádzkuje 2 zariadenia, v Rohožníku a v Turni nad Bodvou. Spoločnosť Mondi SCP, a.s. vykonáva spoluspaľovanie vlastných kalov a nepreberá do zariadenia odpad od externých dodávateľov.



Obrázok 34 - Rozmiestnenie zariadení na spoluspaľovanie odpadov prevádzkovaných v SR v roku 2018 (Zdroj: MŽP SR)

5.2.2 Zoznam spaľovní a zariadení na spoluspaľovanie odpadov r. 2019

Tabuľka 19 - spaľovne odpadov kapacita $\geq 2t/hod$ - komunálny odpad (Zdroj:SAŽP)

PREVÁDZKOVATEĽ	UMIESTNENIE	KAPACITA(t/h)
Odvoz a likvidácia odpadu, a. s.	Vlčie hrdlo, Bratislava	32,7
Kosit, a.s.	Košice	10

Tabuľka 20 - spaľovne odpadov kapacita $\geq 2t/hod$ - priemyselný odpad (Zdroj:SAŽP)

PREVÁDZKOVATEĽ	UMIESTNENIE	KAPACITA(t/h)	KAPACITA
Slovnaft, a. s.	Vlčie hrdlo, Bratislava	3,7	28 500 t/r (20 % kal)

Tabuľka 21 - spaľovne odpadov kapacita $< 2t/hod$ - komunálny odpad (Zdroj:SAŽP)

PREVÁDZKOVATEĽ	UMIESTNENIE	KAPACITA(t/h)	KAPACITA
FCC Slovensko, s. r. o.	Kysucké Nové Mesto	0,4	1500 t/rok

Tabuľka 22 - spaľovne odpadov kapacita $< 2t/hod$ - priemyselný odpad (Zdroj:SAŽP)

PREVÁDZKOVATEĽ	UMIESTNENIE	KAPACITA(t/h)	KAPACITA
Duslo, a. s.	Šaľa	1,26	10 000 t/rok 30,5 t/deň
Light Stabilizers, s.r.o.	Strážske	0,18	
Fecupral, s.r.o.	Prešov	0,15	
Archív SB, s.r.o.	Liptovský Mikuláš	0,1458	3500 kg/deň

Tabuľka 23 - spaľovne odpadov kapacita $< 2t/hod$ - nemocničný odpad (Zdroj:SAŽP)

PREVÁDZKOVATEĽ	UMIESTNENIE	KAPACITA(t/h)	KAPACITA
Nemocnica s poliklinikou	Bojnice	0,05	1200kg/deň
Univerzitná nemocnica	Bratislava	0,337	
Univerzitná nemocnica	Martin	0,098	336 t/rok
Nemocnica s poliklinikou	Myjava	0,06	500 kg/deň
Fakultná nemocnica	Nitra	0,06	1200 kg/deň
Fakultná nemocnica	Trenčín	0,12	

Tabuľka 24 - spaľovne odpadov kapacita $< 2t/hod$ - odpad: kafilérne tuky (Zdroj:SAŽP)

PREVÁDZKOVATEĽ	UMIESTNENIE	KAPACITA(t/h)
VAS s.r.o.	Mojšová Lúčka	0,44

Tabuľka 25 - zariadenia na spoluspaľovanie odpadov (Zdroj:SAŽP)

PREVÁDZKOVATEĽ	UMIESTNENIE	KAPACITA(t/h)
CRH, a. s.	Rohožník	rotačná pec portlanský cement 32 t/h rotačná pec – biely cement – 2,5 t/h
	Turňa nad Bodvou	tuhé alternatívne palivo –9 t/h
Carmeuse Slovakia, s.r.o	Košice - Šaca	rotačná pec 1, 2, 3, 4 – tuhé alternatívne palivo - 7,2t/h
Cemmac, a. s.	Horné Slnie	nebezpečné odpady – 5500 t/rok nie nebezpečné odpady – 60 000 t/rok
Považská cementáreň, a. s.	Ladce	nebezpečné odpady – 5 t/hod, 10 000 t/rok nie nebezpečné odpady – 80 000 t/rok, z toho: a) povolené zložky spoluspaľovaných tuhých upravených odpadov – 12 t/hod, 70 000 t/rok b) povolené zložky spoluspaľovaných odpadov na biologickej báze – 9 t/hod, 35 000 t/rok c) povolené zložky spoluspaľovaných odpadov na živočíšnej báze –9 t/hod, 50 000 t/rok d) povolené zložky spoluspaľovaných odpadov charakteru práškového uhlia – 6 t/hod, 25 000 t/rok e) povolené zložky spoluspaľovaných odpadov na báze gumy – 4 t/hod, 10 000 t/rok
Mondi SCP, a. s.	Ružomberok	28 501 t. vzd.s./rok

5.3 BIOPLYNOVÉ STANICE

Na rastúcom slovenskom trhu s obnoviteľnými zdrojmi energie sa do roku 2013 významnejšie presadzovali aj investície do bioplynových staníc. V roku 2014 však nastal zásadný útlm v ich inštalovaní.

V nasledujúcom prehľade uvádzame zoznam pripojených elektrární z bioplynu v SR podľa informácií od Úradu pre reguláciu sieťových odvetví z júla 2015, spolu s popisom celkového inštalovaného výkonu, lokalizácie bioplynovej stanice a technológie.

Na rastúcom slovenskom trhu s obnoviteľnými zdrojmi energie sa do roku 2013 významnejšie presadzovali aj investície do bioplynových staníc. V roku 2014 však nastal zásadný útlm v ich inštalovaní.

V nasledujúcom prehľade uvádzame zoznam pripojených elektrární z bioplynu v SR podľa informácií od Úradu pre reguláciu sieťových odvetví z júla 2015, spolu s popisom celkového inštalovaného výkonu, lokalizácie bioplynovej stanice a technológie.



Obrázok 35 – Bioplynová stanica

Najväčší výkon má zariadenie spoločnosti KOMPALA a.s. umiestnené v Badíne, s výkonom 7,030 MW, nasledované spoločnosťou Alternative Energy, s.r.o. v Bošanoch (2,830 MW). Ďalšími v poradí sú AT GEMER, spol. s r.o. (lokalita Dubník), Bioplyn Rozhanovce, s.r.o. (lokalita Rozhanovce) a Roľnícke družstvo v Plavnici (lokalita Plavnica) s výkonom po 1 MW.

Tabuľka 26 – Zoznam zariadení na výrobu bioplynu v Bratislavskom a Trnavskom kraji
(Zdroj: https://www.svps.sk/zvp/Zoznamy_schvalene.asp?cmd=resetall&Zoznamy=1774&Sekcia=1706&Cinnost=BIOGP&Podsekcia=0)

Schvaľovacie číslo	Názov	Mesto	Okres	Činnosti a výrobky	Pridružené činnosti
BS-HC16SK	Bioplynová stanica - farma Sasinkovo	Sasinkovo	Hlohovec	BIOGP / BIOG, BIOR	
BS-PN17SK	Bioplynová stanica - Spoločné poľnohospodárske družstvo Veselé	Dubovany	Piešťany	BIOGP / BIOG, BIOR	
BS-PN18SK	Bioplynová stanica Bio Ren Prašník	Pustá Ves	Piešťany	BIOGP / BIOG, BIOR	
BS-SC44SK	bioplynová stanica BPS Senec, s.r.o.	Senec	Senec	BIOGP / BIOG	
BS-DS59SK	Bioplynová stanica Gabčíkovo	Gabčíkovo	Dunajská Streda	BIOGP / BIOG, MANU	TRANS

BS-GA28SK	Bioplynová stanica Kráľov Brod	Kráľov Brod	Galanta	BIOGP / BIOG, MANU	COLL, TRANS
BS-DS75SK	Bioplynová stanica Nový Dvor	Veľký Meder	Dunajská Streda	BIOGP / BIOG, BIOR	TRANS
BS-TT71SK	Bioplynová stanica RUPOS,s.r.o.	Ružindol	Trnava	BIOGP / BIOG, BIOR	
BS-GA24SK	Bioplynová stanica Sládkovičovo	Sládkovičovo	Galanta	BIOGP / BIOG	TRANS
BS-GA26SK	Bioplynová stanica Sládkovičovo	Košúty	Galanta	BIOGP / BIOG, BIOR	TRANS
BS-GA25SK	Bioplynová stanica Sládkovičovo II. etapa	Košúty	Galanta	BIOGP / BIOG	TRANS
BS-SE37SK	Bioplynová stanica Smolinské	Smolinské	Senica	BIOGP / BIOG	
BS-GA23SK	Bioplynová stanica Šintava	Šintava	Galanta	BIOGP / BIOG	TRANS
BS-DS76SK	Bioplynová stanica Vrbina	Čiližská Radvaň	Dunajská Streda	BIOGP / BIOG, BIOR	TRANS
BS-BA31SK	Kalové, plynové a energetické hospodárstvo (KP a EH) pri ČOV Bratisla - Petržalka	Bratislava	Bratislava 5	BIOGP / BIOG, DIGR	
BS-BA30SK	Kalové, plynové a energetické hospodárstvo (KP a EH) pri ČOV Bratislava - Devínska Nová Ves	Bratislava	Bratislava 4	BIOGP / BIOG, DIGR	
BS-SE13SK	Kalové, plynové a energetické hospodárstvo (KP EH) pri ČOV Senica	Senica	Senica	BIOGP / BIOG, DIGR	

6 ZÁVER

Cieľom bola sumarizácia informácií a údajov o existujúcich zariadeniach na zhodnocovanie odpadov a to tak materiálového zhodnocovania odpadov ako aj energetického zhodnocovania odpadov. Na základe uvedených informácií je možné plánovať spôsob nakladania s jednotlivými zložkami komunálnych odpadov za účelom splnenia cieľov do roku 2035 a to hlavne odklon odpadov od skládkovania. K odklonu môže prispieť aj dobudovanie nových zariadení na zhodnocovanie odpadov a správna motivácia podnikateľských subjektov na ich budovaní.

Táto práca bola podporovaná projektom NAREG, ktorá je spolufinancovaná z Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci operačného programu INTERREG V-A SK-AT.



Interreg
Slovakia-Austria
European Regional Development Fund



NAREG

LITERATÚRA

- BODÍKOVÁ, E. JANČÁRIK, A. KOHÚT, M. 2013, *Možnosti energetického zhodnocovania odpadov v SR*, Konferencia TOP 2013, st. 437-444, ISBN 978-80-227-3955-9
- ČERMÁK, O. 2007, *Odpadové hospodárstvo - Spôsoby zberu a odstraňovania odpadov*, STU Bratislava 2007, 106 strán, ISBN 978-80-227-2662-7
- ČERMÁK, O. 2009, *Odpadové hospodárstvo*. STU Bratislava 2009, 134 strán, ISBN 978-80-227-3101-0
- ČERMÁK, O. a kol. 2008, *Životné prostredie*, STU Bratislava 2008, ISBN 978-80-227-2958-1
- DIVIZE SVOZ ODPADU, © 2018 SAKO Brno a.s., [ONLINE], Dostupné na: <https://www.sako.cz/>
- DIVIZE SVOZ ODPADU, *Energetické využití odpadu* © 2018 SAKO Brno a.s., [ONLINE], Dostupné na: <https://www.sako.cz/pro-brnaky/cz/801/energeticke-vyuziti-odpadu/>
- DŽUGA, T. MACÁK, J. NIKODÝM, A. ZUŠŤÁK, L. *Spracovanie odpadu*, [ONLINE], Dostupné na: http://www.1sg.sk/www/data/01/projekty/2017_2018/legends/odpad/spracovanie.html
- ECO HERO MAGAZIN, *Vplyv odpadu na klimatickú zmenu*, © 2021 EcoHero Magazine, [ONLINE], Dostupné na: <http://ecoheromagazine.com/vplyv-odpadu-na-globalne-oteplovanie/>
- ENVI – PAK, 2003-2021 © Organizácia zodpovednosti výrobcov (OZV) ENVI – PAK, [ONLINE], Dostupné na: <https://envipak.sk/>
- ENVIROPORTAL.SK, *Produkcia odpadu a nakladanie s odpadom v SR*, © 2005 - 2021 www.enviroportal.sk, [ONLINE], Dostupné na: <http://cms.enviroportal.sk/odpady/verejne-informacie.php?rok=B-2010&kr=v&kat%5b%5d=200139>
- ENVIROPORTAL.SK, *Slovenská agentúra životného prostredia*, © 2005 - 2021 www.enviroportal.sk, [ONLINE], Dostupné na: <https://www.enviroportal.sk/>
- ENVIROPORTAL.SK, *Zoznam spaľovní a zariadení na spoluspaľovanie odpadov r. 2019*, © 2005 - 2021 www.enviroportal.sk, [ONLINE], Dostupné na: <https://www.enviroportal.sk/ovzdušie/zoznam-spalovni-a-zariadeni-na-spoluspalovanie-odpadov-r-2019>
- EUR – Lex, *Úrad pre vydávanie publikácií Európskej únie*, Oddelenie pre EUR-Lex a právne informácie, © Európska únia, 1998 – 2021, [ONLINE], Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>

FERDREVO, PP-TREND, spol. s.r.o., © 2020 Fer drevo, [ONLINE], Dostupné na:

<https://www.ferdrevo.sk/produkt/brikety-puky/>

FINANMIR. DREVENE PELETY, [ONLINE], Dostupné na: <http://finanmir.ru/drevene-pelety/>

GALLOVIČ, P. a kol. 2013, *Praktická príručka o odpadoch a obaloch "Zákon o odpadoch a obaloch v praxi"*, Verlag Dashöfer 2013, 1732 strán

GAŠPARÍKOVÁ, B. GALLOVIČ, P. 2006, *Nakladanie s odpadmi v Slovenskej republike*. EPOS, Bratislava 2006, 640 strán, ISBN 80-8057-691-2

HÖLTER, H. AUGUSTÍNOVÁ, E. 2000, *Energetické využitie komunálneho odpadu – metóda kombinovaného spaľovania uhlia a odpadu*, Acta Montanistica Slovaca 2000, Ročník 5, st. 6-10.

HORBAJ, P. TZB-INFO.sk 2003, *Energetický potenciál bioplynu v SR*, © Topinfo s.r.o. 2001-2021 [ONLINE], Dostupné na: <https://www.tzb-info.cz/1540-energeticky-potencial-bioplynu-v-sr>

CHRIAŠTEĽ, L. 2000, *Recyklácia odpadov*. STU Bratislava 2000, 102 strán, ISBN80-227-1403-8

IMRIŠ, I. KLENOVČANOVÁ, A. TZB-INFO.sk 2001, *Splynovanie odpadov v plazmovej peci*, © Topinfo s.r.o. 2001-2021 [ONLINE], Dostupné na: <https://www.tzb-info.cz/600-splynovanie-odpadov-v-plazmovej-peci>

INTECH ENERGO, Intech Slovakia, s. r. o., 2014 © Copyright - Intechenergo.sk - SQUELLA Company, s.r.o., [ONLINE], Dostupné na: <http://www.intechenergo.sk/>

JANDAČKA, J. KADUCHOVÁ, K. LENHARD, R. VANTÚCH, M. PILÁT, P. NEMEC, P. HOLUBČÍK, M. ČAJA, A. SMATANOVÁ, H. 2014, *Produkcia komunálneho odpadu*, 115 strán, [ONLINE], Dostupné na: http://ket.uniza.sk/images/fotogaleria/projekty/dokumenty/Studia_7_final.pdf

JANDAČKA, J. LENHARD, R. KADUCHOVÁ, K. SMATANOVÁ, H. VANTÚCH, M. ČAJA, A. NEMEC, P. HOLUBČÍK, M. PILÁT, P. 2014, *Energetické využitie komunálneho odpadu*, 169 strán, [ONLINE], Dostupné na: http://ket.uniza.sk/images/fotogaleria/projekty/dokumenty/Energeticke_vyuzitie_komunalneho_odpadu_2014.pdf

KAČÍK, F. KAČÍKOVÁ, D. 1998, *Fyzikálna chémia a fyzikálno-chemické analytické metódy*, Učebné texty, TU Zvolen, 1998

KŇAZEOVÁ, K. 2008, *Energetické zhodnocovanie odpadov - Bakalárska práca*, Nitra 2008, [ONLINE], Dostupné na: <http://www.slpk.sk/eldo/zp/2008/fesrr/fesrr2008-katarinaknazeova-bc597827.pdf>

- KROPÁČEK, I., HABART, J. 2005, *Mechanicko-biologická úprava odpadov. Kompostovanie – príručka o zbere a zhodnocovaní biologických odpadov*, Priatelia Zeme – SPZ Košice 2005
- KUŠNÍR, M. IMRIŠ, I. 2014, *Zhodnocovanie odpadov plazmou*, Konferencia TOP 2014, st. 437-444, ISBN 978-80-227-4174-3.
- LADOMERSKÝ, J. HRONCOVÁ, E. 2014, *Spracovanie dát, návrhov, analýz a výpočtov pre rôzne varianty energetického využitia komunálneho odpadu v Žilinskom kraji*, Zvolen, 2014.
- LANGOVÁ, N. 2005, *Tvorba, využívanie a spracovanie bioplynu*, Brno 2005, [ONLINE], Dostupné na: <https://eu.fme.vutbr.cz/file/Sbornik-EnBio/2005/25-Langova.pdf>
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SR, *Program odpadového hospodárstva SR 2021 – 2025*, [ONLINE], © MŽP SR, Dostupné na: <https://www.minzp.sk/uradna-tabula/ine/program-odpadoveho-hospodarstva-sr-2021-2025.html>
- MOŇOK, B. PRIATELIA ZEME – SPZ 2014, *Mechanicko-biologická úprava odpadov*, [ONLINE], Dostupné na: <http://www.priateliazeme.sk/spz/informacie/mechanicko-biologicka-uprava-odpadov>
- NSWAI.org, © 2018 - NSWAI Head Office, [ONLINE]m Dostupné na: <https://www.nswai.org/>
- ODKAZ PRE STAROSTU, *Jastrabia-Zeleň a životné prostredie-iné*, © 2021 www.odkazprestarostu.sk, [ONLINE], Dostupné na: <https://www.odkazprestarostu.sk/senec/podnety/72667/jastrabia-zelen-a-zivotne-prostredie-ine>
- ODPADYPORTAL.SK, *Hierarchia odpadového hospodárstva*, © 2009 - 2020 Property & Enviroment s.r.o., [ONLINE], ISSN 1338-1326, Dostupné na: <https://www.odpady-portal.sk/Dokument/101408/hierarchia-odpadoveho-hospodarstva.aspx>
- ODPADYPORTAL.SK, *Katalóg odpadov*, © 2009 - 2020 Property & Enviroment s.r.o., [ONLINE], ISSN 1338-1326, Dostupné na: <https://www.odpady-portal.sk/Dokument/100124/katalog-odpadov.aspx>
- ODPADYPORTAL.SK, PROPERTY & ENVIRONMENT s. r. o., © 2009 - 2020 Property & Enviroment s.r.o., [ONLINE], ISSN 1338-1326, Dostupné na: <https://www.odpady-portal.sk/>
- OLO, *Energetické zhodnocovanie odpadov a trendy v EU*, © 2021 OLO, [ONLINE], Dostupné na: <https://www.olo.sk/historia-zevo/emisie-a-vplyv-na-zivotne-prostredie/>
- PRIATELIA ZEME – SPZ, © Priatelia Zeme – SPZ, [ONLINE], Dostupné na: <http://www.priateliazeme.sk/spz/titulka>
- PROGRAM ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA Slovenskej republiky na roky 2021-2025, © 2005 - 2021 www.enviroportal.sk, [ONLINE], Dostupné na:

<https://www.enviroportal.sk/sk/eia/detail/program-odpadoveho-hospodarstva-slovenskej-republiky-na-roky-2021-2025>

PROGRAM PREDCHÁDZANIA VZNIKU ODPADU Slovenskej republiky na roky 2019 – 2025, 2018, [ONLINE], Dostupné na: <https://www.forum-media.sk/premium/ecos-online/data-2021-3-19-1331/doc/b-07-02.pdf>

QINTEC S.R.O. 2011, *Návrh na spracovanie a reálne energetické využitie komunálneho odpadu v rámci TTSK*, Copyright 2011 © Qintec s.r.o., [ONLINE], Dostupné na: <https://portal.trnava-vuc.sk/documents/10180/161258/N%C3%A1vrh%20na%20energetick%C3%A9%20vyu%C5%BEitie%20komun%C3%A1lneho%20odpadu%20v%20r%C3%A1mci%20TTSK.pdf/604f57b0-02a7-495f-aefd-d83ba32fd061>

QUARK.sk, *Kráska, čo spaľuje*, © 2021 Quark - Magazín o vede a technike, [ONLINE], Dostupné na: <https://www.quark.sk/kraska-co-spaluje/>

SAZP, *Register zariadení na zhodnocovanie odpadov*, [ONLINE], Dostupné na: http://app.sazp.sk/zhodnocovanie_odpadov/

SEPARUJ ODPAD, Portál separuj odpad © Muntech 2008, [ONLINE], Dostupné na: <http://www.separujodpad.sk/>

SCHIESTL, *Komorová pyrolýzní spalovna - Model GG*, ©SCHIESTL, [ONLINE], Dostupné na: <http://www.schiestl.cz/katalog/Komorova-pyrolyzni-spalovna-Model-GG>

SIMANOV, V. 1995, *Energetické využívaní dříví*, Terrapolis Olomouc 1995, 115 strán.

SLOV-Lex, *Úrad vlády Slovenskej republiky*, Redakcia Slov-Lex, [ONLINE], Dostupné na: <https://www.slov-lex.sk/domov>

STAVIMEX, STAViMEX Slovakia, a. s., [ONLINE], Dostupné na: <http://www.stavimex.sk/klasika.php>

STOIBER, H. KURZ, G. HALÁSZ, L. CHOVANEC, J. ŠIMKOVICOVÁ, V. 2020, *Biela kniha Energetického zhodnocovania odpadov v Slovenskej republike*, Bratislava 2020, 136 strán, [ONLINE], ISBN 978-80-570-2270-1, Dostupné na: <https://www.ewia.sk/wp-content/uploads/2021/03/biela-kniha.pdf>

ŠOOŠ, Ľ. 2007, *Odpady 1 – Environmentálne technológie*, STU 2007, 162 strán, ISBN 8022726276

ŠVPS SR, *Štátna veterinárna a potravinová správa Slovenskej republiky*, Schválené prevádzkarne - SEKCIA VI. - Zariadenia na výrobu bioplynu, [ONLINE], Dostupné na: https://www.svps.sk/zvp/Zoznamy_schvalene.asp?cmd=resetall&Zoznamy=1774&Sekcia=1706&Cinnost=BIOGP&Podsekcia=0

TUREKOVÁ, I. DOMINIKA OČENÁŠOVÁ, D. RUSKO, M. *Spaľovanie odpadov z pohľadu environmentálnej bezpečnosti*, Dostupné na: <https://www.sszp.eu/>

ÚRAD PRE NORMALIZÁCIU, METROLÓGIU A SKÚŠOBNÍCTVO Slovenskej republiky, Portál noriem, © 2019, [ONLINE], Dostupné na: <https://normy.unms.sk/>

ÚSTAV CHEMICKÉHO A ENVIRONMENTÁLNEHO INŽINIERSTVA, FCHPT STU Bratislava 2010, *Zborník – odborné semináre*, © Ústav chemického a environmentálneho inžinierstva FCHPT STU v Bratislave, vo vydavateľstve VÚP – NOI, Bratislava ako účelová publikácia pre potreby odborného, Bratislava 2010, [ONLINE], ISBN 978-80-89088-88-1, Dostupné na: <http://kchbi.chtf.stuba.sk/cevoze/doc/pod6/Zbornik%20komplet%20zamknuty.pdf>

VÁŇA, J. 2003, *Mechanicko-biologická úprava odpadů*, Dostupné na: <https://biom.cz/>

VSSR.SK, *Stimuly pre uplatňovanie hierarchie odpadového hospodárstva*, S-EPI, s.r.o. © 2012, [ONLINE], ISSN 2644-531 X, Dostupné na: <https://www.vssr.sk/clanok-z-titulky/stimuly-pre-uplatnovanie-hierarchie-odpadoveho-hospodarstva-2.htm>

VYHLÁŠKA 365/2015 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov, [ONLINE], Dostupné na: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2015/365/20180101>

WITTMAYER, M. 2002, *Mechanical-biological treatment of municipal waste*, Institut für Kreislufwirtschaft GmbH, Bremen 2002

ZÁKON 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

ZÁKON 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov