

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

128726

BAKALÁRSKA PRÁCA

2010

Drahomíra Karasová

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**BIOLOGICKÉ A TECHNICKÉ PODMIENKY
NAKLADANIA S ODPADMI**

Bakalárska práca

Študijný program:	poľnohospodárska technika a komerčné činnosti
Študijný odbor:	5.2.46 poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra výrobnjej techniky
Školiteľ:	Ing. Jana Švenková, PhD.

Nitra, 2010

Drahomíra Karasová

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Drahomíra Karasová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „*Biologické a technické podmienky nakladania s odpadmi*“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 15. apríla 2010

Pod'akovanie

Touto cestou vyslovujem pod'akovanie Ing. Jane ŠVENKOVEJ, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovávaní mojej bakalárskej práce.

Abstrakt

Dlhoročné nešetrné využívanie prírodných zdrojov, rozsiahle znečisťovanie zložiek životného prostredia (ovzdušia, vody a pôdy) a nevyvážené zásahy človeka do prírody a krajiny vedú k zhoršeniu kvality životného prostredia na celom svete. Odpady z domácností, poľnohospodárstva a priemyslu majú stále väčší negatívny vplyv a dopad na zdravie ľudí, krajinu a životné prostredie. Nielen spoločnosť, ale každý z nás nesie zodpovednosť za životné prostredie voči budúcim generáciám.

Jednou z činností zameraných na ochranu životného prostredia je odpadové hospodárstvo, ktorého prioritami na roky 2007 až 2013 v SR je: prevencia vzniku odpadov, znižovanie nebezpečných vlastností odpadov, materiálové a energetické zhodnocovanie odpadov a najmä bezpečné zneškodňovanie odpadov.

Predložená bakalárska práca je venovaná problematike biologických a technických podmienok nakladania s odpadmi, ako jednej z priorít odpadového hospodárstva.

Cieľom práce bolo vypracovanie literárnej štúdie o súčasnom stave riešenej problematiky doma a v zahraničí a získanie najnovších dostupných poznatkov v oblasti biologických a technických podmienok nakladania s odpadmi s cieľom poskytnúť čitateľovi komplexný pohľad na uvedenú problematiku.

Kľúčové slová: odpadové hospodárstvo, nakladanie s odpadmi, biologické metódy, materiálové a ekonomické zhodnocovanie odpadov, logistika odpadového hospodárstva

Abstract

Long-time inconsiderate utilisation of natural resources, wide pollution of components of the environment (air, water and soil) and imbalanced human activities to the nature lead to worsening of quality of environment all over the world. Domestic, agricultural and industrial wastes have still larger negative influence to human health and environment. Not only society as whole, but all of us have responsibility for a state of the environment, to deliver it to the future generations.

One of activities aimed to protection of the environment is a waste management, which priorities for the years 2007 - 2013 in Slovakia are as follows: prevention against waste production, decreasing of number and range of harmful properties of wastes, utilisation of wastes for energy and goods production purpose and safe liquidation of wastes in particular.

Presented bachelor work is engaged in biological and technical conditions of waste treatment as one of priorities of waste management.

The aim of the work was to compile literature review of present status in given area in Slovakia and in abroad and acquisition of the latest accessible information in the area of biological and technical conditions of waste treatment to provide reader exhaustive view on mentioned problems.

Key words: waste management, waste treatment, biological methods, material and economical utilisation of wastes, logistics of waste management

Obsah

ÚVOD _____	9
1. CIEĽ PRÁCE _____	11
2. METODIKA PRÁCE _____	12
3. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ _____	13
3.1 História nakladania s odpadmi _____	13
3.2 Odpadové hospodárstvo a základné pojmy _____	16
3.2.1 Druhy odpadov _____	18
3.2.2 Bilancia vzniku odpadov _____	21
3.2.3 Dôsledky rastu odpadov a jeho riešenie _____	23
3.3 Nakladanie s odpadmi _____	25
3.4 Biologické metódy nakladania s odpadom _____	28
3.5 Legislatíva odpadového hospodárstva _____	49
3.6 Nakladanie s biologickým odpadom v Európskej únii _____	52
3.6.1 Súčasný stav v oblasti nakladania s biologickým odpadom v členských štátoch EÚ _____	53
3.6.2 Súčasný stav a stratégia nakladania s biologickým odpadom v SR _____	54
4. DISKUSIA _____	58
5. ZÁVER _____	60
6. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY _____	63

Zoznam skratiek a značiek

BAT	– najlepšia dostupná technika (Best Available Technique)
BO	– biologický odpad
BREF	– referenčný dokument k najlepším dostupným technikám (Reference Document on Best Available Techniques)
BRO	– biologicky rozložiteľné odpady
BRKO	– biologicky rozložiteľné komunálne odpady
ČMS	– čiastkový monitorovací systém
EÚ	– Európska únia
EIPPCB	– Európska kancelária IPKZ (European IPPC Bureau)
IPKZ	– Integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania
PET	– polyetyléntereftalát
POH	– Program odpadového hospodárstva
PCB	– polychlórované bifenyly
POPs	– perzistentné organické látky
RISO	– Regionálny informačný systém o odpadoch
MBÚ	– mechanicko-biologická úprava
Mt	– milión ton
MŽP SR	– Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
SAŽP	– Slovenská agentúra životného prostredia – Centrum odpadového hospodárstva a Bazilejského dohovoru

ÚVOD

Pri nakladaní s odpadmi alebo inom zaobchádzaní s nimi je každý povinný chrániť zdravie ľudí a životné prostredie (§ 18 ods. 1 zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov). Odpady sú produktom ľudskej spoločnosti a vznikajú prakticky pri každej ľudskej činnosti, vo výrobnnej i v spotrebiteľskej sfére. S hustotou osídlenia územia a s intenzifikáciou výroby problém vzniku, odstraňovania a likvidácie odpadov rôzneho druhu narastá. Ich vznik a hromadenie predstavuje výrazný zásah do životného prostredia, pretože obsahujú látky, ktoré často ohrozujú kvalitu vôd, ovzdušia a pôdy. Tieto látky prenikajú do rastlín a cez potravinový reťazec voľne žijúcej zveri a človeka ohrozujú zdravotný stav a život nielen ľudskej populácie, ale i ostatných živočíchov.

Ochrana životného prostredia je nevyhnutná pre zabezpečenie kvality života súčasných aj budúcich generácií. Jednou z činností zameraných na ochranu životného prostredia je odpadové hospodárstvo, ktoré sa snaží o predchádzanie a obmedzovanie vzniku odpadov a znižovanie ich nebezpečnosti. Riešenie problému odpadov je možné za predpokladu zosúladenia technickej otázky s otázkami ekonomickými a ekologickými so zvláštnym zreteľom na hygienické zásady. Tam, kde u odpadov nie je možné ďalšie ekonomické využitie, musí nastúpiť cesta úplnej likvidácie. Sektor správneho nakladania a hospodárenia s odpadmi má jedno z prioritných postavení, pretože v súčasnosti vo vyspelom svete predstavuje využívanie odpadov ako zdroja druhotných surovín už významný ekonomický prínos. Správne nakladanie a hospodárenie s odpadmi sa preto stáva rovnako dôležitým problémom, ako zabezpečenie základných životných potrieb. Okrem toho, stále väčší význam nadobúda využívanie odpadov ako zdroja druhotných surovín, v prípade vyššieho zhodnotenia, je zdrojom polovýrobkovej a výrobkovej základne.

Vstupom do Európskej únie musela Slovenská republika v oblasti odpadového hospodárstva prijať do svojej legislatívy celý rad smerníc EÚ, neustále prechádzajúcich významnými zmenami. Tieto zmeny smerujú k predchádzaniu vzniku a dovozu odpadov, ich bezpečnému zneškodňovaniu a najmä materiállovému a energetickému zhodnocovaniu environmentálne vhodným spôsobom. V celom systéme nakladania s odpadmi hrá dôležitú úlohu logistika. Je dôležité, aby sa popri existujúcich zákonoch a pripravovaných právnych normách podporovali a uplatňovali technické a ekonomické nástroje umožňujúce posilňovanie prevencie vzniku odpadov, zníženie rizikovosti odpadov a ich čo

najefektívnejšie opätovné využitie. Význam týchto nástrojov je v zodpovednosti výrobcov za svoj výrobok tak, aby na jednej strane dochádzalo k zníženiu vzniku odpadov a účinnému šetreniu zdrojov a na strane druhej, aby environmentálne prínosy prinášali v trhovom rozmere znižovanie nákladov a zvyšovanie ekonomických prínosov tak pre výrobcov, ako aj pre celú spoločnosť.

V rámci Slovenska prežíva oblasť odpadov a odpadového hospodárstva obdobie mimoriadneho dynamického rozvoja – počnúc legislatívou a končiac realizáciou nových projektov. Avšak, myslím si, že nestačí len legislatíva a projekty. K riešeniu problémov s odpadom môže prispieť každý jeden z nás. Nestačí len to, k čomu nás zaväzuje zákon. Nielen veľké výrobné spoločnosti, ale aj my bežní ľudia sme tí, kto produkuje odpad. Každý z nás nejakým spôsobom nakladá a musí nakladať s odpadom. Ako to urobíme je na každom z nás. Nevyhnutnou súčasťou nášho života je životné prostredie a preto si myslím, že by sme sa mali oň aj zodpovedne starať a každý svojou troškou prispieť k jeho ochrane. Prvým krokom by mohlo byť poznanie ako, akým spôsobom prispieť k ochrane životného prostredia, preto sme sa v rámci bakalárskej práce zamerali na vypracovanie literárnej štúdie a získanie najnovších poznatkov v oblasti biologických a technických podmienok nakladania s odpadmi. Cieľom je poskytnúť komplexný pohľad na uvedenú problematiku, na jej dôležitosť, a takto urobiť prvý krok a zapojiť sa do riešenia problémov s odpadmi.

1. CIEĽ PRÁCE

Predložená bakalárska práca je venovaná problematike biologických a technických podmienok nakladania s odpadmi, ako jednej z priorít odpadového hospodárstva.

Cieľom práce bude vypracovanie literárnej štúdie o súčasnom stave riešenej problematiky doma a v zahraničí a získanie najnovších dostupných poznatkov v oblasti biologických a technických podmienok nakladania s odpadmi s cieľom poskytnúť čitateľovi komplexný pohľad na uvedenú problematiku.

2. METODIKA PRÁCE

Pre splnenie stanoveného cieľa budú spracované poznatky získané štúdiom domácich a zahraničných literárnych zdrojov, štúdiom pôvodných vedeckých prác publikovaných vo vedeckých a odborných časopisoch a v zborníkoch z vedeckých konferencií. Vedecké poznatky budú doplnené o informácie získané štúdiom príslušnej legislatívy, ako aj o informácie dostupné na internetových stránkach.

Bakalárska práca bude kompilačného charakteru a pri jej riešení sa zameriame na nasledujúce oblasti riešenej problematiky:

- história nakladania s odpadmi,
- definovanie základných pojmov odpadového hospodárstva,
- charakteristika jednotlivých druhov odpadov,
- vznik odpadov,
- analýza nakladania s odpadmi,
- metódy zneškodňovania odpadov so zameraním sa na biologické metódy,
- technika pre nakladanie s odpadmi,
- legislatíva odpadového hospodárstva,
- nakladanie s odpadom v EÚ.

Získané poznatky o súčasnom stave problematiky spracujeme vo forme diskusie a záverov z preštudovanej problematiky.

3. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ

3.1 História nakladania s odpadmi

Odpad je prirodzená vec, ktorá v prírode tvorí súčasť životného cyklu. V dávnej minulosti ľudia odhadzovali odpad, kde sa im zachcelo. Vyprodukované množstvá odpadu im neznepríjemňovali život, pretože ľudí bolo menej a nevyrábali nič trvanlivejšieho ako sama príroda. Archeologické nálezy dokazujú, že už v dobe kamennej ľudia ukladali odpadové látky mimo svojho obydlija. Všetok odpad bol z prírodných materiálov a preto si s ním príroda vedela poradiť. Jedna z najstarších skládok odpadu sa našla v sídle človeka doby kamennej v Nórsku. Obrovská hromada odpadu z kostí, črepov a popola je približne 320 m dlhá, 65 m široká a 8,5 m vysoká. Výskumy ukázali, že skládka bola príležitostne podpálená, pravdepodobne aby sa odstránili najhoršie pachy (Prokešová, 2000/2001). Ako uvádza Čermák (2007), vo vyspelých východoázijských krajinách pred 5000 rokmi v mestách Indusu a Harapa používali skládky na kuchynský odpad ukončené veľkorozmernými zásobníkmi vyhotovenými z ílu. V období gréckej a rímskej kultúry bolo odstraňovanie odpadu na vysokom stupni, možno hovoriť o organizovanom zbere odpadu. Odpad sa odvážal za mesto, pričom ho často využívali poľnohospodári na vidieku. V Asýrii a Babylone sa odpad kompostoval a čiastočne spaľoval na vyhradených miestach. Mnohé antické mestá mali odvodňovací systém, ktorý odvádzal splašky z kúpeľov a kuchýň.

Úpadok v odstraňovaní odpadov nastal v stredoveku, kde obyvatelia miest vyhadzovali všetky druhy odpadov na ulicu (obr. 1). Mestské ulice boli pokryté odpadom, ktorý bol tvorený odpadom z domácnosti, ľudskými a zvieracími výkalmi a stojatou vodou, čo bolo spojené s odporným zápachom. Objavovali sa sporadické pokusy na zabezpečenie čistenia ulíc. Čiastočné zlepšenie nastalo v 13. storočí.



Obr. 1 Pohľad na ulicu v mestách v 10. storočí (Čermák, 2007)

Zmena nastala so zvyšovaním sa populácie, so sústredovaním (sťahovaním sa) ľudí do miest. Odpad sa stále viac hromadil na jednom mieste, produkcia bola stále väčšia. Pokiaľ fungoval prirodzený rozklad, príroda upratovala sama. Produkcia odpadov začala prudko rásť. Napríklad používanie uhlia na vykurovanie obydľí spôsobovalo nárast množstva odpadov. Taktiež časté epidémie, vyvolávané nehygienickým prostredím (napr. v roku 1830), si vyžadovali zabezpečiť čistenie ulíc (obr. 2) a určitý systém odvozu odpadov. Odpad sa odvážal na skládky mimo mesta, kde jedna skupina pracovníkov bola zamestnaná na preosievanie odpadu, vyberanie uhlia, škvary, pôdy (obr. 3). „Vytriedený“ materiál bol zdrojom výroby napr. tehlových výrobkov, ktoré boli vraj výborným predajným materiálom, alebo boli zdrojom výpredaja získaného vytriedeného materiálu.



Obr. 2 Čistenie ulice v Londýne (Čermák, 2007)



Obr. 3 Preosievanie odpadu na skládke v Londýne v roku 1800 (Čermák, 2007)

Od roku 1790 do roku 1850 sa už vyskytujú v Londýne a v iných veľkomestách náznaky na zabezpečenie odvozu odpadov z miest. Išlo o pomerne primitívnu formu zhromažďovania odpadu v jamách pri budovách a v košoch, z ktorých sa po dlhšej dobe odpad odvážal jednoduchými vozmi. Odvoz odpadu musel zabezpečiť vlastník pozemku (obr. 4).



Obr. 4 Odvoz odpadu (Čermák, 2007)

Zlepšenie tohto stavu nastalo okolo rokov 1848 až 1875. Mestá dostali dlažbu, začali sa zavádzať toalety s vodným splachovaním a boli vydané prvé mestské predpisy na zabezpečenie zberu domového odpadu aspoň raz týždenne.



Obr. 5 Zber odpadu v Bratislave v roku 1920 (Čermák, 2007)

V roku 1875 v anglickom meste Leeds inžinieri Fryer, Jones, Darley a Nichols navrhli, postavili a uviedli do prevádzky prvú spaľovňu odpadov.



Začiatkom 20. storočia sa zaviedol systémový zber odpadu do zberných nádob rôznych konštrukcií, ktoré sa vysypávali do zvláštnych zberných vozov zväčša ťahaných koňmi (obr. 5, 6).

Obr. 6 Zber odpadu v Prahe – úprava voza (Čermák, 2007)

Čermák (2007) ďalej uvádza, že spôsob zhromažďovania odpadu sa postupne zdokonaľoval a uľahčovala sa manipulácia s odpadom zmenou konštrukcie zberných vozidiel. S rozvojom výškovej zástavby sa na uľahčenie manipulácie s odpadom začali budovať špeciálne zariadenia na zber a zhromažďovanie odpadu (zhádzkové systémy, nákladné výťahy). V niektorých prípadoch sú zhádzkové systémy ešte aj dnes v prevádzke. Ukončenie zhádzkového systému bolo nad zbernými nádobami. Doplnenie zhádzkového systému potrubnou dopravou na miesto spracovania alebo zneškodnenia odpadu viedlo k vytvoreniu pneumatického systému, ktorý možno používať aj na separovaný zber.

V druhej polovici 20. storočia nastupuje doba plastová. Priemysel začína z ropy vyrábať desiatky druhov ľahkých a ľahko tvarovateľných chemických látok - plastov. Ich výhody však ostro kontrastujú s množstvom toxických odpadov vznikajúcich pri výrobe a spracovaní a taktiež problémov s ich likvidáciou po ich doslúžení (Prokešová, 2000/2001).

S dobou plastovou nastupuje omnoho nebezpečnejšia doba nukleárna. Rádioaktívne odpady vznikajúce jednak v zbrojárskom i v civilnom priemysle sú najnebezpečnejšími odpadmi, ktoré kedy ľudstvo vyprodukovalo. Sú zhubné pre všetok život a ostávajú nebezpečné i po desiatky tisíc rokov. Znečisťovanie životného prostredia, tvorba skládok, premnoženie škodcov v miestach vysokej koncentrácie odpadu, riziko vzniku nákazlivých chorôb a infekcií, trvalé zaťaženie prostredia a zníženie estetickej hodnoty krajiny viedlo k rozvoju možností a metód znižovania a spracovávania odpadov (Prokešová, 2000/2001).

3.2 Odpadové hospodárstvo a základné pojmy

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 o odpadoch (Odpadové hospodárstvo, 2010).

Základným pojmom odpadového hospodárstva je odpad. Vzhľadom k rôznym negatívnym vlastnostiam odpadov nie je možné ponechávať ich svojmu osudu, ale naopak je nutné predchádzať ich vzniku, alebo ich zneškodňovať.

Účelom odpadového hospodárstva je:

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

Zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov vymedzuje okrem iného tieto základné pojmy:

- **odpad** je každá hnutelná vec, ktorej sa jej držiteľ zbavuje, chce sa jej zbaviť alebo je v súlade s týmto zákonom alebo osobitnými predpismi povinný sa jej zbaviť. Príloha č. 1 vymedzuje odpad nasledovne: odpad z výroby alebo spotreby, ktorý nie je v ďalších bodoch bližšie špecifikovaný, výrobky, ktoré nezodpovedajú požadovanej akosti, výrobky po záručnej lehote, rozliate, stratené alebo inou nehodou znehodnotenú materiály vrátane materiálov, zariadení a pod., ktoré boli v dôsledku nehody znečistené, plánovanými činnosťami znečistené alebo znehodnotenú materiály (napr. odpad po čistiacich operáciách, obalové materiály, kontajnery), nepoužiteľné súčiastky (napr. vyradené batérie, vyčerpané katalyzátory), látky, ktoré stratili požadované vlastnosti (napr. znečistené kyseliny, znečistené rozpúšťadlá, vyčerpané temperovacie soli), odpad z priemyselných procesov (napr. strusky, destilačné zvyšky), odpad z procesov znižujúcich znečisťovanie (napr. kaly zo skrubrov, prach z vysávačov, použité filtre), odpad z obrábania a tvarovania (napr. triesky zo sústruženia, okuje z valcovania), odpad z ťažby a spracovania surovín (napr. banský odpad, kaly z ťažby ropy), znehodnotenú materiály (napr. oleje znečistené polychlorovanými bifenyli), akékoľvek materiály, látky alebo výrobky, ktorých používanie zákon zakazuje, výrobky, pre ktoré už držiteľ nemá upotrebenie (napr. vyradené predmety z poľnohospodárstva, domácností, kancelárií, obchodov), znečistenú materiály, látky alebo výrobky, ktoré pochádzajú z nápravných činností týkajúcich sa pôdy, akékoľvek materiály, látky alebo výrobky, ktoré nie sú obsiahnuté vo vyššie uvedených bodoch;
- **pôvodca odpadu** – je ním každý, koho činnosťou odpad vzniká, alebo ten, kto vykonáva úpravu, zmiešavanie alebo iné úkony s odpadmi, ak ich výsledkom je zmena povahy alebo zloženia týchto odpadov, vrátane parkov a cintorínov a ďalšej zelene na pozemkoch právnických osôb, fyzických osôb alebo občianskych združení;
- **držiteľ odpadu** – držiteľ odpadu je pôvodca odpadu alebo fyzická osoba, alebo právnická osoba, u ktorej sa odpad nachádza;
- **nakladanie s odpadmi** – za nakladanie s odpadmi sa považuje zber odpadov, preprava odpadov, zhodnocovanie odpadov a zneškodňovanie odpadov, vrátane starostlivosti o miesto zneškodňovania; zákon tiež vymedzuje samotné pojmy zber odpadov, zhodnocovanie odpadov a zneškodňovanie odpadov:

- **zber odpadov** je zhromažďovanie, triedenie alebo zmiešavanie odpadov za účelom ich prepravy,
 - **zhodnocovanie odpadov** sú činnosti vedúce k využitiu fyzikálnych, chemických alebo biologických vlastností odpadov,
 - **zneškodňovanie odpadov** je také nakladanie s nimi, ktoré nespôsobuje poškodzovanie životného prostredia alebo ohrozovanie zdravia ľudí;
- **skládka odpadov** – miesto so zariadením na zneškodňovanie odpadov, kde sa odpady trvalo ukladajú na povrchu zeme alebo do zeme; za skládku odpadov sa považuje aj miesto, na ktorom pôvodca odpadu vykonáva zneškodňovanie svojich odpadov v mieste výroby (interná skládka), ako aj miesto, ktoré sa trvalo, teda dlhšie ako jeden rok, používa na dočasné uloženie odpadov; za skládku odpadov sa nepovažuje zariadenie, kde sa ukladajú odpady na účel ich prípravy pred ich ďalšou prepravou na miesto, kde sa budú upravovať, zhodnocovať alebo zneškodňovať, ak čas ich uloženia pred ich zhodnotením alebo upravením nepresahuje spravidla tri roky, alebo pred ich zneškodnením nepresahuje 1 rok.

3.2.1 Druhy odpadov

Ako už bolo uvedené, odpadom je vec. Takáto definícia nedostatočne vyjadruje súbor odpadov. Predovšetkým odpadmi sú nielen veci. Odpadmi sú nežiaduce vedľajšie hmotné a nehmotné produkty pri výrobe, opotrebované predmety a zvyšky po spotrebovaných statkoch, ktoré vznikajú vo všetkých fázach reprodukčného procesu a ktoré v danom období nenachádzajú ďalšie využitie.

V základe rozoznávame dva druhy odpadu, a to prírodný odpad v obehu látok: rastliny – byľinožravce - mäsožravce - hmyz - mikroorganizmy je teoreticky dokonalý. Každý prírodný odpad má svojho odberateľa a spotrebiteľa. Druhú skupinu tvorí odpad vzniknutý v dôsledku ľudskej činnosti. Pre ľudský odpad neexistuje takmer žiaden odberateľ, ktorý by ho prirodzenou cestou vedel spracovať a využiť pre seba. Ľudia, na rozdiel od prírody, vytvárajú také druhy odpadu, s ktorými si príroda sama nevie poradiť. (4Odpady, 2010). Všeobecne môžeme odpady rozdeliť na komunálne odpady, priemyselné odpady, odpady z ťažby surovín, lesnícke a poľnohospodárske odpady, odpady z energetiky, kaly z čistiarní mestských a priemyselných odpadových vôd, úpravy vody a sedimenty, rádioaktívne odpady.

Prijatím vyhlášky MŽP SR č. 284/2001 Z. z., ktorou sa ustanovil *Katalóg odpadov* identický s Katalógom odpadov zavedeným legislatívou EÚ, je porovnávanie vzniku odpadov pred a po tejto legislatívnej zmene sťažené. Od roku 2003 sú k dispozícii údaje o vzniku odpadov podľa dvoch kategórií odpadov (POH SR, 2005):

- pre nebezpečné odpady (N),
- ostatné odpady (O). Komunálny odpad patrí medzi ostatné odpady.

Ako uvádza Radvanská (2006), *nebezpečný odpad* je taký odpad, ktorý pre svoje fyzikálne, chemické alebo biologické vlastnosti vyžaduje odpovedajúce zaobchádzanie. Je to odpad, ktorý svojimi vlastnosťami je, alebo môže byť nebezpečný pre zdravie obyvateľstva alebo životné prostredie.

Medzi *nebezpečné vlastnosti odpadu* patrí napríklad výbušnosť, vysoká horľavosť, dráždivosť, chemické vlastnosti, toxicita, karcinogenita, infekčnosť, teratogénne (poškodujúce ľudský plod) a mutagénne vlastnosti (spôsobujúce mutácie genetickej informácie, prípadne rakovinu). Do tejto kategórie patria odpady produkované niektorými priemyselnými odvetvami (odpady obsahom PCB a POPs), rádioaktívny odpad, odpad z bitúnkov, kafilérií, nemocníc a veterinárnych zariadení (Stred'anský, 1999; Radvanská, 2006).

Ostatný odpad je taký odpad, ktorý nevykazuje žiadnu z vlastností nebezpečného odpadu a nepredstavuje veľké riziko pre životné prostredie. Možno sem zaradiť stavebnú hlušinu, organický poľnohospodársky odpad (slama) a iné. Táto skupina odpadov je problematická najmä svojim veľkým objemom, ale nie svojim chemickým zložením (Radvanská, 2006).

Komunálne odpady, ako sa uvádza v Zákone č. 223/2001, sú odpady z domácnosti vznikajúce na území obce pri činnosti fyzických osôb a odpady podobných vlastností a zloženia, ktorých pôvodcom je právnická osoba alebo fyzická osoba – podnikateľ, okrem odpadov vznikajúcich pri bezprostrednom výkone činností tvoriacich predmet podnikania alebo činnosti právnickej osoby alebo fyzickej osoby – podnikateľa. Za odpady z domácností sa považujú aj odpady z nehnuteľností slúžiacich fyzickým osobám na ich individuálnu rekreáciu, napr. zo záhrad, chát, chalúp, alebo na parkovanie alebo uskladnenie vozidla používaného pre potreby domácností, najmä z garáží, garážových stojísk a parkovacích stojísk. Komunálnymi odpadmi sú aj všetky odpady vznikajúce v obci pri čistení verejných komunikácií a priestranstiev, ktoré sú majetkom obce alebo v správe obce, a taktiež pri údržbe verejnej zelene vrátane parkov a cintorínov a ďalšej

zelene na pozemkoch právnických osôb, fyzických osôb a občianskych združení (§ 2 ods. 14 zákona č. 223/2001 o odpadoch).

Druhy odpadov sú označené šesťmiestnym číslom, v ktorom prvé dvojčíslenie označuje skupinu, druhé dvojčíslenie podskupinu v príslušnej skupine a tretie dvojčíslenie druh odpadu v príslušnej skupine a podskupine.

Napríklad: **20 02 01**

20 – Komunálne odpady (odpady z domácností a podobné odpady z obchodu, priemyslu a inštitúcií) vrátane ich zložiek zo separovaného zberu.

02 – Odpady zo záhrad a z parkov (vrátane odpadu z cintorínov).

01 – Biologický rozložiteľný odpad.

Biologicky rozložiteľný odpad, v skratke „*bioodpad*“ je akýkoľvek odpad, ktorý je schopný rozložiť sa anaeróbnym alebo aeróbnym spôsobom, ako je napríklad odpad z potravín, odpad z papiera a lepenky, odpad zo záhrad, parkov a pod. (§ 23 ods. 5 vyhlášky MŽP SR č. 283/2001).

Rádioaktívny odpad je každý nepoužiteľný odpadový materiál, ktorý vzniká v jednotlivých fázach energie prostredníctvom štiepania jadier. Býva vo forme plynnej, kvapalnej a pevnej a obsahuje rádionuklidy o rôznej aktivite (Stred'anský, 1999).

Inertný odpad znamená odpad, ktorý nepodlieha žiadnym významným fyzikálnym, chemickým alebo biologickým zmenám. Nerozpustí sa, nezhorí, ani nebude inak fyzikálne alebo chemicky reagovať, biologicky sa nerozloží, ani nepriaznivo neovplyvní látky, s ktorými prichádza do styku, takým spôsobom, ktorý by mohol viesť k znečisťovaniu ŽP alebo poškodzovaniu zdravia ľudí (§ 25 ods. 2 vyhlášky MŽP SR č. 283/2001). Patrí sem napr. ťažba rúd.

Podľa nariadenia vlády SR zo dňa 22. 9. 1992 „o vedení evidencie odpadov“ musí byť vedená evidencia odpadov, ak ročné množstvo odpadov prekročilo:

- 100 kg nebezpečného odpadu,
- 1 t zvláštneho odpadu,
- 10 t ostatného odpadu.

Okrem oficiálneho členenia odpadov (Radvanská, 2006) sa môžeme stretnúť aj s pomenovaním odpadov napr. podľa:

a) vplyvu na človeka a ŽP,

b) podľa základných fyzikálnych vlastností : tuhé, kvapalné, plynné, zmesi.

- Zmesi : - odpad zložený z tuhej a kvapalnej fázy v určitom vzájomnom hmotnostnom pomere,
- odpad tvorený dvoma alebo viacerými látkovými skupinami odpadov.

c) *podľa základných oborov hospodárskej činnosti:*

- výrobné (odpady z priemyslu, odpady z ťažby a spracovania nerastných surovín, odpady z poľnohospodárskej činnosti a odpady zo stavebnej činnosti),
- spotrebné (komunálne).

d) *podľa možnosti využitia odpadov ako druhotných surovín:*

- využiteľné (recyklácia),
- nevyužiteľné.

Podobne klasifikuje odpady podľa činnosti ich vzniku Kuraš a i. (2008), ktorý medzi odpady zo spotreby zaraďuje aj elektrický a elektronický odpad, odpady z dopravy, zo zdravotníckych zariadení a odpady zo živelných pohrôm. Spotrebné odpady, t.j. odpady vznikajúce pri spotrebe alebo ukončení životnosti výrobku zahŕňajú tiež obalový odpad, ako súčasť komunálneho odpadu.

3.2.2 Bilancia vzniku odpadov

Ako je uvedené v Správe o stave životného prostredia (MŽP SR, 2009), Slovenská republika od roku 1995 pri spracovávaní údajov o vzniku a spôsoboch nakladania s odpadmi celoplošne využíva Regionálny informačný systém o odpadoch (RISO). RISO predstavuje dátovú základňu pre plánovanie, aktualizáciu a vyhodnocovanie plnenia cieľov a opatrení Programov odpadového hospodárstva. Ako uvádza Lacuška a i. (2003), RISO Net zasa plní svoju funkciu v rámci Čiastkového monitorovacieho systému (ČMS) ODPADY. Od počiatku budovania tohto ČMS je RISO jeho nástrojom a na základe spôsobu, akým je RISO programovo vybavený a aplikačne rozpracovaný, presahuje rámec bežného monitoringu. Prevádzkou strediska ČMS Odpady je poverená SAŽP – COHEM Bratislava, čo vytvára optimálne technicko-organizačné predpoklady pre integráciu všetkých prác súvisiacich s rozvojom monitoringu a informačným zabezpečením OH.

Ako sa ďalej v správe uvádza, výnimku tvorí štatistika o komunálnych odpadoch, ktorú od roku 2003 zabezpečuje na základe medzirezortnej dohody Štatistický úrad SR. Štatistické spracovanie vzniku odpadov sa vykonáva podľa Katalógu odpadov, ktorý bol ustanovený vyhláškou MŽP SR č. 284/2001 Z. z. v znení neskorších predpisov a ktorý je v plnom súlade s Európskym katalógom odpadov. Od roku 2003 je bilancia vzniku

odpadov rozčlenená na 2 tabuľky. Prvá tabuľka uvádza bilanciu vzniku odpadov a druhá tabuľka poskytuje údaje o bilancii odpadov umiestnených na trh. Prvá uvádza celkové množstvá vzniknutých odpadov na základe hlásení pôvodcov odpadov. Väčšiu vypovedajúcu hodnotu má tabuľka, ktorá uvádza len množstvá odpadov, ktoré boli umiestnené na trh, t.j. pôvodcovia ich museli podľa zákona o odpadoch ponúknuť na zhodnotenie alebo zneškodnenie osobám oprávneným na nakladanie s odpadmi podľa zákona o odpadoch. Bilancia odpadov umiestnených na trh predstavuje východiskovú štatistickú základňu pre sledovanie vývoja odpadového hospodárstva SR.

V Programe odpadového hospodárstva SR (2005) sú uvedené charakteristiky vzniku odpadov podľa viacerých kritérií a to: vznik odpadov podľa kategórií odpadov, podľa ekonomických činností a podľa územného výskytu (podľa krajov). Osobitná pozornosť sa venuje skupine komunálnych odpadov a odpadov, na ktoré sa zameriava pozornosť z hľadiska zhodnocovania (predstavujú významné zdroje druhotných surovín). Osobitne sú uvedené aj odpady, ktoré si vyžadujú osobitnú pozornosť pri nakladaní. Ako príklad uvádzame v tabuľke 1 vznik odpadov podľa klasifikácie ekonomických činností.

Tabuľka 1 Vznik odpadov podľa klasifikácie ekonomických činností (t), (MŽP SR, 2009)

SEKCIA	SPOLU	NEBEZPEČNÝ ODPAD	OSTATNÝ ODPAD
A – Poľnohospodárstvo, lesníctvo, rybolov	788 788	42 249	746 539
B – Ťažba a dobývanie	150 860	569	150 291
C – Priemyselná výroba	4 469 017	327 051	4 141 966
D – Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu	1 150 662	9 871	1 140 791
E – Dodávka vody, čistenie a odvod odpadových vôd, odpady a služby odstraňovania odpadov	794 489	44 795	749 694
F – Stavebníctvo	1 301 761	5 413	1 296 348
G – Veľkoobchod a maloobchod, oprava motorových vozidiel a motocyklov	486 109	20 123	465 986
H – Doprava a skladovanie	175 233	61 207	114 026
I – Ubytovacie a stravovacie služby	1 731	112	1 619
J – Informácie a komunikácia	7 752	362	7 390
K – Finančné a poisťovacie činnosti	380	95	285
L – Činnosti v oblasti nehnuteľností	7 750	297	7 453
M – Odborné, vedecké a technické činnosti	41 101	1 592	39 509
N – Administratívne a podporné služby	33 170	2 453	30 717
O – Verejná správa a obrana, povinné sociálne zabezpečenie	33 880	1 480	32 400
P – Vzdelávanie	1 106	165	941
Q – Zdravotníctvo a sociálna pomoc	106 176	4 211	101 965
R – Umenie, zábava a rekreácia	4 389	150	4239
S – Ostatné činnosti	1 377	212	1 165
Nezistené	145 565	1 521	144 135
Spolu	9 701 387	523 928	9 177 459

V produkcii odpadov podľa klasifikácie ekonomických činnosti je už tradične najväčším producentom odpadov priemysel, ktorý sa na celkovej produkcii odpadov podieľa cca 65 %, za ním nasleduje stavebníctvo s 13 % podielom a významným producentom odpadu je s 8 %-ným podielom poľnohospodárstvo, resp. s 5 %-ným podielom obchodné služby. Je potrebné upozorniť, že do celkového množstva odpadov vzniknutých podľa klasifikácie ekonomických činnosti nie je zahrnutý komunálny odpad.

3.2.3 Dôsledky rastu odpadov a jeho riešenie

Neustále zvyšovanie množstva odpadov a ich zloženie v dôsledku technického rozvoja, obalovej techniky a použitých materiálov má negatívny vplyv na znečisťovanie životného prostredia, tvorbu skládok, premnoženie škodcov v miestach vysokej koncentrácie odpadu, riziko vzniku nakažlivých chorôb a infekcií, trvalé zaťaženie prostredia, zníženie estetickej hodnoty krajiny (Stred'anský, 1999).

V roku 2008 bolo v Slovenskej republike zneškodnených 3 981 801 t odpadov (bez komunálneho odpadu), čo predstavuje cca 41 % z celkového množstva odpadov (bez komunálneho odpadu) umiestnených na trh. Oproti minulému roku je to pokles o takmer 20 %. Historickým pravidlom je dominancia skládkovania odpadov (činnosť D 1 - uloženie do zeme alebo na povrchu zeme), ktorá sa na celkovom zneškodňovaní odpadov podieľa až takmer 81 %, no oproti minulému roku ide o pokles o cca 25 %. Významnejšou mierou sa na zneškodňovaní odpadov podieľali ešte činnosti D 2 - úprava pôdnymi procesmi (napr. biodegradácia kvapalných alebo kalových odpadov v pôde atď.) s cca 4 %-ným podielom a D 9 - fyzikálno-chemická úprava, pri ktorej vznikajú zlúčeniny alebo zmesi, ktoré sú zneškodnené napr. odparovaním, sušením, kalcináciou a pod. s 2 %-ným podielom (MŽP SR, 2009).

V tabuľke 2 uvádzame zneškodňovanie odpadov podľa kódov D 1 – D 15.

Tabuľka 2 Zneškodňovanie odpadov podľa kódov D1 – D15 v roku 2008 (t)
(MŽP SR, 2009)

KÓD NAKLADANIA	ČINNOSŤ	SPOLU	NEBEZPEČNÝ ODPAD	OSTATNÝ ODPAD
D 1	Uloženie do zeme alebo na povrchu zeme (napr. skládka odpadov)	3 211 530	109 791	3 101 739
D 2	Úprava pôdnymi procesmi (napr. biodegradácia kvapalných alebo kalových odpadov v pôde atď.)	153 319	117 963	35 356
D 8	Biologická úprava, pri ktorej vznikajú zlúčeniny, alebo zmesi, ktoré sú zneškodnené niektorou z operácií D 1 – D 12	38 626	16 716	21 910
D 9	Fyzikálno-chemická úprava, pri ktorej vznikajú zlúčeniny, alebo zmesi, ktoré sú zneškodnené niektorou z operácií D 1 – D 12 (napr. odparovanie, sušenie, kalcinácia a pod.)	83 140	52 932	30 208
D 10	Spaľovanie na pevnine	65 878	47 772	18 106
D 13	Zmiešavanie alebo miešanie pred použitím niektorej z činností D 1 – D 12	9 138	2	9 136
D 14	Uloženie do ďalších obalov pred použitím niektorej z činností D 1 – D 12	81	80	1
D 15	Skladovanie pred použitím niektorej z činností D 1 – D 14	420 089	39 305	380 787
Spolu		3 981 801	384 558	3 597 243

Riešením tohto problému vo všetkých štátoch EÚ je na základe smernice o IPPC – Integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia (EIPPCB, 2003) a v SR aj na základe Programu odpadového hospodárstva (2005) likvidácia odpadov, založená na :

- *materiálovom zhodnocovaní* odpadov, t.j. využívaní odpadu ako druhotnej suroviny na výrobu využiteľného produktu, ktorého cieľom je:
 - minimalizovať – redukovať nebezpečnú podstatu odpadu (primárny zber),
 - rozdeliť odpad na jeho jednotlivé komponenty, pričom niektoré, alebo všetky z nich môžu byť neskôr použité pre ďalšie spracovanie (triedenie – predúpravu),
 - redukovať množstvo odpadu, ktorý bude poslaný na skládku,
 - transformovať odpad na použiteľný materiál (opätovné použitie odpadu),

- recyklácia odpadu,
 - kompostovanie (biologické odpady).
- *energetickom zhodnocovaní* odpadov, t.j. využívaní odpadu na výrobu energie, ktoré sa týka podstatnej časti biologicky rozložiteľných odpadov.

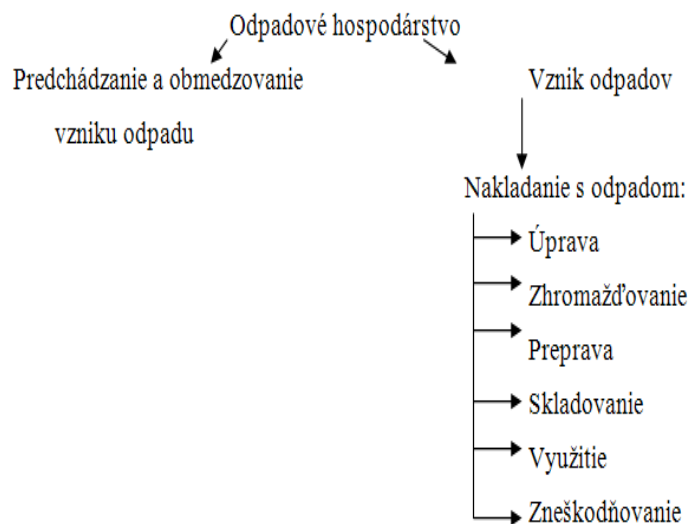
Pri likvidácii odpadov dôležitú úlohu zohráva neutralizácia – zneškodňovanie nebezpečných vlastností odpadov fyzikálno-chemickými, alebo biologickými metódami (Stred'anský, 1999).

3.3 Nakladanie s odpadmi

Rok 2008 bol z pohľadu odpadového hospodárstva rokom plnenia Programu odpadového hospodárstva SR na roky 2006 - 2010, ktorý bol schválený vládou SR uznesením č. 118 z 15. februára 2006. Aj toto obdobie bolo zamerané na podporu zhodnocovania odpadov a to tak materiálového, ako i energetického v súlade s environmentálnou politikou Európskeho spoločenstva, rešpektujúc tak európske princípy a hierarchiu odpadového hospodárstva. Predchádzanie vzniku odpadov a presadzovanie recyklovania a zhodnocovania odpadov prispelo v roku 2008 k zvyšovaniu efektívnosti zdrojov európskeho hospodárstva a k znižovaniu negatívneho vplyvu využívania prírodných zdrojov na životné prostredie (MŽP SR, 2009). Nakladanie s odpadmi sa riadi nariadením vlády SR č. 606/1992 Zb., kde sú uvedené všeobecné podmienky nakladania s odpadmi, osobitné podmienky nakladania s nebezpečnými odpadmi, zneškodňovanie odpadov a náležitosti k žiadostiam o vydanie súhlasu na nakladanie s odpadmi. Prijatím zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov sa zaviedla klasifikácia metód nakladania s odpadmi podľa kódov R1 až R13 pre metódy zhodnocovania odpadov a D1 až D15 pre metódy zneškodňovania odpadov. Od roku 2003 sa na bilancovanie vzniku odpadov a nakladania s nimi a nadväzne na identifikáciu prevádzkovaných zariadení na nakladanie s odpadmi používa táto klasifikácia. Vyhláškou MŽP SR č. 509/2002 Z. z. a vyhláškou MŽP SR č. 128/2004 Z. z., ktorými sa novelizovala vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch, sa do systému evidencie zaviedli kódy nakladania s odpadmi:

- **Z** (zhromažďovanie odpadov dočasným uložením odpadov pred ďalším nakladaním s nimi na mieste vzniku),
- **O** (odovzdanie odpadov inému subjektu na ich ďalšiu úpravu alebo zhodnotenie),
- **DO** (odovzdanie odpadu na využitie v domácnosti).

Nakladanie s odpadmi zahŕňa činnosti, ktoré sú zobrazené na obrázku 7. Podľa programu odpadového hospodárstva môžeme nakladanie s odpadmi rozčleniť do troch kategórií, a to zhodnocovanie odpadov, zneškodňovanie odpadov a nakladanie s vybranými druhmi odpadov. Dôležitú úlohu stále zohráva predovšetkým predchádzanie vzniku odpadov.



Obr. 7 Spôsoby nakladania s odpadmi (Kreníková, 1999)

- **Úprava** odpadov je spôsob nakladania s odpadmi, smerujúci k zmene fyzikálnych, chemických alebo biologických vlastností tak, aby sa umožnila alebo uľahčila ich preprava, využitie alebo zneškodňovanie. Najčastejšie sa upravujú nebezpečné druhy odpadov.
- **Zhromažďovanie odpadov** je dočasné uloženie odpadov pred ďalším nakladaním s nimi. Pri zhromažďovaní nebezpečných odpadov dochádza k najväčšiemu poškodeniu ľudského zdravia a životného prostredia, je preto nutné, aby boli dodržiavané podmienky stanovené právnymi predpismi.
- **Zber odpadov** je súhrnné označenie pre zhromažďovanie odpadu k ďalšiemu nakladaniu s ním. Oddeleným (separovaným) zberom odpadu sa rozumie oddelené zhromažďovanie a preprava jednotlivých druhov odpadu. Jednotlivých zložiek alebo látkových surovín odpadu s cieľom ich využitia alebo zneškodnenia.
- **Triedenie odpadov** je chápané ako rozdeľovanie odpadov podľa druhu a kategórie. Pri triedení odpadov je nutné rešpektovať triediace hľadiská, napríklad aký druh odpadu a pre aký účel využitia sa odpad triedi. Optimálny spôsob využitia odpadu znamená

triedenie odpadu ešte pred tým, ako je odpad odložený do zberných nádob, teda u pôvodu odpadov. Takto je možné získať veľmi čisté druhotné suroviny, ktoré je možné následne využiť v spracovateľskom priemysle.

- **Doprava odpadov** znamená úmyselný pohyb dopravných prostriedkov s odpadom alebo činnosť dopravných zariadení.
- **Preprava odpadov** je premiestňovanie odpadu ako výsledok dopravy.
- **Skladovanie odpadov** je zhromažďovanie odpadov pred niektorou z činností zhodnocovania odpadov alebo zneškodňovania odpadov; za skladovanie odpadov sa nepovažuje ich zhromažďovanie pred zberom odpadov na mieste ich vzniku.
- **Využitím odpadov** sa označuje proces, v ktorom dochádza k ich zhodnocovaniu. Spôsoby využitia odpadov sú:
 - využitie odpadu ako druhotnej suroviny (materiálové využitie odpadov) – recyklácia,
 - kompostovanie – t.j. zneškodňovanie odpadov biologickým procesom,
 - zdroj energie – využiteľnosť odpadov ako zdroja energie.
- **Zneškodňovaním odpadov** sa rozumie nakladanie s odpadom za účelom zamedzenia alebo zníženia jeho škodlivého vplyvu na ŽP. Uskutočňuje sa využitím nasledujúcich metód:
 - fyzikálne a chemické metódy – využívajú sa k zníženiu obsahu škodlivín alebo k zníženiu miery nebezpečných vlastností odpadov,
 - biologické metódy – toto zneškodňovanie využíva biologické procesy k znižovaniu koncentrácie škodlivín v odpadoch, alebo miery jeho nebezpečných vlastností na hodnoty umožňujúce jeho ďalšie využitie.
 - spaľovanie – odpady je možné zneškodňovať spaľovaním len v zariadeniach k tomu určených a ktoré spĺňajú požiadavky stanovené zvláštnymi predpismi.
- **Skládkovanie odpadov** predstavuje ich trvalé uskladnenie na skládke, pri ktorom poškodzovanie ŽP alebo ohrozenie zdravia ľudí nepresiahne mieru stanovenú právnymi normami. Ukladanie odpadov na skládky musí byť zabezpečené podľa druhu a kategórie tak, aby nemohlo dôjsť k nežiaducej vzájomnej reakcii za vzniku škodlivých látok, alebo k narušeniu stability skládky.

3.4 Biologické metódy nakladania s odpadom

Ako už bolo uvedené v kap. 3.3, biologické metódy zneškodňovania odpadu využívajú biologické procesy k znižovaniu koncentrácie škodlivín v odpadoch, alebo miery jeho nebezpečných vlastností na hodnoty, ktoré umožňujú jeho ďalšie využitie. Biotechnologickými metódami zneškodňujeme, prípadne zužitkovávame najmä organický odpad. Biotechnologické metódy prebiehajú pri miernych podmienkach: teplote do 70 °C, bez tlaku a väčšinou pri hodnotách pH blízkych 7. Nedostatok týchto metód je v tom, že vo väčšine prípadov sa pracuje v zriedených vodných roztokoch a procesy sú podstatne pomalšie. Doterajšie skúsenosti a výskum v tejto oblasti však poukazujú na to, že biotechnologický spôsob zneškodňovania resp. využitia odpadov ako druhotných surovín bude mať čoraz väčší význam.

V dokumentoch BREF (EIPPCB, 2003) sa uvádza, že biologické metódy úpravy odpadov využívajú žijúce mikroorganizmy k rozkladu organického odpadu buď na vodu, CO₂ a jednoduché anorganické zlúčeniny alebo na jednoduché organické zlúčeniny (aldehydy alebo kyseliny). Ich cieľom je znížiť alebo odstrániť toxické a iné nebezpečné látky - anorganické aj organické: ťažké kovy a iné toxické prvky, ropné látky, priemyselné a textilné farbivá, organochlórové zlúčeniny a iné toxické a perzistentné organické látky, rádioaktívne látky, explozívna, pesticídy, hnojivá a ďalšie z rôznych substrátov (napr. pôda, voda, plynné exhaláty, skládkový materiál, banský odpad a pod.

V súčasnosti sa na sanáciu znečistenia vôd, pôd a sedimentov používajú predovšetkým *konvenčné fyzikálno-chemické procesy*, menej procesy biologické (Čerňanský, 2009). Konvenčné metódy majú tieto nevýhody: vysoké finančné náklady – vstupné/prevádzkové (napr. iónová výmena), absencia selektivity odstraňovania vybraných kontaminantov, vnášanie ďalších látok za účelom odstránenia znečistenia (napr. zrážanie, redukcia, oxidácia), nízka účinnosť odstraňovania znečisťujúcich látok pri nízkych koncentráciách, vznik toxických zrazenín či kalov (napr. sedimentácia, koagulácia, zrážanie). Preto sa začínajú používať nové biologické metódy.

Alternatívne – nové biologické metódy ponúkajú podľa Čerňanského (2009) množstvo výhod: nízke vstupné a prevádzkové náklady, možnosť selektívneho odstraňovania kontaminantov, možnosť efektívnej eliminácie kontaminantov pri nízkych koncentráciách, nepredstavujú hrozbu pre životné prostredie (nevznikajú pri nich nebezpečné reziduá), sú vysoko efektívne, využívajú odpadový materiál (odpadová

biomasa), často je možné použiť biomateriál recyklovať a opätovne použiť – takže sú predovšetkým ekonomické a "ekologické", priateľské k životnému prostrediu a prírode.

Medzi biologické postupy používané pre úpravu odpadov zaraďujeme:

1. Konvenčné biologické procesy pri úprave a čistení vôd. Sú často štandardnou súčasťou čistiarní odpadových vôd (ďalej len ČOV). Patrí sem:

- čistenie aktivovaným kalom (kvasenie, nitrifikácia, denitrifikácia, niekedy sa k nim zaraďuje aj biofiltrácia)
- čistenie v prevzdušnených kalojemoch

2. Bioremediačné metódy a technológie - základom sú nasledovné princípy a procesy:

- biosorpcia
- biolúhovanie
- biooxidácia

3. Kompostovanie - jednotlivé technológie rozdeľujeme na:

- Kompostovanie na hromadách:

- mechanicky prekopávané
- prevzdušňované tlakovou/podtlakovou aeráciou
- kombinácia mechanického prekopávania a nútenej aerácie
 - prikryté kompostovacou textíliou
 - neprikryté
- kompostovanie vo vakoch

- Kompostovanie v boxoch:

- otvorené
- uzavreté
 - kontinuálne
 - diskontinuálne
 - vertikálne
 - horizontálne

- Vermikompostovanie

4. Aeróbna digestia (vyhnívanie) - sem patrí:

- mechanicko-biologická úprava odpadov
- biologické postupy aplikované na kontaminovanú pôdu (biodegradácie ex situ)

5. Anaeróbna digestia: – zahŕňa:

- výrobu bioplynu
- biologické postupy aplikované na kontaminovanú pôdu (biodegradácie ex situ)

▪ **Čistenie aktivovaným kalom** - patrí medzi najpoužívanejšie metódy aeróbného čistenia vôd. Uplatňuje sa najmä pri organicky znečistených vodách. Je to v podstate napodobenie samočistiacich procesov a ich intenzifikácia dodávkou nadbytku vzduchu. Aktivovaný kal je zložitá biocenóza *aeróbných* a fakultatívne *anaeróbných* organizmov, ktorá pozostáva najmä z baktérií a prvkov, v menšej miere sú prítomné huby, červy, larvy hmyzu, kvasinky, riasy, aktinomycéty. Má vločkovitý charakter, preto ho možno ľahko oddeliť od čistenej vody - obsahuje vločky mikroorganizmov spojené slizom a tuhými časticami, ktoré sa v slize zachytili. Aktivácia kalu je proces postupného vytvárania aktivovaného kalu adaptovaného na určitý druh odpadovej vody (Čerňanský, 2009).

Postup čistenia: odpadová voda sa premiešava s aktivovaným kalom za výdatného prevzdušnenia, nasleduje sedimentácia v dosadzovacích nádržiach a oddelenie aktivovaného kalu od vody. Kal môže byť potom čiastočne regenerovaný a vracia sa do technologického procesu, prebytočná časť kalu je odvádzaná k ďalšiemu spracovaniu.

Vlastné čistenie aktivovaným kalom má 3 fázy:

1. Adsorpcia – viazanie koloidných a niektorých rozpustených látok na vločkách aktivovaného kalu; veľmi rýchla fáza – od začatia procesu do 2 min.
2. Karbonizačná fáza – rozklad a oxidácia organických uhlíkatých látok na CO₂ a vodu.
3. Nitrifikačná fáza – rozklad a oxidácia organických dusíkatých látok cez dusitany až na dusičnany; proces relatívne dlhý (4 ÷ 5 hod), preto sa táto fáza často vynecháva.

Nitrifikácia je premena anorganického amoniaku a amónnych solí na dusičnany (za pôsobenia aeróbných baktérií), **denitrifikácia** je premena dusičnanov na plynný dusík (za pôsobenia anaeróbných baktérií). ČOV bez denitrifikácie odstraňujú asi 20 ÷ 30 % dusíka, s oboma stupňami až 90 ÷ 95 % dusíka (Čerňanský, 2009).

Prvýkrát bol aktivovaný kal použitý pri čistení odpadových vôd v Manchestri v roku 1913. Príklady aktivovaného kalu sú na obr. 8.



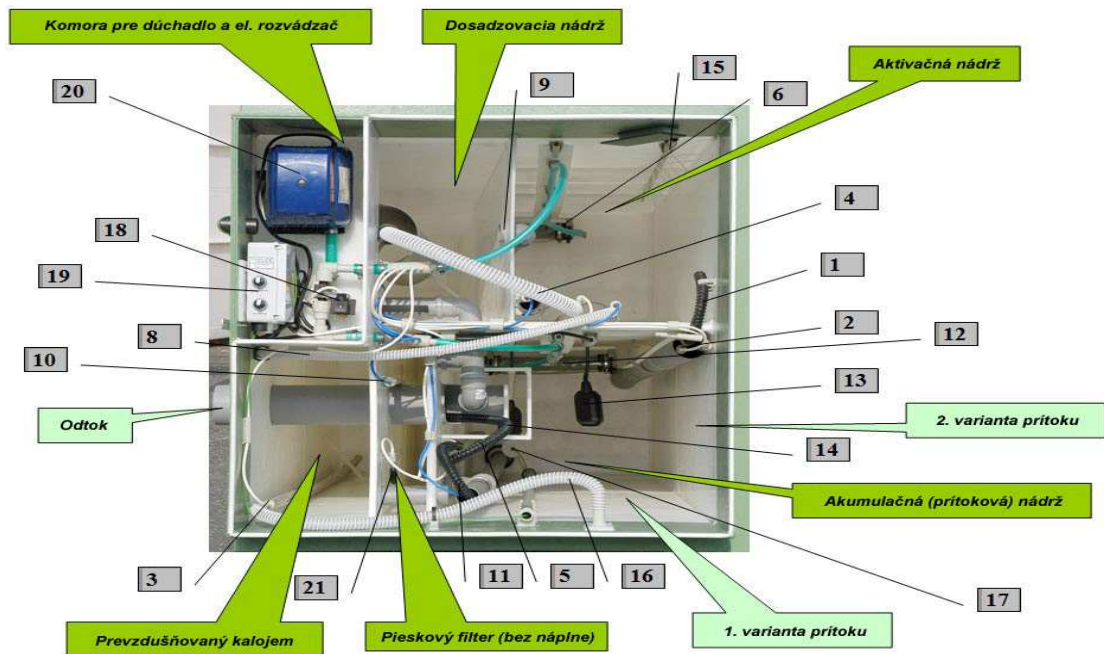
Obr. 8 Príklady aktivovaného kalu (Čerňanský, 2009)

▪ **Čistenie v prevzdušených kalojemoch** - ako je uvedené v dokumente BREF (EIPPCB, 2003), ČOV používajú *prevzdušňované kalojemy* veľkých rozmerov, obsahujúce vysoké koncentrácie mikroorganizmov. Kalojem je prevzdušený pre podporenie rastu baktérií a následný rozklad odpadu.

Na obr. 9 je znázornený popis vnútorného priestoru čistiarne. Jej činnosť spočíva v striedaní 2 fází, ktoré reguluje riadiaci plávajúci spínač, umiestnený v prítokovej komore (Prenak, 2008):

1. Fáza prítoková - je hlavná fáza, pri ktorej dochádza k samotnému čisteniu odpadovej vody a následnému odtoku čistej vody z čistiarne (obr. 10).

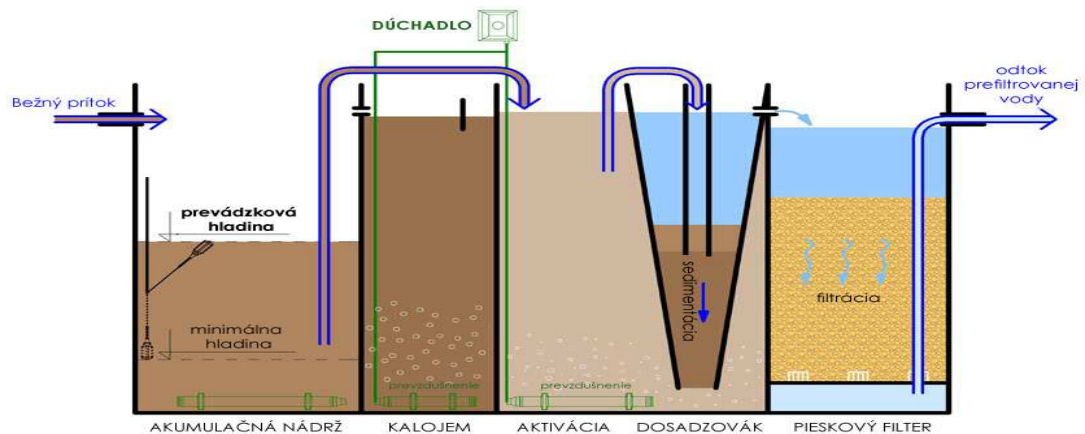
2. Fáza regenerácie - nastáva 3 ÷ 5-krát za deň. Dochádza k odťahu kalu do kalojemu a celkovej údržbe, vďaka prevzdušneniu častí čistiarne, ktoré boli doposiaľ v kľudovom stave (obr. 11).



Obr. 9 Popis vnútorného priestoru ČOV (Prenak, 2008)

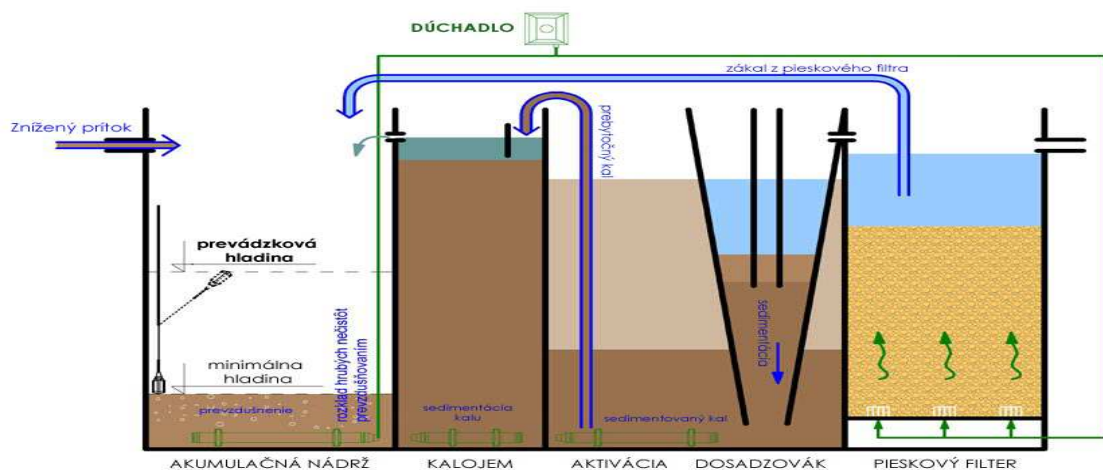
Legenda k obrázku:

1 - Mamutka surovej vody, 2 - Mamutka prevzdušňovania filtra hrubých nečistôt, 3 - Mamutka prevzdušňovania kalojemu, 4 - Mamutka načerpávania dosadzovacej nádrže, 5 - Mamutka odsávania medzidna pieskového filtra, 6 - Prevzdušňovací element aktivačnej nádrže, 7 - Prevzdušnenie dosadzovacej nádrže, 8 - Mamutka prebytočného kalu, 9 - Vývod mamutky sťahovania plávajúcich nečistôt z hladiny dosadzovacej nádrže, 10 - Mamutka prevzdušnenia pieskového filtra, 11- Mamutka sťahovania nečistôt pieskového filtra, 12 - Prevzdušňovací element akumuláčnej nádrže, 13 - Havarijný plavák, 14 - Riadiaci plavák, 15 - Lapák vlasov, 16 - Mamutka pre odčerpanie kalu z kalojemu, 17 - Uzemňovacia elektróda, 18 - Trojcestný elektroventil, 19 - Elektrický rozvádzač, 20 - Dúchadlo, 21 - Plaváček pieskového filtra



Obr. 10 Prietoková fáza ČOV (Prenak, 2008)

Popis prietokovej fázy: Surové odpadové vody natekajú do akumuláčnej nádrže, kde dochádza k usadeniu hrubých nečistôt. Predčistená odpadová voda je z akumuláčnej nádrže prečerpávaná cez filter hrubých nečistôt, vzduchovým čerpadlom, mamutkou (1), do aktivačnej nádrže, kde prebieha vlastný proces čistenia odpadových vôd aktivovaným kalom v vznose (6). Následne je zmes vyčistenej vody a kalu načerpávaná mamutkou (4) do kónickej dosadzovacej nádrže, kde kal sadá na dno a otvorom v spodnej časti nádrže, prepadá naspäť do aktivačnej komory. Vyčistená voda stúpa na hladinu a prepadá do nádrže pieskového filtra. Tu gravitáciou preteká na dno a súčasne sa dočisťuje. Z medzidna pieskového filtra je mamutkou (5) odčerpávaná do odtoku z čistiarne. V prietokovej fáze dochádza zároveň tiež k prevzdušňovaniu filtra hrubých nečistôt, aby nedošlo k jeho upchatiu a k prevzdušneniu kalojemu (3) preto, aby kal nehnul a bol aerobne stabilizovaný.



Obr. 11 Regeneračná fáza ČOV (Prenak, 2008)

Popis regeneračnej fázy: Pri nedostatočnom prítoku splaškov, plavákový spínač (14) v akumuláčnej nádrži dosiahne minimálnej hladiny a nastáva fáza regenerácie. Dôjde

k odčerpaniu usadeného prebytočného kalu (8) z aktivačnej nádrže spoločne s vyčistenou vodou do kalojemu. Tu kal sedimentuje a v hornej časti prepadá späť do akumuláčnej nádrže, ktorá sa prevzdušňuje (12), aby nedochádzalo k anaerobným procesom a ku vzniku zápachu. Jej prevzdušňovaním súčasne dochádza k rozmeľňovaniu usadených hrubých nečistôt.

V tejto fáze ďalej dochádza k prevzdušňovaniu dosadzovacej nádrže a odtáhu plávajúcich nečistôt z jej povrchu späť do aktivácie. Zároveň začína automatické pranie náplne pieskového filtra. Na dno pieskového filtra sa privádza vzduch (10), ktorý uniká k povrchu a tým uvoľňuje nečistoty, ktoré sa prečerpávajú s vrstvou vody nad pieskovým filtrom mamutkou (11) späť do akumuláčnej nádrže.

▪ **Bioremediačné techniky** rozdeľujeme do dvoch skupín (Čerňanský, 2009):

Na *ex situ metódy* - sú založené na vyťažení pôdy alebo prenosu kontaminovaného materiálu na inú lokalitu, kde prebieha odstraňovanie kontaminantov (teda mimo miesta znečistenia).

In situ metódy - uskutočňujú sa priamo na mieste kontaminácie úpravou kontaminovanej pôdy, vody alebo exhalátov. Finančne výhodnejšie sú tieto metódy.

Autor ďalej uvádza princípy a procesy, ktoré sú základom bioremediačných technologických postupov:

- **Biosorpcia** - táto metóda využíva biosorbent (biomasu), ktorý je schopný viazať toxické chemické prvky a iné anorganické či organické kontaminanty. V súčasnosti sa využíva najmä mikrobiálna biomasa (vzniká ako odpad vo farmaceutickom, potravinárskom a chemickom priemysle pri výrobe antibiotík, rastových látok, kyseliny citrónovej, emulgátorov a iných mikrobiálne produkovaných látok), rastlinná biomasa (odpad po spracovaní kukurice, citrusových plodov, cukrovej trstiny, pestovanie nenáročných rastlín a i.), biomasa makroskopických rias (najmä v prímorských krajinách, kde je prirodzený dostatok rias), a v menšej miere i živočíšna biomasa (najmä odpadové chitínové časti tela rôznych morských mäkkýšov). Najčastejšie používanou je však biomasa mikrobiálna (baktérie a mikroskopické vláknité huby – plesne). Biomasa je schopná viazať a koncentrovať rôzne látky z vodných roztokov – predovšetkým v bunkových povrchoch. Je to veľmi rýchly proces (2 ÷ 10 min pre 99 %-né odstránenie kontaminantu za optimálnych podmienok), na metabolizme nezávislý proces (možno použiť živú aj neživú biomasu). Realizuje sa prostredníctvom fyzikálno-chemických

mechanizmov ako je chemisorpcia (iónová výmena, tvorba chelátov, komplexných a koordinačných zlúčenín), fyzikálna adsorpcia, iónová výmena a precipitácia (vyzrážanie).

Proces biosorpcie a regenerácie biosorbentu je nasledovný: V prvom kroku dochádza k prechodu kontaminovanej vody cez kolónu ("rúru"), v ktorej je biomasu, k naviazaniu kovov na biomasu a tým k očisteniu vody, v druhom kroku dochádza k odstraňovaniu naviazaných kovov z biomasy, čím získavame očistenú biomasu, ktorú môžeme opäť použiť v ďalších cykloch a získavame aj koncentrovaný roztok kontaminantu, ktorý sa buď odparuje a pevný zvyšok skládkuje alebo sa ďalej priemyselne využíva (Čerňanský, 2009).

Využitie: V súčasnosti aplikácie biosorpcie sú pomerne zriedkavé, rozšírené sú len v USA, Kanade, Indii a Dánsku (viď. obr. 12). Existujú komerčné biosorbenty, napr. *AlgaSORB®* (založený na báze biomasy rias) - vhodný na odstraňovanie celej palety kladne nabitých kontaminantov, *AMT-Bioclaim®* (založený na biomase baktérií) - až 99% účinnosť odstránenia Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, U, Zn z kontaminovaných vôd, *BIO-FIX®* (zložený z biomasy rias a machov) - vhodný k odstraňovaniu Al, Cd, Zn, Mn s veľmi dlhou životnosťou – sorbent je možné použiť až v 120 cykloch.



Obr. 12 Obrie zariadenia, v ktorých prebieha odstraňovanie toxických látok biomasou (Čerňanský, 2009)

- **Biooxidácia** – je proces, pri ktorom kov, polokov alebo rádionuklid sa oxiduje za účasti mikroorganizmov, predovšetkým síruoxidujúcich baktérií (vznik H_2SO_4) a Fe-oxidujúcich baktérií. Vznikajú chemické formy, ktoré oxidujú kovy a vo väčšine prípadov dochádza k zvyšovaniu mobility, rozpustnosti, bioprístupnosti a toxicity. Pri biooxidácii dochádza k uvoľňovaniu (autotrofnému lúhovaniu) kovov a polokovov z tuhých substrátov (minerály, horniny, tuhé odpady) do roztoku. Typická je biooxidácia pyritu (FeS_2) alebo arzenopyritu ($FeAsS$) na haldách hlušiny → jedná sa predovšetkým o rozpúšťanie sulfidov kovov (Čerňanský, 2009).

Proces čistenia pôd je 2-stupňový:

1. síru-oxidujúce baktérie acidifikujú pôdu (H_2SO_4), čím sa toxické kovy uvoľnia do roztoku z tuhej fázy,
2. po premytí pôdy sa kovy dostávajú do roztoku (separácia od pôdy) a sulfát-redukujúce baktérie vyzrážajú z roztoku kovy späť do tuhej fázy (zrazenina), ktorá sa oddelí od vyčistenej vody) – účinnosť 70 ÷ 95 %.

Environmentálne dôsledky biooxidácie:

- a) záporné: - uvoľňovanie toxických kovov do prostredia,
- vznikajúca kyselina sírová lúhuje ďalšie kovy.
- b) kladné: - biomining, t. j. získavanie kovov z hlušiny (z rúd, ktorých spracovanie konvenčnými metódami je nerentabilné), pôd, kalov, popolčiek ,
- zvýšenie mobility – následné premývanie pôdy (soil washing).

- **Biolúhovanie** - pri oxidačno-redukčných procesoch baktérie, ale predovšetkým mikroskopické vláknité huby produkujú veľké množstvo rôznych organických kyselín, pričom je dôležitá nielen kvantita, ale i kvalita produkovaných kyselín. Baktérie sú však schopné produkovať i anorganické kyseliny (napr. sírová), ktoré následne lúhujú (uvoľňujú) kovy, polokovy a rádionuklidy z tuhých fáz do roztoku. Tento proces sa nazýva heterotrofné lúhovanie (biolúhovanie extracelulárnymi mikrobiálnymi metabolitmi). Mikroorganizmami produkované organické a anorganické kyseliny jednak lúhujú (uvoľňujú) kovy z tuhých materiálov, ale na druhej strane aj reagujú s týmito uvoľnenými kovmi za vzniku precipitátov (amorfná fáza) alebo kryštálov a minerálov (Čerňanský, 2009).

- Konkrétne prípady spracovania odpadov podľa uvedených metód (Biologické spôsoby spracovania odpadov, 2008):

- bakteriálne lúhovanie odpadového materiálu (brusný kal, škvara, troska z uhlia) v a.s. Tatra Kopřivnice,
- biologická úprava odpadovej vody z medenej bane (v laboratórnych podmienkach),
- biologická dekontaminácia odpadových vôd s obsahom kyanidu z podniku na spracovanie zlatonosnej rudy (v laboratórnom reaktore s imobilizovanou vrstvou),
- biooxidácia rudných materiálov na ložisku Pezinok a iné.

Základné bioremediačné techniky, ich monitorovanie a konkrétne použitie popísali vo svojej projektovej štúdii aj autori Barr, Finnamore a i. (2002).

▪ **Kompostovanie** je biologická metóda (EIPPCB, 2003), pri ktorej z organických odpadov (poľnohospodárske, lesnícke, papierenské, domové a i. odpady) vznikajú najmä humusové látky, a to pôsobením aeróbných a anaeróbných mikroorganizmov.

Pri *aeróbnom kompostovaní* (za prístupu kyslíka) je bioodpad čiastočne transformovaný do novej formy biomasy (kompost) a čiastočne „biologicky spálený“ za vzniku CO₂. Výsledkom je premena približne 50 % energetického obsahu na novú formu biomasy a 50 % na energiu vo forme tepla.

Ako uvádza Galovič (2007), cieľom kompostovania je opätovné zhodnocovanie organických odpadov a získanie hodnotných organických hnojív a prostriedkov pre zlepšenie vlastností pôdy – ekologické poľnohospodárstvo. Kompostovať môžeme všetky organické látky. Vhodné suroviny sa určujú rôznymi kritériami. Dôležité sú predovšetkým obsah živín, štruktúra a stupeň vlhkosti. Do kompostu v žiadnom prípade nesmú byť použité suroviny, ktoré majú nadlimitný obsah cudzorodých látok. Nemali by sa používať odpady obsahujúce nerozložiteľné prímеси, mastnotu, zvyšky pesticídov, ropné uhľovodíky a ťažké kovy.

Popis kompostovania (Čerňanský, 2009):

- premiestnenie zeminy, zmiešanie s pevným organickým materiálom (slama, piliny, kôra) + pridanie P a N,
- materiál je navŕšený do vysokých hromád, je prevzdušňovaný mechanicky alebo sústavou trubiek napojených na kompresor,
- rast teploty počas kompostovania → zvyšovanie rýchlosti biodegradácie organických polutantov (zvyšuje sa množstvo mikroorganizmov),
- dekontaminácia pôd s chlorofenolmi, NO₃, SO₄, výbušniny.

Ako uvádza Galovič (2007), vychádzajúc zo súčasných právnych predpisov, praxe a v nadväznosti na tematickú stratégiu o predchádzaní a obmedzovaní vzniku odpadov a recyklácie možno kompostovanie z hľadiska veľkosti rozdeliť na:

- *malé kompostovanie (domáce, t.j. domové alebo záhradné)*
- *stredné kompostovanie (obecné, resp. komunitné) – do 10 ton*
- *veľkokapacitné kompostovanie (priemyselné alebo farmové) – nad 10 ton*

Všetky uvedené typy kompostovania sú príkladom, ako možno významným spôsobom predchádzať ukladaniu biologicky rozložiteľných odpadov na skládky odpadov, pričom na stredné a veľkokapacitné kompostovanie je smerovaná i finančná podpora z prostriedkov EÚ a vnútroštátnych zdrojov – Environmentálneho fondu.

Technológie a technika pre kompostovanie:

- *Pri malom a strednom kompostovaní* vo väčšine prípadov používame rôzne kompostovacie zásobníky a záhradné náradie (napr. fúrik, vidly, lopata).

- **Kompostovanie na hromadách** - je používané hlavne na kompostovanie odpadov z údržby verejnej zelene, záhrad, parkov, cintorínov (tzv. zeleného bioodpadu). K prevádzke potrebujeme dostatočne veľkú plochu na kompostovanie, úpravu a uskladnenie surovín (Galovič, 2007). Toto kompostovanie rozdeľujeme na:

- *mechanicky prekopávané* - mechanizácia na prevzdušňovanie kompostovanej hromady môže byť veľmi rozdielna predovšetkým v závislosti na množstve kompostovaných odpadov.

Pre manipuláciu so surovinou a finálnym kompostom sa používajú **čelné nakladače**. Kvalita prekopávania pomocou čelného nakladača nie je veľmi dobrá a do značnej miery závisí na zručnosti obsluhy stroja. Výrazné skvalitnenie prekopávania pomocou čelných nakladačov prináša *špeciálna ALLU lopata*, ktorá má na svojom dne dva rotujúce valce, ktoré dokážu bioodpad dokonalejšie premiešať, čiastočne podrviť a v prípade potreby aj preosiať (obr. 13). Na malé kompostárne s kapacitou do cca 500 m³/rok sa hodia malé traktorom nesené **prekopávače** (obr. 14). Sú určené na prekopávanie hromád do výšky 100 – 150 cm a šírky v závislosti na pracovnej šírke záberu nadstavca (150 – 280 cm). Pre stredné a väčšie kompostárne sa používajú stroje samochodné a pripojiteľné k energetickému prostriedku. Tieto stroje sú schopné prekopávať hromady vysoké aj viac ako 3 m (Galovič, 2007), obr. 15 a 16.



Obr. 13 Špeciálny nadstavec na čelný nakladač – ALLU lopata (Galovič, 2007)



Obr. 14 Nesený mostový prekopávač SM vhodný pre menšie a stredné kompostárne (Bioodpady, 2009)



Obr. 15 Frézový prekopávač Wilibald vhodný pre veľké kompostárne (Biodpady, 2009)



Obr. 16 Mostový samochodný prekopávač kompostu Fopturn (Biodpady, 2009)

- *prevzdušňované tlakovou/podtlakovou aeráciou*
- *kombinácia mechanického prekopávania a nútenej aerácie* - do hromady je vháňaný resp. vysávaný vzduch pomocou sústavy perforovaných trubiek alebo hadíc uložených pod samotnou kompostovanou hromadou. Používajú sa najrôznejšie kompresory alebo vývevy (obr. 17).

Tento spôsob výrazne šetrí energiu a pracovné sily i stroje. Nevýhodou je, že v priebehu fermentácie kompost klesá a zanikajú tak póry, ktorými vzduch prechádza. Preto sa odporúča hromady s nútenou aeráciou tiež prekopávať (vo väčších intervaloch). Ďalším



Obr. 17 Prevzdušňovacie ventilátory a biofilter na čistenie odsávaného vzduchu zo základok (Galovič, 2007)

dôvodom prečo prekopávať je, že na povrchu a predovšetkým na dne kopy je materiál silne ochladzovaný a fermentácia v tejto časti neprebíha dostatočne intenzívne. Vďaka nižšej teplote nemusí byť preto zaistená dostatočná hygienizácia.

- prikryté kompostovacou textíliou - musí ísť vždy o textíliu, ktorou môže prechádzať vzduch. V žiadnom prípade teda nie je možné používať k tomuto účelu plastové „igelitové“ fólie. Textílie znižujú ochladzovanie kompostovanej hromady (dôkladnejšia hygienizácia), čiastočne zabraňujú vyparovaniu vody a teda prílišnému vysušovaniu kompostu. Tiež zabraňujú vnikaniu nadbytočnej vlhkosti do kompostu

v prípade dlhotrvajúcich dažďov a chránia kompost pred UV – žiarením. Na stenách textílie dochádza ku kondenzácii vznikajúcich plynov, vďaka čomu je potlačený možný zápach.

- neprikryté – vid'. obr. 18, 19.



Obr. 18 Kompostovanie v pásových hromadách (Bioodpady, 2009)



Obr. 19 Kompostovacie hromady prikryté kompostovacou textíliou (Bioodpady, 2009)

- *kompostovanie vo vakoch* - plastové vaky s priemerom 1,5 m a 2,4 m a základnou dĺžkou 60 m sa plnia pomocou kompostovacích lisov s vopred upraveným a namiešaným biologickým materiálom (odpadom). Do vaku sa vkladá aj perforovaná hadica, ktorou sa pomocou ventilátorov v pravidelných intervaloch do vaku vháňa vzduch (obr. 20). Kompost uložený vo vaku je chránený pred poveternostnými vplyvmi, nemusí sa v lete zavlažovať, je chránený pred nadbytočnou vlhkosťou. Z vaku neunikajú žiadne výluhy a ani zápach. Cca po 8 týždňoch sa kompost vyberá z vakov a dozrieva na voľnej ploche.



Obr. 20 Kompostovanie vo vakoch – vaky naplnené bioodpadom (Bioodpady, 2009)

- **Kompostovanie v boxoch** - uplatňuje sa predovšetkým pri kompostovaní odpadov z vývarovní, potravinárskeho priemyslu a pod. Jeho výhodou je úspora miesta. V uzavretých boxoch je aj možnosť filtrácie vzduchu, čím je výrazne potláčaný zápach a znižujú sa tým emisie záťažových plynov do atmosféry. Boxy bývajú:

- *otvorené* - v podmienkach SR a ČR ide predovšetkým o systém kompostovania v silážnych žľaboch, v ktorých sa kompost prevzdušňuje a prekopáva pomocou prekopávača alebo čelného nakladača. V špeciálne vytvorených boxoch sa môže prevzdušňovanie vykonávať pomocou nútenej aerácie alebo kombináciou nútenej aerácie a prekopávania čelným nakladačom (obr. 21).



Obr. 21 Otvorená boxová kompostáreň s nútenou aeráciou (Galovič, 2007)

Galovič (2007) uvádza, že v zahraničí sa používajú systémy, kde prebieha kompostovanie v sústave „bazénov“ umiestnených vedľa seba a prekopávanie je realizované pomocou špeciálneho prekopávača v tvare špirály, ktorý sa pohybuje nad boxmi na mostovom žeriave (napr. systém Compag).

- *uzavreté*: patria sem boxy kontinuálne a diskontinuálne. Obidva typy sú vhodné pre kompostovanie hlavne potencionálne rizikových materiálov, akými môžu byť napr. medziprodukty živočíšnej výroby, kaly z ČOV, exkrementy z chovu zvierat. V boxoch prebieha rovnomerné zahrievanie v celom objeme vsádzky, čím dochádza k vyššej deaktivácii potenciálnych patogénov.

- kontinuálne (tunelové) boxy (obr. 22) - vsádzka je vkladaná zvyčajne otvorom v hornej časti reaktora a druhým otvorom, zvyčajne lokalizovaným v najvzdialenejšej bočnej stene, je vyberaný zrelý kompost. Spôsob prevzdušňovania a čistenia vzduchu je podobný ako u diskontinuálnych boxov. Kompostovaný materiál je v priebehu kompostovania pomaly posúvaný smerom k otvoru pomocou hydraulicky posuvného čela. Z hygienického pohľadu sú lepšie kontinuálne boxy, pretože sa finálny produkt vyberá iným otvorom, ako sú odpady vkladané. Tým sa zabráni, aby rizikové suroviny alebo nedostatočne hygienizovaný kompost kontaminoval finálny produkt.



Obr. 22 Kontinuálny (tunelový) kompostovací reaktor – Nová Paka (ČR)
(Galovič, 2007)

o diskontinuálne boxy - sú jednoduchšej stavby. Ide o „garáž“ väčších rozmerov s kapacitou asi 30 – 80 t/jedna vsádzka. Vsádzka je do boxu navážaná jednorázovo pomocou čelného nakladača a musí byť vopred namiešaná, pretože dodatočné premiešavanie je veľmi komplikované. V podlahe boxu sú umiestnené perforované trubky, ktorými je do zrejúceho kompostu vháňaný vzduch. Množstvo prúdiaceho vzduchu je regulované podľa teploty kompostovaného materiálu a v niektorých prípadoch dokonca v závislosti na obsahu kyslíka v zrejúcej kope, meraného pomocou špeciálnej kyslíkovej sondy. Vzduch, ktorý prešiel kompostom, je odvádzaný vzduchovodom do čistiaceho systému. Najskôr je tento vzduch obvyčajne praná pomocou rozprašovaného slabého roztoku kyseliny sírovej, čím je vymývaný amoniak a potom vzduch prechádza biofiltrom, kde sú pomocou mikrobiálnej činnosti rozkladané ostatné zápachajúce látky. V čelnej stene boxu sú umiestnené dvere, ktorými je realizované ako zakladanie suroviny (vsádzky), tak aj vyberanie zrelého kompostu. To je základný rozdiel oproti kontinuálnym – tunelovým systémom (Galovič, 2007).

Ďalej sa boxy rozdeľujú na *vertikálne a horizontálne*.

Zvláštnym typom uzavretých kompostovacích boxov sú *kompostovacie bubny* - vodorovné bubny, ktoré sa v niekoľkohodinových intervaloch otáčajú a tým dochádza k dôkladnému premiešavaniu a aerácii. Kompostovacie bubny sú používané na začiatku kompostovacej linky. Odpad je tu kompostovaný asi týždeň. Behom tejto doby dochádza vďaka intenzívnej aerácii k rýchlemu štartu kompostovacieho procesu. Až potom je odpad kompostovaný v tuneloch.

- **Vermikompostovanie** podľa Galoviča (2007) využíva schopnosť niektorých druhov dážďoviek zintenzívňovať mikrobiálne procesy v organickej hmote. Klasická metóda spočíva v pridávaní 2 až 3 cm substrátu (najlepšie predkompostovaného), každý týždeň na vermikompostovacie lôžko, ktoré musí byť umiestnené v uzavretej a hlavne v zime dobre tepelne izolovanej nádobe, aby sa k dážďovkám nedostali ich prirodzení predátori a aby násada dážďoviek nevymrzla. Existujú rôzne metódy výroby vermikompostu (napr. v na sebe poskladaných boxoch, v automatických vermikompostéroch s násypkou substrátu v hornej časti a cyklickým odoberaním vermikompostu zo spodku vermikompostéru pomocou pohyblivého sita).

Výhody kompostovania: pri likvidácii tuhého komunálneho odpadu je potreba menších plôch, odpady sú zbavené choroboplodných zárodkov a organická látka je vrátená do kolobehu v prírode. Takto vyrobené komposty môžu byť využité v poľnohospodárstve, záhradníctve a na plochy verejnej zelene. Výhodou výroby priemyselných kompostov z tuhých mestských odpadov, prípadne v kombinácii s ďalšími tuhými a tekutými odpadmi z poľnohospodárstva, či iných sfér je likvidácia odpadov a vrátenie organických látok a biogénnych prvkov späť do pôdy (Stred'anský, 1999). Kompostovaním sa dá ušetriť až polovica poplatkov za odvoz a likvidáciu odpadkov. Ďalším prínosom je ušetrenie financií za nákup hnojív a pestovateľských substrátov.

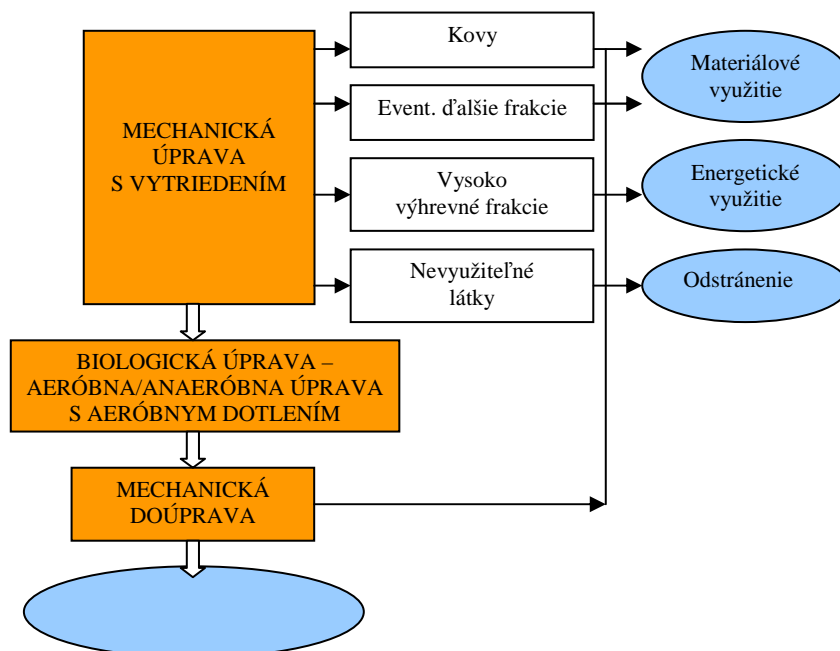
Kompostovanie je považované za najoptimálnejšie riešenie v nakladaní s kalmi z ČOV a hnojnými odpadmi z poľnohospodárskej výroby. Napr. Brestenský, Botto a Kiss (2003) overovali priebeh kompostovacieho procesu kalu hnojovice od ošípaných po separácii. Stanovovali obsah sušiny, organických látok, celkového dusíka, amoniakálneho dusíka (len v kale), P, K, Ca a Mg. Jelínek a i. (2001) uskutočnili rad experimentov pre zisťovanie závislosti vzniku emisií toxických plynov, najmä amoniaku, v priebehu kompostovacieho procesu v snahe dokázať, že kompostovanie je nielen vhodný spôsob spracovania exkrementov hospodárskych zvierat a zvyškovej biomasy na kvalitný humus mimo pôdne prostredie, ale tiež možnosť znižovania ekologickej záťaže krajiny vrátane znižovania emisií záťažových plynov. Jalovecký, Mareček (2002) sa vo svojom výskume venovali stanoveniu kritérií výberu najlepšej dostupnej techniky (BAT) – konkrétne vstupmi a výstupmi v procese spracovania odpadov živočíšneho pôvodu v súlade s požiadavkami smernice Rady 96/61/ES o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia (IPPC).

▪ **Aeróbná digestia (vyhňovanie)** spočíva v redukcii organického obsahu v odpade. Používa sa pre pevný odpad, nekontinuálne odpadové vody, bioremediáciu a pre kaly a zeminu kontaminovaných olejmi (EIPPCB, 2003). Patrí sem: mechanicko-biologická úprava odpadov a biologické postupy aplikované na kontaminovanú pôdu.

- **Mechanicko-biologická úprava (MBÚ)** predstavuje spracovanie zmesových komunálnych odpadov, prípadne ďalších odpadov pomocou mechanického roztriedenia na využiteľné a nevyužiteľné odpady a ďalej biologické úpravy vytriedených biologických zložiek (Vargová, 2010).

Ide o úpravu odpadov, ktoré využívajú rôzne druhy biologických, mechanických a fyzikálnych procesov v kombinácii rôznych postupov k dosiahnutiu mnohých cieľov. Hlavným cieľom MBÚ je minimalizovať dopad na životné prostredie spojený s konečným odstraňovaním biologicky rozložiteľných odpadov a k tomu získať ďalšie hodnotné materiály zo vstupujúcich odpadov v podobe materiálovo či energeticky využiteľných materiálov, ako je predovšetkým výhrevná frakcia tuhého odpadu, bioplyn, kovy atď. Z uvedeného vyplýva, že zariadenia MBÚ upravujú zvyškový odpad a ďalej redukovujú jeho objem. Tieto zariadenia patria na koniec systému zberu, kompostovania a recyklácie komunálneho odpadu.

Schéma mechanicko-biologickej úpravy odpadov je na obr. 23.



Obr. 23 Mechanicko-biologická úprava odpadov (Portál MBU, 2010)

Výhody MBÚ:

- nevytvára trvalý dopyt po odpadoch – môže byť jednoducho použitý na dotried'ovanie,
- pohodlný spôsob pre pôvodcu odpadu (občana) a systém zberu,
- MBÚ systémy nespôsobujú toxické emisie.

Nevýhody MBÚ:

- neodstraňuje potrebu skládkovania a spaľovania,
- nie je to „koncová“ metóda, ide iba o súčasť systému,
- vytriedený materiál nie je čistý – ťažšie sa uplatňuje na trhu.

- **Biologické postupy aplikované na kontaminovanú pôdu** - ako sa uvádza v materiáloch BREF (EIPPCB, 2003), ich účelom je redukcia kontaminovanej pôdy. Princíp tejto metódy spočíva v anaeróbnej a aeróbnej degradácii polutantov (látok, ktoré svojim fyzikálnym, chemickým alebo biologickým pôsobením poškodzujú organizmy) vo vyťaženej zemine.

Vstupmi sú biodegradovateľné látky – palivá (napr. benzín, petrolej, plynový olej, ropa), minerálne oleje, odpadové oleje a ťažké organické oleje. Výstupmi sú dekontaminované vyťažené zeminy.

Popis procesu: Nedostatok kyslíka je hlavným limitujúcim faktorom biodegradácie polutantov v pôde a bolo vyvinuté množstvo procesov slúžiacich k optimalizácii okysličenia pôdy. Rôzne biologické postupy sa líšia v použitých aeračných technikách. Používajú sa dva procesy (Čerňanský, 2009):

Biodegradácia in-situ – úprava podľa tejto metódy (ako sme už v tejto kapitole spomenuli), sa vykonáva priamo v kontaminovanom prostredí, kde zmenou parametrov je možné dosiahnuť:

a) zmenu vlastností kontaminantu - rozpustnosti, mobility, bioprístupnosti, toxicity (predovšetkým kovy a polokovy, menej perzistentné organické látky);

b) odstránenie kontaminantu (predovšetkým organické látky, menej polokovy).

Biodegradácia ex situ - vykonáva sa mimo lokalitu sanačného zásahu po separácii kontaminovaného média. Napr. odťazenie zeminy a sanácia na dekontaminačnej ploche (t.j. bioremediácia pevnej fázy) alebo odčerpanie vody a zneškodnenie v ČOV, (t.j. bioremediácia kašovitej fázy).

▪ **Anaeróbna digescia**, ako sa uvádza v dokumente BREF (EIPPCB, 2003) sa využíva v priemysle pri nakladaní s odpadmi s veľmi vysokým CHSK a ako postup úpravy splaškových kalov po aeróbnej úprave odpadových vôd. Pri anaeróbnej digescii rozkladajúci sa organický materiál je uzavretý v nádobách za neprítomnosti vzduchu. Využíva dve formy baktérií: kyselinotvorné a metanotvorné. Používa sa pre pevné i kvapalné odpady.

Produkcia bioplynu pri riadenej anaeróbnej digescii je jednou z hlavných výhod tohto procesu. Táto metóda sa odlišuje od procesu aeróbnej biodegradácie v tom, že nie je schopná rozložiť lignín (významná zložka dreva).

Bioplyn ako výsledný produkt splyňovania bioodpadu obsahuje: 55 ÷ 70 % CH₄, 27 ÷ 44 % CO₂, 1 ÷ 3 % H₂, 0,1 ÷ 1 % H₂S. Pretože je bohatý na metán, je nosičom energie. Jeho spaľovaním dokážeme získať z bioodpadu energiu (teplo a elektrickú energiu). Využíva sa aj v doprave (alternatívne palivo). Ako uvádza Vargová (2010), po fermentácii ostáva vyhnitý zvyšok – digestát, ktorý je buď kvapalný, alebo má kašovitú konzistenciu. Je ho možné aplikovať priamo na poľnohospodársku pôdu, alebo pri nižšom obsahu vody sa môže stabilizovať kompostovaním.

Bioplyn je hlavným záujmovým produktom **bioplynovej stanice**. Väčšinou sa spaľuje v kogeneračnej jednotke a získava sa elektrická energia a teplo. Technologické riešenia zohľadňujú potreby zákazníka a sú zamerané na spracovanie biologicky odbúrateľného materiálu.

Je možné spracovať:

- poľnohospodársku produkciu (maštal'ný hnoj, močovka, silážna kukurica, silážna tráva, odpady z výroby),
- biologické odpady z jedální (školy, stravovacie zariadenia, nemocnice, podniky),
- odpady z reštaurácií,
- potraviny po záruke z obchodných reťazcov,
- trávové odpady z parkov, záhrad,
- kaly z ČOV,
- bioodpady z potravinárskeho priemyslu, bioodpady z bitúnkov a zo spracovania mäsa, a iné.

Výhody - môžeme získať:

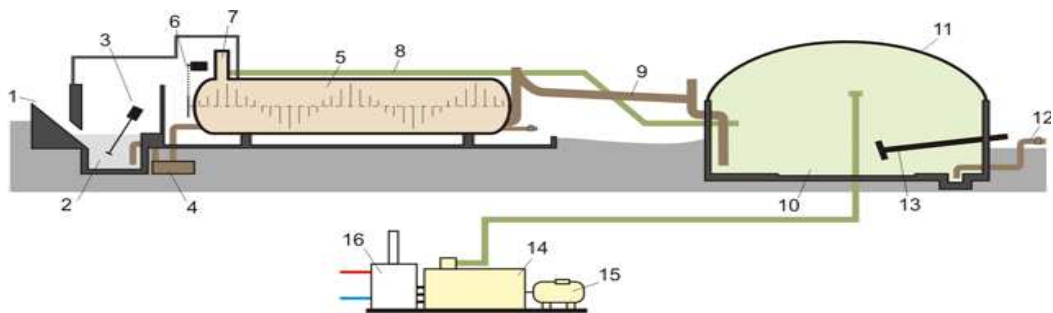
- ochranu životného prostredia,
- čistejšie mesto a región,

- vyriešenie bioodpadov v danej oblasti,
- kvalitný bioplyn,
- čistú (zelenú) elektrickú energiu z kogenerácie,
- teplo na vykurovanie ÚK a TUV v komunálnej sfére,
- teplo na vykurovanie technologických celkov,
- plnohodnotné hnojivo na použitie v poľnohospodárstve i v záhradkárstve,
- nové pracovné miesta.

Výroba bioplynu (Kubica, 2006) sa uskutočňuje v bioplynovej stanici, ktorá slúži ako 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 vpušťa 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.

Schéma na obrázku 24 predstavuje typické usporiadanie poľnohospodárskej bioplynovej stanice. Fermentor je v tomto prípade horizontálneho semikontinuálneho typu. Vyhrievanie je realizované cez dutý hriadeľ. Na obr. 25 je bioplynová stanica na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU v Kolíňanoch pri Nitre.



Obr. 24 Schéma typickej poľnohospodárskej bioplynovej stanice (Kubica, 2006)

- 1 - násypka, 2 - homogenizačná nádrž, 3 - vrtuľové miešadlo, 4 - kalové čerpadlo, 5- fermentor, 6 - miešanie fermentora, 7 - plynový dóm, 8 - plynové potrubie, 9 - prepadové potrubie, 10 - konečná skladovacia nádrž, 11 - membrána plynojemu, 12 - výpustné potrubie digestátu, 13 - vrtuľové miešadlo, 14+15 - kogeneračná jednotka, 16 - výmenník tepla



Obr. 25 Bioplynová stanica VPP Kolíňany (Gaduš, 2002)

V súčasnosti máme na Slovensku len 5 bioplynových staníc v rezorte poľnohospodárstva. Mimo rezortu poľnohospodárstva je v prevádzke asi 20 bioplynových staníc v SR, hlavne pri čistiarňach odpadových vôd (Maga a i., 2008).

Anaeróbna digescia zahŕňa (EIPPCB, 2003): *Predbežnú mechanickú úpravu*, ktorej účelom je odstránenie nežiaducich materiálov z upravovaného odpadu ako sú plasty, kovy a príliš veľké časti. Separácia môže prebehnúť za suchých alebo za mokrých podmienok. Triedenie môže byť uskutočnené pomocou závitorezných, mlecích, mlátiacich, preosievacích a rezacích mechanizmov. Nasleduje *vlastná digescia*, uskutočňovaná dvomi technológiami (Biodpady, 2009): 1. Mokrú fermentáciu – sušina spracovávaných surovín je pod 12 %, je v súčasnosti najpoužívanejšia. 2. Suchá fermentácia - sušina spracovávaných surovín je 30 - 35 %, je pomerne zriedkavá.

Na základe teploty udržiavanej vo fermentore je možné proces digescie deliť na:

1. psychofilný: $15 \div 20$ °C, nízka produkcia bioplynu, nízke nároky na ohrev, dlhý čas fermentácie.
2. mezofilný: $30 \div 40$ °C, primeraná produkcia bioplynu aj nároky na ohrev.
3. termofilný: $50 \div 70$ °C, vysoká produkcia bioplynu, vysoké nároky na ohrev, krátky čas fermentácie.

Najčastejšie sa používa mezofilný proces mokrej fermentácie, ktorý, hoci čas fermentácie je dlhší ako pri termofilnej fermentácii, nie je tak náročný na spotrebu energie na ohrev a je menej citlivý na výchyľky v kvalite vstupnej suroviny ako termofilný proces. Doba zdržania materiálu vo fermentore závisí od použitej technológie a pohybuje sa od 20 až do 110 dní (Biodpady, 2009).

V tabuľke 3 sú uvedené niektoré bežné technológie dostupné v súčasnosti.

Tabuľka 3 Technológie anaeróbnej digescie (EIPPCB, 2003)

Technológia	Popis	Vstup
<i>Vlhká jednokroková</i>	Pevný odpad je zriedený v priebehu procesu vodou, aby poskytol neriedenú vstupnú surovinu pre plnenie miešacej nádoby digestéru.	Proces môže byť použitý pre pevný komunálny odpad samostatne, vlhký proces sa však priamo ponúka pre spoločnú digesciu so zriedenými vstupnými surovinami, ako sú maštalný hnoj a organické priemyselné odpady.
<i>Vlhká viackroková</i>	Pevný odpad je zriedený a fermentovaný hydrolytickými a fermentatívnymi baktériami, aby sa uvoľnili prchavé mastné kyseliny, ktoré sú potom premenené na bioplyn v anaeróbnom digestéri priemyselných odpadových vôd s rýchlym prenosom.	Systém sa ponúka pre digesciu pevných komunálnych odpadov a vlhkých organických odpadov z potravinárskeho priemyslu.
<i>Suchá spojitá</i>	Digestačná nádoba je priebežne plnená materiálom s 20 ÷ 40 % suchej hmoty prostredníctvom vsádzkového plnenia. V oboch variantoch prísunu – zmiešanom aj oddelenom – je prebytok tepla výhodný pre termofilnú digesciu.	
<i>Suché dávkovanie</i>	Dávka je naočkovaná digestátom z iného reaktora a ponechaná prirodzenému vyhniávaniu. Výluh opakovane cirkuluje, aby udržoval potrebný vlhkosťný obsah a roznášal metánové baktérie po nádobe.	
<i>Postupné dávkovanie</i>	V podstate variant procesu suchého dávkovania, v ktorom je výluh vymieňaný medzi zavedenými a novými dávkami, aby uľahčil uvedenie do chodu, naočkovanie a odstránenie prchavých materiálov z aktívneho reaktora. Akonáhle je digescia zavedená, digestér je odpojený od zavedenej dávky a je pripojený k novej dávke v inej nádobe.	
<i>Vsádzkový bioreaktor</i>		

Využitie: V súčasnosti sa anaeróbne digestéry používajú pre komunálny odpad (konkrétne bio-odpad separovaný priamo na mieste), ale sú testované tiež pre spracovanie nebezpečného odpadu. V niektorých anaeróbných digestéroch v ČOV je ušetrená kapacita používaná pre spracovanie celej škály priemyselných organických odpadov (z mäsokombinátov, cukrovarov, pivovarov, mliekarní a konzervární). Anaeróbna digescia TKO je komerčne výhodná priemerne na 10 rokov a používa sa najmä v Nemecku, Holandsku a Dánsku (EIPPCB, 2003).

Problematike spracovania čistiarenskeho kalu a výroby bioplynu sa venovali vo svojich prácach mnohí autori (napr. Hampl, a i., 2005; Kollárová M. a i., 2006).

Pri *aeróbnom čistení odpadových vôd* aktivačný proces prebieha v biologických kolónach alebo v rotačných diskových reaktoroch. Nasleduje čistenie a dočistenie

v oxidačných lagúnach (obr. 26). *Anaerobné čistenie odpadových vôd* spočíva v stabilizácii odpadových vôd a v čistení koncentrovaných odpadových vôd (Opáth, 2008).



Obr. 26 Lagúny (dole – výtok tuhého odpadu spolu s kontaminovanou vodou) (Čerňanský, 2009)

Aeróbne procesy (produkcia biomasy a krmiva, zneškodnenie ropných uhlíkov a i) a *anaeróbne procesy* (produkcia etanolu a metánu), sa ekonomicky javia ako veľmi perspektívne.

Metanizácia organických odpadov je najefektívnejším zužitkovaním najmä rôznych kalov a suspenzií organických látok s vysokým obsahom vody, kde je spaľovanie nerentabilné. Konečnými produktami sú „stabilná“ biomasa a bioplyn. Metanizácia sa postupne začína uplatňovať pri zneškodňovaní komunálneho odpadu.

3.5 Legislatíva odpadového hospodárstva

Opadové hospodárstvo na Slovensku je v dostatočnej miere pokryté potrebnými zákonnými normami a vykonávacími predpismi, ktoré sú v súlade s európskou legislatívou. Právny rámec odpadového hospodárstva je živý organizmus, ktorý sa neustále vyvíja. Reaguje na zmeny, ktoré prichádzajú nielen z EÚ, ale reflektuje aj na požiadavky a skúsenosti z praxe u nás doma (Pokusová, 2010).

Odpady, obaly a odpadové hospodárstvo je obsiahnuté na národnej úrovni v 22 aktuálnych právnych predpisoch so zapracovaním priamych i nepriamych novelizácií (Odpady, obaly a odpadové hospodárstvo, 2008). Táto zložka je detailnejšie členená do nasledovných skupín: odpady a odpadové hospodárstvo (16 právnych predpisov), obaly (4 právne predpisy), elektrozariadenia a elektroodpad (2 právne predpisy).

Základnou legislatívnou normou v odpadovom hospodárstve sú podľa MŽP SR (2008) nasledovné *právne predpisy*:

- Zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 553/2001 Z. z., zákona č. 96/2002 Z. z., zákona č. 261/2002 Z. z., zákona č. 393/2002 Z. z., zákona č. 529/2002 Z. z., zákona č. 188/2003 Z. z. (+ čiastka 98 Z. z. o redakčnom oznámení chyby v čl. II - zmena h) na i)), zákona č. 245/2003 Z. z., zákona č. 525/2003 Z. z., zákona č. 24/2004 Z. z. (+ redakčné oznámenie o oprave chýb v Čiastke 44 Zbierky zákonov 2004), zákona č. 443/2004 Z. z., zákona č. 587/2004 Z. z., zákona č. 733/2004 Z. z., zákona č. 479/2005 Z. z., zákona č. 532/2005 Z. z., zákona č. 571/2005 Z. z. a zákona č. 127/2006 Z. z. [zákon č. 409/2006 Z. z. – úplné znenie zákona o odpadoch].
- Zákon č. 17/2004 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov v znení zákona č. 587/2004 Z. z.
- Vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení vyhlášky č. 509/2002 Z. z., vyhlášky č. 128/2004 Z. z. a vyhlášky č. 599/2005 Z. z.
- Vyhláška MŽP SR č. 284/2001 Z. z., ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov v znení vyhlášky č. 409/2002 Z. z. a vyhlášky č. 129/2004 Z. z.
- Vyhláška MŽP SR č. 125/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o spracúvaní starých vozidiel a o niektorých požiadavkách na výrobu vozidiel, v znení vyhlášky č. 227/2007 Z. z.
- Vyhláška MŽP SR č. 126/2004 Z. z. o autorizácii, o vydávaní odborných posudkov vo veciach odpadov, o ustanovovaní osôb oprávnených na vydávanie odborných posudkov a o overovaní odbornej spôsobilosti týchto osôb.
- Vyhláška MŽP SR č. 127/2004 Z. z. o sadzbách pre výpočet príspevkov do Recyklačného fondu, o zozname výrobkov, materiálov a zariadení, za ktoré sa platí príspevok do Recyklačného fondu, a o podrobnostiach o obsahu žiadosti o poskytnutie prostriedkov z Recyklačného fondu, v znení vyhlášky 359/2005 Z. z.
- Vyhláška MŽP SR č. 135/2004 Z. z. o dekontaminácií zariadení s obsahom PCB.
- Vyhláška MŽP SR č. 208/2005 Z. z. o nakladaní s elektrozariadeniami a s elektroodpadom v znení vyhlášky č. 313/2007 Z. z.

- Nariadenie vlády SR č. 153/2004 Z. z., ktorým sa ustanovujú záväzné limity a termíny pre rozsah opätovného použitia častí starých vozidiel, zhodnocovania odpadov zo spracovania starých vozidiel a ich recyklácie.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 388/2005 Z. z., ktorým sa ustanovujú limity pre zhodnotenie elektroodpadu a pre opätovné použitie a recykláciu komponentov, materiálov a látok.
- Oznámenie MZV SR č. 60/1995 Z. z. o pristúpení Slovenskej republiky k Bazilejskému dohovoru o riadení pohybov nebezpečných odpadov cez hranice štátov a ich zneškodňovaní.
- Oznámenie MZV SR č. 132/2000 Z. z. o zmene v prílohe č. 1 a o prijatí dvoch nových príloh č. VIII a IX k Bazilejskému dohovoru o riadení pohybov nebezpečných odpadov cez hranice štátov a ich zneškodňovaní.
- Oznámenie MZV SR č. 593/2004 Z. z. o prijatí Štokholmského dohovoru o perzistentných organických látkach.
- Oznámenie MŽP SR č. 75/2002 Z. z. o vydaní výnosu č. 1/2002 z 12. februára 2002, ktorým sa ustanovujú jednotné metódy analytickej kontroly odpadov.
- Zákon č. 203/2009 Z.z., prijatý NR SR 29. apríla 2009, ktorým sa mení a dopĺňa Zákon č. 188/2003 Z.z. o aplikácii čistiarenského kalu a dnových sedimentov do pôdy.

V oblasti nakladania s odpadmi sú rovnako dôležité **konceptné dokumenty SR:**

- Program odpadového hospodárstva Slovenskej republiky na roky 2006 – 2010, schválený uznesením vlády Slovenskej republiky č. 118. zo dňa 15. februára 2006.
- Programy odpadového hospodárstva krajov na roky 2006 – 2010.

Najvýznamnejšou udalosťou ostatného obdobia je schválenie novej smernice č. 98/2008/ES o odpadoch, ktorá bola zverejnená v Úradnom vestníku Európskej únie 22. novembra 2009 s tým, že predchádzajúce smernice č. 75/439/EHS, č. 91/689/EHS, č. 2006/12/ES sa rušia s účinnosťou od 12. decembra 2010 a členské štáty EÚ musia prijať právne predpisy, ktoré sú nevyhnutné na dosiahnutie súladu s touto smernicou (Pokusová, 2010).

Ako autorka ďalej uvádza, smernica je rozdelená do niekoľkých častí. Prvá časť definuje oblasť pôsobnosti, kde sa ustanovujú opatrenia na ochranu životného prostredia a ľudského zdravia predchádzaním alebo znižovaním nepriaznivých vplyvov vzniku odpadu a nakladania s ním a znižovaním celkových vplyvov využívania zdrojov a zvyšovaním efektívnosti takéhoto využívania. Vymedzuje základné pojmy, akými sú odpad,

nebezpečný odpad, biologický odpad, pôvodca odpadu, držiteľ odpadu, zber, triedený zber, zhodnocovanie, recyklácia alebo príprava na opätovné použitie. Definuje veľmi dôležitú hierarchiu predchádzania vzniku odpadu a nakladania s odpadom, t. j. hierarchiu odpadového hospodárstva, kde stanovuje priority v poradí predchádzanie vzniku; príprava na opätovné použitie; recyklácia, iné zhodnocovanie napr. energetické zhodnocovanie; ako aj zneškodňovanie. V druhej časti Smernica uvádza všeobecné požiadavky nakladania s odpadmi a ustanovuje rozšírenú pôsobnosť výrobcov, ochranu ľudského zdravia a životného prostredia a náklady. V tretej časti sú špecifikované zásady nakladania s odpadmi, napr. zodpovednosť za nakladanie s odpadom, zásada sebestačnosti a zásada blízkosti, zákaz zmiešavania nebezpečného odpadu a toky odpadov, konkrétne odpadové oleje a biologický odpad. V časti Povolenia a registrácie sú definované podmienky udeľovania povolení na vykonávanie spracovania odpadu a v časti Programy sa okrem problematiky Programov odpadového hospodárstva ustanovujú aj nové Programy predchádzania vzniku odpadu. Kontrola a vedenie záznamov pri nakladaní s odpadmi je predmetom šiestej časti.

Jedným z hlavných cieľov smernice je recyklovať do roku 2020 až 50 % hmotnosti odpadu z domácností resp. odpadov podobných odpadom z domácností, najmä papier, sklo, plasty, kovy atď. V rovnakom časovom horizonte sa má recyklovať ostatný odpad zo stavebníctva a demolácií, a to až na úrovni 70 % hmotnosti. Kľúčovými témami pri prerokovaní smernice bola aj otázka ukladania odpadov na skládky a spaľovanie. Text nakoniec obsahuje kompromis, ktorý vychádza z návrhu Komisie a Rady EÚ, ktorý spaľovanie zmesových komunálnych odpadov definuje ako využitie a nie ako odstránenie. Využitie tohto odpadu v spaľovniach je teda možné, ale iba za predpokladu, že sa dosiahnu určité energetické normy, ktoré sú uvedené v prílohe II smernice. Podľa Komisie by toto opatrenie malo viesť ku zefektívneniu spaľovania odpadov a jeho energetického využitia (Pokusová, 2010).

3.6 Nakladanie s biologickým odpadom v Európskej únii

Na základe štúdie Európskej komisie (Zelená kniha, 2008), rast v EÚ je stále sprevádzaný zvyšujúcim sa množstvom odpadu spôsobujúceho zbytočné straty materiálu a energie, environmentálne škody a negatívne účinky na zdravie a kvalitu života. Strategickým cieľom EÚ je znížiť tieto negatívne vplyvy premenou EÚ na „recyklujúcu spoločnosť“, ktorá efektívne hospodári so zdrojmi.

Celkové ročné množstvo biologického odpadu v EÚ sa odhaduje na 76,5 – 102 Mt potravinového a záhradného odpadu vrátane odpadu zmiešaného v pevnom komunálnom odpade a do 37 Mt z potravinárskeho a nápojového priemyslu.

Alternatívy odpadového hospodárstva týkajúce sa biologického odpadu okrem prevencie pri zdroji zahŕňajú zber (zvlášť alebo so zmiešaným odpadom), anaeróbnu digesciu a kompostovanie, spaľovanie a skládkovanie. Environmentálne a hospodárske prínosy rozdielnych metód úpravy odpadu výrazne závisia od miestnych podmienok, ako je hustota obyvateľstva, infraštruktúra a klíma, ako aj od trhov so súvisiacimi produktmi (energia a kompost).

3.6.1 Súčasný stav v oblasti nakladania s biologickým odpadom v členských štátoch EÚ

V EÚ biologický odpad zvyčajne predstavuje 30 – 40 % (pohybuje sa však v rozpätí 18 – 60 %) pevného komunálneho odpadu. Priemerne 41 % pevného komunálneho odpadu sa ukladá *na skládky*, kým v niektorých členských štátoch (napríklad Poľsko, Litva) toto percento prekračuje 90 %. Avšak v dôsledku vnútroštátnych politík a smernice o skládkach odpadov, v ktorej sa vyžaduje zníženie množstva biologického odpadu v skládkach, sa od roku 2000 priemerné množstvo pevného komunálneho odpadu znížilo z 288 na 213 kg/osoba/rok (z 55 na 41 %).

Spaľovanie dosahuje 47 % vo Švédsku a 55 % v Dánsku. V obidvoch krajinách sa spaľovanie biologického odpadu, ktorý nie je separovane zbieraný, zvyčajne vykonáva prostredníctvom kogenerácie elektrickej energie a tepla a s kondenzáciou dymového plynu, čo vedie k vysokej účinnosti a vysokému čistému energetickému zhodnoteniu.

Mechanicko-biologická úprava sa využíva v EÚ v poslednej dekáde ako predbežná úprava, aby sa splnili akceptačné kritériá týkajúce sa skládok, alebo aby sa zvýšila výhrevnosť v súvislosti so spaľovaním. V roku 2005 existovalo približne 80 rozsiahlych zariadení s kombinovanou kapacitou viac než 8,5 milióna ton, väčšina z nich sa nachádzala v Nemecku, Španielsku a Taliansku. Pokiaľ ide o biologickú úpravu organického odpadu vo všeobecnosti (nielen biologického odpadu), celkovo bolo zistených 6 000 zariadení z ktorých 3 500 bolo určených na kompostovanie a 2 500 na anaeróbnu digesciu (väčšinou ide o malé jednotky umiestnené na farmách). V roku 2006 fungovalo 124 zariadení anaeróbnej digescie na úpravu biologického odpadu a/alebo komunálneho odpadu (vrátane zariadení mechanicko-biologickej úpravy na základe anaeróbnej digescie s celkovou kapacitou 3,9 milióna ton a očakáva sa nárast tohto ukazovateľa.

V niektorých členských štátoch sa **recyklovanie** podporuje **separovaným zberom** (Rakúsko, Holandsko, Nemecko, Švédsko a časti Belgicka (Flámsko), Španielska (Katalánsko) a Talianska (severné regióny), kým iné členské štáty (Česká republika, Dánsko a Francúzsko) sa zameriavajú na kompostovanie zeleného odpadu a zber kuchynského odpadu s pevným komunálnym odpadom. Vo všetkých regiónoch, v ktorých sa zaviedol separovaný zber, sa táto alternatíva považuje za úspešné nakladanie s odpadom.

Celkový potenciál separovaného zberu biologického odpadu sa odhaduje až na 150 kg/osoba/rok vrátane kuchynského a záhradného odpadu z domácností, parkového a záhradného odpadu z verejných priestorov a odpadu z potravinárskeho priemyslu (80 Mt pre EÚ 27). Približne 30 % tohto potenciálu (24 Mt) sa v súčasnosti zbiera separovane a biologicky upravuje. Celková produkcia kompostu dosahovala v roku 2005 výšku 13,2 Mt. Väčšina kompostu sa produkovala z biologického odpadu (4,8 Mt) a zeleného odpadu (5,7 Mt), zvyšná časť zo splaškových kalov (1,4 Mt) a zmiešaného odpadu (1,4 Mt). Potenciál produkcie kompostu z najhodnotnejších vstupov (biologický odpad a zelený odpad) sa odhaduje na 35 až 40 Mt.

Kompost sa využíva v poľnohospodárstve (približne 50 %), na krajinotvorbu (do 20 %), na produkciu rastových médií (zmesi) a produkciu pôdy (približne 20 %) a využívajú ho aj súkromní spotrebiteľia (do 25 %). Krajiny produkujúce kompost prevažne zo zmiešaného odpadu, ktorých trhy s kompostom nie sú dostatočne rozvinuté, ho zvyčajne používajú v poľnohospodárstve (Španielsko, Francúzsko), na obnovu krajiny alebo na zakrytie skládok (Fínsko, Írsko, Poľsko).

3.6.2 Súčasný stav a stratégia nakladania s biologickým odpadom v SR

Napriek veľkému množstvu bioodpadov vznikajúcich v komunálnej sfére a aj možných spracovateľských technológií, sa v SR drvivá väčšina bioodpadu bez ďalšieho využitia zneškodňuje na skládkach a v spaľovniach komunálnych odpadov. Veľká časť bioodpadu je spaľovaná v domácnostiach (záhradách) alebo vyhadzovaná na nelegálne „čierne“ skládky.

Smernica Rady 1999/31/ES o skládkach odpadov stanovila členským štátom podľa článku 5 vypracovať najneskôr do dvoch rokov odo dňa ustanoveného v článku 18 národné stratégie pre realizáciu redukcie množstva biologicky rozložiteľného odpadu idúceho na skládky. Táto Smernica stanovuje, že členské štáty, ktoré v roku 1995 alebo

v poslednom roku pred rokom 1995, za ktorý sú dostupné štandardizované údaje z EUROSTAT-u, ukladali viac ako 80 % zozbieraného komunálneho odpadu na skládky, môžu odložiť dosiahnutie cieľov ustanovených v odsekoch a), b) alebo c) maximálne po dobu štyroch rokov. Členské štáty, ktoré majú v úmysle využiť toto ustanovenie, musia o svojom rozhodnutí vopred informovať komisiu. Stratégia by mala byť zameraná na všetok biologicky rozložiteľný odpad (BRO), ale ciele sú stanovené len pre biologicky rozložiteľný komunálny odpad (BRKO).

Právna úprava odpadového hospodárstva SR dôsledne aproximuje predpisy EÚ. Smernicou Rady 1999/31/ES je členským štátom uložené vypracovať stratégie, ktoré by mali zabezpečiť zníženie množstva BRO na skládkach do roku 2010 na 75 % množstva ukladaného v roku 1995, v roku 2013 by toto množstvo malo dosiahnuť 50 % a následne v roku 2020 iba 35 % množstva ukladaného v roku 1995. Na základe uvedeného okrem aktívnej cielenej kampane a stimulačných nástrojov SR pristúpila s účinnosťou od 1.1.2006 k zákazovým a sankčným opatreniam.

Od **1. 1. 2006** je zakázané zneškodňovať biologicky rozložiteľný odpad zo záhrad a z parkov vrátane odpadu z cintorínov a z ďalšej zelene na pozemkoch právnických osôb, fyzických osôb a občianskych združení, ak sú súčasťou komunálneho odpadu – len „zelený bioodpad“.

Obce sú od **1. 1. 2010** povinné zaviesť separovaný zber papiera, plastov, kovov, skla a biologicky rozložiteľných odpadov – **všetok bioodpad vrátane kuchynského odpadu.**

Podľa vyššie uvedeného ustanovenia budú mať od 1.1.2010 obce povinnosť separovane zbierať oddelene biologicky rozložiteľný odpad, pričom podľa definície separovaného odpadu v nadväznosti na Katalóg odpadov bude musieť byť biologicky rozložiteľný odpad rozdelený podľa druhov odpadov. To znamená, že nebude možné zbierať „zelený bioodpad“ spolu s „kuchynským odpadom“ ale pre každý druh odpadu bude potrebné zabezpečiť samostatné zberné nádoby.

Slovenská republika skládkovala v čase transpozície smernice viac ako 95 % komunálnych odpadov a preto využila možnosť odkladu cieľov (viď. tab. 4).

Tabuľka 4 Stratégia v číslach

ROK	Ciele v percentách	Množstvo vzniknutého bioodpadu v roku 1995 a cieľové množstvá, v tonách	Množstvo odpadu, ktorý musí byť zhodnotený alebo zneškodnený inak ako skládkovaním, v tonách
1995	100%	695 000	0
2010	75%	521 250	173 750
2013	50%	347 500	347 500
2020	35%	243 250	451 750

SR si na základe stratégie EÚ stanovila postupné obmedzovanie ukladania bioodpadu na skládky odpadu, z ktorého sa počas rozkladu vytvára metán a CO₂ a výraznou mierou tak prispieva k tvorbe skleníkového efektu. Slovensko je jedným z členských štátov EÚ, ktoré vzhľadom na silnú závislosť na skládkovaní odpadov, môže využiť výhodu štvorročného odkladu plnenia. To znamená, že cieľové roky sú 2010, 2013 a 2020.

Stratégia je nasledovná:

- do 9 rokov od nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky sa zníži množstvo skládkovaných biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov na 75 % z celkového množstva (hmotnosti) biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov vzniknutých v roku 1995 – **rok 2010**
- do 12 rokov od nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky sa zníži množstvo skládkovaných biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov na 50 % z celkového množstva (hmotnosti) biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov vzniknutých v roku 1995 – **rok 2013**
- do 19 rokov od nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky sa zníži množstvo skládkovaných biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov na 35 % z celkového množstva (hmotnosti) biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov vzniknutých v roku 1995 – **rok 2020**

Druhou veľkou skupinou BRO sú čistiarenské kaly (ďalej iba ČK). V súlade s tematickou stratégiou predchádzania vzniku odpadov a recyklácie odpadov je nakladanie s kalmi zamerané na zhodnocovanie ČK, využívajúc ich vlastnosti (využitie v poľnohospodárstve – priame zapracovanie do poľnohospodárskej pôdy alebo ich využitie pri výrobe kompostu). Podľa schváleného POH SR na roky 2006 - 2010, je cieľom do roku 2010 dosiahnuť 70 % podiel materiálového zhodnocovania ČK a 5 % podiel ich

energetického zhodnocovania. V SR je v zmysle vyššie uvedeného jednoznačne preferované materiálové zhodnocovanie ČK v pôdnych procesoch. Túto skutočnosť možno dokumentovať prehľadom o nakladaní s ČK za posledné roky. Spaľovanie kalov sa v SR s ohľadom na absenciu vhodných spaľovacích kapacít (ako aj vysoký podiel nespáliteľného zvyšku, ktorý je potrebné ukladať na skládky odpadov) nerealizuje. Ukladanie ČK na skládky odpadov sa uplatňuje ako posledná možnosť, v prípade, ak sa nenašla možnosť pre ich materiálové zhodnotenie.

4. DISKUSIA

Z prehľadu práce vyplýva, že v súčasnej dobe sa v štátoch EÚ zatiaľ nie veľmi darí spracovať všetku produkciu biologicky rozložiteľných odpadov pomocou biodegradačných procesov a určitá časť sa bez ďalšieho využitia zneškodňuje na skládkach a spaľovniach odpadu. Pritom skládkovanie je najmenej vhodným riešením v súvislosti s odpadovým hospodárstvom a preto by sa malo obmedziť na čo najmenšiu mieru (najmä skládkovanie biologických odpadov). Viac by sme sa mali zamerať na recykláciu biologického odpadu, čím by sa obmedzilo jeho množstvo určené na spaľovanie. S tým však súvisí potrebná propagácia recyklovania BO (napr. na produkciu kompostu alebo použitie kompostovaného materiálu na pôde). Na základe výhodnosti používaných metód nakladania s odpadmi by sa mala využívať najmä oblasť anaeróbnej digestie - na produkciu bioplynu a mala by sa zlepšiť účinnosť spaľovania odpadov – napr. využitím kogenerácie elektrickej energie a tepla.

S vynaložením značných finančných nákladov musíme skladovať alebo likvidovať čoraz väčšie množstvo odpadov živočíšneho a rastlinného pôvodu, ktoré vnikajú v priemysle, v poľnohospodárstve, ale aj v domácnostiach. Preto by sa malo viac investovať do budovania bioplynových staníc, ktoré využívajú energie týchto odpadov hlavne metódou výroby bioplynu. Pritom jeho výhrevnosť je porovnateľná so zemným plynom, je možné ho použiť na vykurovanie, prípravu teplej úžitkovej vody, na výrobu elektrickej energie alebo stlačený na pohon motorových vozidiel, tepelných čerpadiel atď. Ako však vyplýva z preštudovanej problematiky, pri plánovaní umiestnenia bioplynovej stanice nesmieme zabudnúť na jedno z najdôležitejších hľadísk, a to, aké bude využitie veľkého množstva biokalu v mieste vzniku. (Je potrebné mať k dispozícii niekoľko tisíc hektárov ornej pôdy). Nemenej dôležitým hľadiskom je možnosť pripojenia sa na energetickú sieť a využitie tepla vzniknutého kogeneráciou.

Na základe získaných poznatkov je potrebné pri voľbe tej ktorej technológie brať do úvahy hlavne tieto kritériá: množstvo spracovávaného odpadu, možnosť jeho kontaminácie pre podzemné a povrchové vody a možnosť vzniku zápachu. Týka sa to najmä kompostovania.

V prípade, že chceme kompostovať materiály, u ktorých je reálne riziko tvorby zápachu a ak sa uvažovaná kompostáreň má nachádzať v blízkosti obytných zón, musíme vybudovať uzavreté boxy, kde je problém vzniku zápachu eliminovaný. Takéto uzavreté systémy kompostovania by sme mali používať aj pri kompostovaní kuchynského

a reštauračného bioodpadu. (Vyplýva to z nariadenia Európskej komisie č. 1774/2002 ES), ktorým sa stanovujú zdravotné predpisy týkajúce sa živočíšnych vedľajších produktov určených pre ľudskú spotrebu). Čiže viac musíme investovať do zariadení na kompostovanie. Oproti tomu pri domácom kompostovaní (v záhradkách) si zvolíme jednoduchú, finančne čo najmenej náročnú, kompostovaciu technológiu a techniku.

Ako sme už spomenuli, neustále narastajúce množstvá odpadov z rôznych oblastí nášho života majú stále väčší negatívny vplyv a dopad na zdravie ľudí, krajinu a životné prostredie. Preto prvým krokom, ako prispieť k ochrane životného prostredia, je zodpovedný prístup každého z nás k problematike riešenia odpadov. Každý občan môže svojou troškou prispieť k riešeniu problémov s odpadmi. Ako? Napr. vyseparovaním odpadu podľa kategórií a jeho odvoz na zberné dvory, ktoré slúžia na ukladanie takýchto odpadov a nie jeho umiestnenie na tzv. „divé skládky“. Nespaľovaním hlavne vlhkého odpadu zo zelene na svojich záhradkách, ale premenou všetkého odpadu z nej na kompost. Získame nielen veľmi kvalitné organické hnojivo pre svoju záhradku, ktoré zlepšuje stav pôdy, ale ušetríme peniaze za odvoz smetí a drahé hnojivá. Tým, že neuniká žiadny dym zo spaľovania, pomôžeme životnému prostrediu.

Ak chceme v danom regióne zahrnúť do systému nakladania s komunálnymi odpadmi aj mechanicko-biologickú úpravu, je potrebné zanalyzovať a vziať do úvahy nasledovné aspekty:

- legislatívne požiadavky,
- charakteristiku zvozovej oblasti,
- vstupy - druhy odpadov (komunálne, živnostenský odpad, čistiarenský kal),
- odbyt surovín (cementárne, elektrárne, skládka, spracovatelia druhotných surovín, dopyt po teple a energii),
- investičné a prevádzkové náklady,
- akceptovateľnosť verejnosťou.

Z prehľadu tejto práce vyplýva, že v súčasnosti existuje celý rad efektívnych a finančne dostupných metód využiteľných k nakladaniu s odpadmi nielen pre veľké podniky, ale aj pre bežného občana.

5. ZÁVER

Súčasný stav kvality životného prostredia v SR je vo veľkej miere výsledkom dlhoročného nešetrného využívania prírodných zdrojov, rozsiahleho znečisťovania zložiek životného prostredia a nevyvážených zásahov človeka do prírody a krajiny. Kvalitu základných zložiek životného prostredia (predovšetkým ovzdušia, vody a pôdy) možno v kontexte celkových vývojových trendov charakterizovať prostredníctvom špecifických kvalitatívnych ukazovateľov ovzdušia, povrchových a podzemných vôd a pôdy, ako aj prostredníctvom kvantitatívnych ukazovateľov množstva znečisťujúcich látok uvoľňovaných z výrobných a spotrebných procesov do prostredia. Takýto stav nemôžeme pokladať za uspokojivý, musíme sa neustále snažiť o jeho prechod k vyššej kvalite. To si však vyžaduje systematický cielený prístup, účinné zapojenie všetkých zainteresovaných rezortov i jednotlivcov do prípravy a realizácie nápravných, ako aj preventívnych opatrení, a v neposlednom rade aj dostatočný objem finančných prostriedkov.

Bakalárska práca ponúka najnovšie dostupné poznatky o stave odpadového hospodárstva doma a v zahraničí. V jednotlivých kapitolách práce sme sa zaoberali históriou nakladania s odpadmi, definovaním základných pojmov odpadového hospodárstva, charakteristikou jednotlivých druhov odpadov, ich vznikom a popísali sme legislatívu týkajúcu sa odpadového hospodárstva. Hlavnou časťou práce bolo rozpracovanie používaných metód zneškodňovania odpadov so zameraním sa na biologické metódy a techniku pre nakladanie s odpadmi.

Opadové hospodárstvo SR sa riadi dvomi základnými zákonmi, a to zákonom č. 223/2001 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a zákonom č. 529/2002 Z. z. o obaloch a o zmene a doplnení niektorých zákonov, ku ktorým patria príslušné vykonávacie predpisy ako vyhlášky a nariadenia. Prioritou oboch zákonov je minimalizácia vzniku odpadov a znižovanie ich negatívnych vplyvov na všetky zložky životného prostredia. POH SR rešpektuje zásady prípravy národných plánov odpadového hospodárstva odporúčané Európskou komisiou GR pre životné prostredie v metodologickej príručke vydanej v máji 2003 (spracovanou Európskym tematickým centrom pre odpady a materiálové toky). Zásady spracovania sa uplatnili tak v procese analýzy aktuálneho stavu odpadového hospodárstva dosiahnutého v roku 2005, ako aj pri navrhovaní cieľov a opatrení POH SR pre roky 2006 – 2010.

Plánovaný rozvoj infraštruktúry odpadového hospodárstva pre obdobie rokov 2006 – 2010 vychádza z inventarizácie zariadení na zhodnocovanie/zneškodňovanie odpadov a súvisiacej infraštruktúry k 1.11.2005. Základné priority možno zhrnúť a zovšeobecniť nasledovne:

Priemyselná sféra:

- zaviesť do praxe recyklačné technológie odpadov, ktoré sa v podmienkach SR uplatňujú v nedostatočnej miere,
- dobudovať chýbajúce kapacity na zhodnocovanie odpadov a technicky zastarané technológie nahradiť BAT technológiami,
- zvyšovať technickú/technologickú úroveň nakladania s odpadmi, v prípade nebezpečných odpadov,
- orientovať sa na technológie s vyššou mierou zhodnocovania výstupných komodít z odpadov tvorených kompaktnými celkami (napr. zo spotrebnej elektroniky: plastov, skla, neželezných kovov atď.),
- optimalizovať kapacity spaľovní odpadov na NO na nevyhnutnú mieru zodpovedajúcu štruktúre priemyslu a vzniku NO v iných oblastiach (najmä pri zdravotnej starostlivosti),
- orientovať sa na integrované systémy nakladania s odpadmi uplatňované na regionálnej a nadregionálnej úrovni.

Komunálna sféra:

- zlepšovať technické vybavenie miest a obcí pre separovaný zber odpadov,
- zvyšovať efektívnosť zberových systémov s väčším počtom separovaných zložiek komunálneho odpadu (papier, sklo, kovy, plasty, BRO),
- technicko-organizačne doriešiť systém zberu nebezpečných zložiek komunálnych odpadov, aby sa zabránilo ich ukladaniu na skládky ako súčasť zmesového komunálneho odpadu (20 03 01).

Materiálové zhodnocovanie odpadov rôznych druhov je veľmi náročné, výrazne odlišné sú aj používané technológie a technické prostriedky pre tento účel. Preto táto oblasť nakladania s odpadmi predstavuje široký priestor pre výskumné a vývojové aktivity s výstupmi spĺňajúcimi kritériá BAT. V tomto smere je žiaduce využiť existujúci výskumný a vývojový potenciál sústredený na pracoviskách SAV, vysokých školách technického smeru a špecializovaných výskumných ústavoch.

Realizácia cieľov odpadového hospodárstva v SR predpokladá použitie finančných prostriedkov z viacerých zdrojov:

- Povstupové fondy Európskej únie (Kohézny fond a štrukturálne fondy), ktoré sú finančným nástrojom EÚ vytvoreným na pomoc novým členským krajinám EÚ,
- Recyklačný fond (neštátny zdroj), zriadený výlučne pre potreby rozvoja odpadového hospodárstva,
- Environmentálny fond (štátny zdroj), pokrýva potreby aktivít patriacich do pôsobnosti MŽP SR,
- Súkromné finančné zdroje (domáce a zahraničné).

Bakalárska práca ponúka komplexný prehľad o problematike nakladania s odpadmi so zameraním sa na biologické metódy nakladania s odpadom. Môže byť podkladom pre čitateľa pri hľadaní odpovedí na otázky týkajúce sa riešenia problematiky nakladania so vzniknutým odpadom, alebo slúžiť len ako prehľad a rozšírenie si vedomostí v danej problematike.

6. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

BARR, D. - FINNAMORE, J. R. - BARDOS, R. P. a i. 2002. *Biological methods for assessment and remediation of contaminated land: case studies*. Project RP625. Londýn: CIRIA, 2002, 25 s.

Biologické spôsoby spracovania odpadov [online] 2008.[cit. 2010-03-15]. Dostupné na: <<http://referaty-seminarky.sk/biologicke-sposoby-spracovania-odpadov/>>.

Bioodpady. Anaeróbna digescia. Technológie [online]. Aktualizované: Cepta 2009. [cit. 2010-04-11].Dostupné na: <<http://www.bioodpady.sk/anaerobna-digescia/technologie>>.

BRESTENSKÝ, V. – BOTTO, Ľ. – KISS, G. 2003. Kompostovanie kalu odseparovaného z hnojovice ošipáných. In *Journal of Farm Animal Science*, roč. 36, 2003, s. 267-274.

ČERMÁK, O. 2007. *Odpadové hospodárstvo*. Bratislava : STU, 2007. 106 s. ISBN 978-80-227-2662-7.

ČERŇANSKÝ, S. *Biologické remediácie*. Pri FUK, 2009 [online]. Posledná aktualizácia: 11. 09. 2009. [cit. 2010-04-11], 39 s. Dostupné na: <http://www.enviro-edu.sk/?page=environmentalne_problemy/biologicke_remediacie>; obrázok <<http://www.madep-sa.com/english/wwtp.html>>.

EIPPCB, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Dokument on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systeme in the Chemical Sector [online]. 2003, [cit. 2009-11-21]. 440 s. Dostupné na: <<http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>>.

FILIP, J. a kol. 2003. *Odpadové hospodárství II*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 78 s. ISBN 80-7157-682-4.

GADUŠ, J. – PRUŽINSKÝ, J. Demonštračné zariadenie využitia bioplynu v Nitre. *Biom.cz* [online]. Aktualizácia 2002-12-17 [cit. 2010-03-24]. Dostupne na: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/demonstracne-zariadenie-vyuzitia-bioplynu-v-nitre>>. ISSN: 1801-2655.

GALLOVIČ, P. a kol. 2007. Technológie na zhodnocovanie biologického odpadu v komunálnej sfére. In *Zelená edícia MŽP SR 2007*. Bratislava: D&D International Slovakia s.r.o. Bratislava [online]. 2008, [cit. 2009-11-22]. 40 s. Dostupné na: <http://74.125.77.132/search?q=cache:4CdTTG_4KeoJ:www.enviro.gov.sk/servlets/files/16038+aerobn%C3%A1+digescia&hl=sk&ct=clnk&cd=5&gl=sk&client=firefox-a>.

HAMPL, A. - MALAŤÁK, J. - JEVIČ, P. 2005. Energetické zpracování čistírenských kalů. In *Medzinárodná študentská vedecká konferencia : zborník z medzinárodnej študentskej vedeckej konferencie konanej pod záštitou prof. Ing. Vladimíra Kročka, CSc., dekana MF SPU v Nitre* [CD-ROM]. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005, s. 124-129. ISBN 80-8069-499-0.

- JALOVECKÝ, J. – MAREČEK, J. 2002. Nejlepší dostupné techniky pro zpracování odpadů živočišného původu. In *Zborník zo IV. medzinárodnej vedeckej konferencie mladých 2002*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2002, s. 71-75. ISBN 80-8069-085-5.
- JELÍNEK, A. – ČEŠPIVA, M – PLÍVA, P. a i. 2001. Composting as possibility of toxic gases emissions reduction, mainly ammonia, generated during manure storage. In *Research in Agricultural Engineering*, roč. 47, 2001, č. 3, s. 82-91.
- KOLLÁROVÁ, M. - ALTMANN, V - JELÍNEK, A. – ČEŠPIVA, M. 2006. Effect of biotechnological agents on the composting process and gaseous emissions production from the composting process. In *Research in Agricultural Engineering* [online], roč. 52, 2006, č. 4 [cit. 2010-11-21], s. 145-151. Dostupné na:
< http://www.cazv.cz/userfiles/File/RAE_52_145-151.pdf>.
- KOMISIA EURÓPSKÝCH SPOLOČENSTIEV. 2008. ZELENÁ KNIHA O nakladaní s biologickým odpadom v Európskej únii. Brusel, 3.12.2008 [online], [cit. 2010-04-10]. Dostupné na:
< http://www.naturpack.sk/pics/upload/users/admin/File/Zlena_kniha_15.pdf>.
- KRENÍKOVÁ V. 1999. *Odpadové hospodárství*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, 1999. 130 s. ISBN 80-7044-213-1.
- KURAŠ, M. et al. 2008. *Odpadové hospodárství*. Chrudim : Ekomonitor, spol. s r. o., 2008. 143 s. ISBN 978-80-86832-34-0.
- KUBICA, J. Technologický model výroby a spracovania bioplynu : diplomová práca [online]. Bratislava: 2006, s. 16-17. [cit. 2010-03-24] Dostupné na:
<<http://diplomovka.sme.sk/praca/2984/technologicky-model-vyroby-a-spracovania-bioplynu.php>>.
- LACUŠKA, M. - JANČÁRIK, A. – HŘEBÍČEK, J. 2003. Nové možnosti v informačnom zabezpečení odpadového hospodárstva SR. In *Enviromagazín*, roč. 8, 2003, č. 1, s. 6-8.
- MAGA, J. a kol. 2008. *Komplexný model využitia biomasy na energetické účely*. Nitra : SPU, 2008. 183 s. ISBN 978-80-552-0029-3.
- MŽP SR. 2009. Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2008 [online]. MŽP SR Bratislava, 2009 [cit. 2010-11-8], 249 s. Dostupné na:
<http://enviroportal.sk/pdf/spravy_zp/2008-sk/7_3_Odpady.pdf>.
- MŽP SR. 2008. Zoznam právnych predpisov SR - Odpady a odpadové hospodárstvo (P). Aktualizované 27.02.2008, [cit. 15. 04. 2010]. Dostupné na:
<http://www.enviro.gov.sk/servlets/page/868?c_id=5179>.

Nariadenie (ES) č. 1774/2002 Európskeho parlamentu a Rady z 3. októbra 2002, ktorým sa stanovujú zdravotné predpisy týkajúce sa živočíšnych vedľajších produktov neurčených pre ľudskú spotrebu.

Nariadenie vlády SR č. 605/1992 Zb. z 22. septembra 1992 o vedení evidencie odpadov.

Nariadenie vlády SR č. 606/1992 Zb. o nakladaní s odpadmi.

4Odpady [online], [cit. 2010-05-03]. Dostupné na:

<<http://www.fpv.umb.sk/~vzdchem/KEGA/TUR/ODPADY/Odpady04.htm>>.

Odpady, obaly a odpadové hospodárstvo [online], 2008, [cit. 2009-11-20]. Dostupné na:

<<http://www.environet.sk/?M=19&lang=sk>>.

Opadové hospodárstvo : Všeobecné informácie. [online], 2010, [cit. 2010-04-08].

Dostupné na:

<<http://portal.gov.sk/Portal/sk/Default.aspx?CatID=17&etype=1&eventid=410>>.

OPÁTH, R. a kol. 2008. *Výrobné systémy 2.* In: Nitra : SPU, 2008, 184 s. ISBN 978-80-552-0005-7.

POKUSOVÁ, M. 2010. Európska a slovenská legislatíva v oblasti odpadového hospodárstva. In *Medzinárodná konferencia: Zmeňme odpad na surovinu a energiu.* Košice : 28. január 2010, [cit. 2010-04-11], s. 4-6. Dostupné na:

<http://www.kosit.sk/resources/File/zmenme_odpad_na_sur_a_ener_zbornik.pdf>.

Portál MBU. 2010. Co je MBÚ? Aktualizace: 13.4.2010 [online], [cit. 2010-04-11].

Dostupné na: <<http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php#uprava>>.

PRENAK. *Čistiarne odpadových vôd : Popis funkcie ČOV* [online]. Aktualizácia 2008. [cit. 2010-04-12]. Dostupné na: <<http://www.prenak.sk/new/domovni-cov-funkce.htm>>.

PROGRAM ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY na roky 2006 – 2010, schválený uznesením vlády SR č. 118. zo dňa 15. februára 2006. In *Zelená edícia MŽP SR.* Bratislava [online], 2005 [cit. 2009-11-2]. Dostupné na: <<http://www.odpady-portal.sk/files/Priloha/POH%20SR%202006-2010.pdf>>.

PROKEŠOVÁ, J. *Odpad, história a spaľovanie: študijné práce.* 2000/2001 [online] [cit. 2009-10-31]. Dostupné na: <<http://www.enviro.sk/EnviroSP-33-All.htm>>.

RADVANSKÁ, A. 2006. *Environmentalistika.* Košice : FVT TU Košice so sídlom v Prešove, 2006. 108 s. ISBN 80-8073-439-9.

Smernica č. 98/2008/ES o odpadoch, zverejnená v Úradnom vestníku Európskej únie 22. novembra 2009.

STREĎANSKÝ, J. 1999. *Hodnotenie kvality životného prostredia.* Nitra : VES SPU, 1999, 125 s. ISBN 80-7137-577-2.

VARGOVÁ, J. 2010. Spôsohy nakladania s odpadmi. In *Medzinárodná konferencia: Zmeňme odpad na surovinu a energiu*. Košice : 28. január 2010, [cit. 2010-04-11], s. 6 -11. Dostupné na:

<http://www.kosit.sk/resources/File/zmenme_odpad_na_sur_a_ener_zbornik.pdf>.

Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení neskorších predpisov.

Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 284/2001 Z. z., ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov v znení neskorších predpisov.

Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 509/2002 Z. z. a vyhláška č. 128/2004 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch.

Zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (15 noviel) – úplné znenie – zákon č. 409/2006 Z.z.

Zákon č. 203/2009 Z. z., prijatý NR SR 29. apríla 2009, ktorým sa mení a dopĺňa Zákon č. 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy.