



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНЖЕНЕРСТВО НА ЖИВОТНА СРЕДИНА

АЛЕКСАНДАР РЕСАВСКИ

ИСКОРИСТУВАЊЕ НА КОМУНАЛНИОТ ОТПАД ЗА ПРОИЗВОДСТВО
НА ТОПЛИНСКА ЕНЕРГИЈА

- МАГИСТЕРСКИ ТРУД -

Штип 2015

Александар Ресавски

**ИСКОРИСТУВАЊЕ НА КОМУНАЛНИОТ ОТПАД ЗА ПРОИЗВОДСТВО
НА ТОПЛИНСКА ЕНЕРГИЈА**

УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП

Комисија за оценка и одбрана

Ментор: Проф. д-р Благој Голомеов

Факултет за природно технички науки – Штип

Член:

Член:

Членови на комисија за оценка и одбрана

Претседател:

Член:

Член:

Научно поле: Технички науки

Научна област: Инженерство на животна средина

Датум на одбрана: _____

Датум на промоција: _____

ПОСВЕТА И БЛАГОДАРНОСТ

Магистерскиот труд е работен под менторство на проф. д-р Благој Голомеов и ја користам оваа пригода да му се заблагодарам за помошта и големата поддршка што ми ја даде во текот на изработката на трудот.

Посебна благодарност до моите родители, моите баби и големата и неизмерна љубов кој мојот брат, снаа и внука.

ИСКОРИСТУВАЊЕ НА КОМУНАЛНИОТ ОТПАД ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ТОПЛИНСКА ЕНЕРГИЈА

Абстракт: Цел и предмет на овој труд е да се направи анализа на економските и техничките фактори за искористување на комуналниот отпад. Ќе се разгледува трендот на користење на комуналниот отпад и начинот на третирање, како најраспространет начин на депонирање на отпадот. Ќе бидат опфатени релевантните обновливи извори на енергија во Македонија, при што посебно значење ќе се даде на биомасата и нејзината одржливост. Опишани се сите видови на отпад, нивното дефинирање и класифицирање за понатамошно искористување во енергетски цели кои се состојат од неколку елементи, како: собирање и транспорт, количина на отпадот, третман, структура. Едно од главните прашања што заслужува внимание е правилната локација на депониите, со што ќе се обезбеди минимален импакт врз животната средина. Ќе се разгледува инфраструктурата и капацитетите за депонирање, состојбата со депониите во Македонија, термичките карактеристики на отпадот како и топлинската моќ на отпадот. Таму каде што е можно производство на енергија од комунален отпад треба да се избере и соодветна технологија и да се спроведе постапка за управување со истиот. Ќе се анализираат и разгледат основните постапки и расположливите технологии за енергетско искористување.

Клучни зборови: Енергија, Биомаса, Комунален отпад, Когенерација, Животна средина.

USE OF MUNICIPAL WASTE TO PRODUCE HEAT ENERGY

Abstracts: The purpose and object of this paper is to analyze the economic and technical factors utilizing municipal waste . We will be analyzing the use municipal waste and method of treatment , as most widespread method of disposal . will include relevant renewable Power in Macedonia, which is particularly important given biomass and its sustainability . See all described the waste definition and classification for use in further energy purposes , which consists of several elements as collection and transport quantities of waste treatment structure . A major issue that deserves attention is correct location of the sites, which will provide minimal impact on the environment will be considered infrastructure and facilities for disposal , situation in Macedonia landfills , thermal characteristics of the waste heat and power waste. Where possible energy production from waste should be selected and appropriate technology and implemented management procedures same . Will analyze basic available technologies for energy utilization.

Key Words: Energy, biomass, municipal waste, Cogeneration, Environment.

СОДРЖИНА

АБСТРАКТ

ABSTRACT

ЛИСТА НА СЛИКИ

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ

1. ВОВЕД.....	10
2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА.....	12
3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО.....	13
4. ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА.....	14
4.1 Потреба за обновливи извори на енергија.....	15
4.2 Својства на обновливите извори на енергија.....	17
5. КОРИСТЕЊЕ НА КОМУНАЛНИОТ ОТПАД ВО СВЕТОТ ЗА ЕНЕРГЕТСКИ ПОТРЕБИ.....	19
5.1 Споредба во Европската унија и Република Македонија.....	21
6. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА.....	26
6.1 ЕУ – легислатива за обновливи извори на енергија.....	26
6.2 Законски и институционални аспекти за обновливите извори на енергија во Република Македонија.....	29
6.2.1 Република Македонија во меѓународни договори и иницијативи поврзани со обновливи извори на енергија.....	32
6.2.2 Законска регулатива за обновливи извори на енергија / Донесување на нова регулатива.....	33
7. РЕЛЕВАНТНИ ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА.....	34
7.1 Биомаса.....	34
7.1.1 Отпадна биомаса.....	37
7.1.2 Биогорива.....	42
7.2 Геотермална енергија.....	43
7.3 Сончева енергија.....	47
7.4 Ветерна енергија.....	48
8. БИОМАСА И ОДРЖЛИВОСТ.....	50
8.1 Биомаса од остатоци и отпад.....	52

9. ДЕФИНИРАЊЕ И КЛАСИФИЦИРАЊЕ НА ОТПАДОТ.....	54
10. ИСКОРИСТУВАЊЕ НА ОТПАДОТ ВО ЕНЕРГЕТСКИ ЦЕЛИ.....	58
10.1 Основни методи и фактори во планирањето и спроведувањето.....	58
10.2 Собирање и транспортирање на комуналниот отпад.....	61
10.2.1 Видови и бројот на садовите за отпад.....	62
10.2.2 Количество на отпад.....	68
10.2.3 Густина на населението.....	69
11. ИНФРАСТРУКТУРА И КАПАЦИТЕТИ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ОТПАДОТ.....	71
11.1 Капацитети за депонирање.....	71
11.2 Состојбата на депониите во Република Македонија.....	71
11.3 Термички карактеристики на отпадот.....	77
12. ОСНОВНИ ПОСТАПКИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА КОМУНАЛНИОТ ОТПАД ВО ЕНЕРГЕТСКИ ЦЕЛИ.....	80
12.1 Расположливи технологии за енергетско користење на отпад.....	80
12.2 Инсинерација (спалување).....	81
12.2.1 “Waterwall” технологија на инсинерација.....	84
12.3 Систем за искористување на гориво добиено од отпад.....	85
12.4 Пиролиза.....	88
12.5 Плазма процес.....	90
12.5.1 Плазма ARC (Плазма со лак).....	90
12.6 Системи Star Meet.....	91
12.7 Анаеробна дигестија.....	93
12.8 Депониски гас.....	95
12.9 Енергетски можности и технологии применливи во Република Македонија.....	100
12.9.1 Инсинерација.....	102
12.9.2 Трошоци за работа и одржување.....	103
12.9.3 Пресметка на вкупната енергетска моќ на комуналниот отпад.....	105
12.9.3.1 Пример за Вардарскиот регион.....	107
12.9.4 Депониски гас.....	111
12.9.4.1 Проценка и пресметка на количината и потенцијалот на депонискиот гас.....	113
13. ЗАКЛУЧОК.....	117
14. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES).....	118

Листа на слики

Слика 1. Основни приципи на шемата за управување со комунален отпад

Слика 2. Законска рамка на Европската унија за отпад

Слика 3. Енергетска мапа на Република Македонија

Слика 4. Шематски приказ на процесот за користење на геотермална енергија за затоплување

Слика 5. Локација на геотермални проекти во Македонија

Слика 6. Мапа со ресурси на сончева енергија

Слика 7. Шематски приказ на претворање на сончевата енергија во топлинска

Слика 8. Ветерни турбини

Слика 9. Општ концепт за одржлив пристап (Adams W.M, 2006)

Слика 10. Комунален цврст отпад групирање по региони

Слика 11. Подземни контејнери поставени на територијата на Град Скопје

Слика 12. Запален контејнер (фото: Ресавски, 2014)

Слика 13. Неправилно депонирање на отпад (фото: Ресавски, 2014)

Слика 14. Контејнери за депонирање на отпад (Оденсе, Данска)
(фото: Ресавски, 2014)

Слика 15. Поглед на депонија „Мелци“ од Кавадарци (фото: Ресавски, 2013)

Слика 16. Состав на отпадот од домаќинствата општо во Македонија

Слика 17. Шематски приказ во еден систем за инсинерација

Слика 18. Шематски приказ на сув процес на производство на гориво од отпад

Слика 19. Шематски приказ на процес на пиролиза

Слика 20. Шематски приказ на постројка STAR MEET

Слика 21. Шематски приказ на постапка на анеробна дигестија

Листа на табели

Табела 1. *Облици на примарна енергија спрема обновливост и конвенционална примена*

Табела 2. *Постројки за производство на биогаз во светот*

Табела 3. *Енергија произведена од ОИЕ во земјите на ЕУ*

Табела 4. *Количество на собран и создаден отпад во 2013 година, по региони*

Табела 5. *Површина под шуми – шуми според видовите дрвја 2013*

Табела 6. *Отпадна биомаса од сечење на шума, преработка на дрво и од земјоделството која може економски да се искористи за комбинирано производство на топлина и **електрична** енергија*

Табела 7. *Хиерархија на одржливост за проекти за биомаса (2008)*

Табела 8. *Оптимален опсег на важните параметри за техничка изводливост на повторно искористување во вид на енергија.*

Табела 9. *Преглед на општински депонии*

Табела 10. *Хемиски состав на цврст комунален отпад*

Табела 11. *Просечна топлинска моќ на цврст комунален отпад*

Табела 12. *Топлинска моќ на некои видови на комунален отпад*

Табела 13. *Состав на депониски гас*

Табела 14. *Пресметка на трошоци за третман со инсинерација*

Табела 15. *Предлог за оформување на региони за управување со отпад според административните региони*

Табела 16. *Економија на системот за искористување на депониски гас*

Табела 17. *Потенцијал на генерирање на депониски гас*

1. ВОВЕД

Глобалната заложба за заштитата на човековата околина, а посебно за намалување на емисиите на **стаклени** гасови, увозната зависност од енергија, како и потребата за обезбедување на поголема **разнообразност**, а со тоа и сигурност во снабдувањето со енергија, неминовно наметнуваат зголемено учество на обновливите извори во финалната потрошувачка на енергија. Но, паралелно со активностите и мерките за зголемување на учеството на обновливите извори треба да се усвојат мерки и спроведат активности за зголемување на енергетската ефикасност во финалната потрошувачка. На тој начин многу полесно и побргу ќе се исполни **завршниот** процес за учество на обновливите извори во финалната потрошувачка, но и ќе се подобри конкурентноста на економијата заради намалени трошоци за енергија.

Растечкиот тренд на потребите за обезбедување на енергија, храна и вода за растечката светска популација, ја наметна загриженоста од исцрпување на ограничените количини на фосилни горива, која заедно со загриженоста од климатски и еколошки нарушувања, претставуваат јасен сигнал за промени во моменталната енергетска политика во насока кон поттикнување на производството на енергија од обновливи извори.

Обновливите извори на енергија, често се сметаат и за алтернативни извори, бидејќи во принцип, повеќето индустријализирани земји не се потпираат на нив како главна енергија. Наместо тоа, имаат тенденција да се потпрат на необновливите извори, како што се фосилните горива и нуклеарната енергија.

Меѓу останатите обновливи извори на енергија (ветер, соларна и хидро енергија) од биомасата се очекува да даде најголем **придонес** во поглед на задоволување на трите основни критериуми на денешната глобална енергетска политика: економија, екологија и рурален развој. Јагленот, нафтата и природниот гас се одговорни за негативните влијанија врз околината. Во процесот на нивното согорување се ослободуваат штетни материји: јаглен-моноксид, **сулфурдвооксид**, азотни оксиди и посебно **јаглендвооксид**-причинителот за ефектот на “стаклена градина”, проследено со глобалното затоплување на Земјата.

Секоја година од домаќинствата, комерцијалните, индустриските, административните и слични објекти се собираат милиони тони цврст отпад кој

обично се одложува на депонии. Составот на цврстиот градски отпад варира во зависност од локацијата, времето и начинот на собирање. Поголем дел од отпадот што човекот го исфрла во околината има биолошко потекло, односно во својот состав има органски материи (хартија, пластика и др.) и може да се искористи како гориво. Биомасата отсекогаш претставувала извор на енергија за човекот. Според некои анализи, биомасата претставува четврти најголем извор на енергија, со вкупна застапеност од околу 15 % од светската примарна енергија.

Отпадниот материјал во цврста состојба, кој често може повторно да се употреби како суровина во производството преку процеси на рециклирање, преработка или трансформација, но најчесто се одложува на депонија, се нарекува цврст отпад. Цврстиот градски отпад може да се трансформира во енергија со негово директно согорување, или со природна анаеробна ферментација на самата депонија. Гасот добиен на депонијата со природно разложување на цврстиот отпад (обично содржи 50 % CH₄ и 50 % CO₂) се собира, пере и прочистува пред истиот да се внесе во моторите со внатрешно согорување или гасните турбини за добивање на топлинска или електрична енергија.

Една од главните цели на овој магистерски труд е да се покаже дека постои технолошко – економска оправданост за ефикасно и еколошки прифатливо искористување на комунален отпад за производство на топлинска енергија.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА

При изработка на овој труд користени се податоци и истражувања од научници од поединечни области. Користен е Националниот план за управување со отпад во Република Македонија, Стратегија за искористување на обновливите извори на енергија во Република Македонија до 2020 година, Стратегија за управување со отпад на Република Македонија, Физибилити студија за утврдување на потенцијалите на Вардарскиот плански регион за искористување на обновливи извори на енергија.

Во делот за комуналниот цврст отпад се користени податоци од книгата *Waste management practices Municipal, Hazardous and Industria*.

Користени се списанија, магазини, веб – сајтови, како и порталите на Министерството за животна средина и просторно планирање и Државен завод за статистика на Р.Македонија.

3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Целта на оваа истражување е заштитата на животната средина, посебно во делот со управувањето со отпадот, односно собирање, депонирање и добивање на енергија како крајна цел, со што би се обезбедило висок степен за заштита на здравјето на луѓето и животната средина.

Во овој труд се разгледувани обновливите извори на енергија, особено отпадот како реален проблем во Македонија и негово користење како извор на енергија.

Во трудот е објаснето и е направена процена и анализа за вкупното количество на отпад, неговата вкупна енергетска моќ, применливоста на технологиите и исплатливоста.

4. ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА

Обновлива енергија е енергија произведена од природни ресурси како што се: сончевата светлина, ветер, дожд, бранови и геотермалните извори. При нејзиното добивање, вклучува технологии од соларна енергија, енергија на ветерот, хидроенергија, биомаса и биогорива. По векови на употреба на енергијата од фосилни горива, следува период на глобална промена и на обновливите извори на енергија се гледа како еден од клучните фактори за иден развој на земјата.

Околу 16% од светската потрошувачка на финална енергија доаѓа од обновливите извори, со 10% од традиционална биомаса и главно се користи за греење и 3,4% од хидроенергија. Новите обновливи извори како мали хидроцентрали, модерна биомаса, ветер, соларна, геотермална енергија и биогоривата изнесува уште 3% и рапидно расте. <http://www.energy.gov/>

Трендот во иднина е, учеството на обновливите извори, да се зголеми значително, бидејќи необновливите извори на енергија добиваат сè помало значење, а и нивното штетно влијание е сè повеќе нагласено во последните неколку децении. Ова покажува дека обновливите извори на енергија може и мора да почнат подобро да се експлоатираат. Развојот на обновливите извори (особено од ветар, вода, сонце и биомаса) е важно, поради неколку причини:

- обновливите извори на енергија имаат многу важна улога во намалувањето на емисиите на јаглероддиоксид (CO₂) во атмосферата. Намалувањето на емисиите на CO₂ е политика на Европската Унија.
- зголемувањето на учеството на обновливите извори на енергија ја зголемува енергетската одржливост на системот. Таа, исто така, помага во подобрувањето на безбедноста на снабдување со енергија, преку намалување на зависноста од увоз на енергенс и електрична енергија.
- се очекува обновливите извори на енергија да станат економски конкурентни со конвенционалните извори на енергија на среден до долг рок.

Голем дел од производството на енергија од обновливите извори е резултат на еколошката свест на населението, и покрај почетните значителни економски трошоци за производство на чиста енергија.

4.1 Потреба за обновливи извори на енергија

Постојаниот пораст на населението со себе носи и постојана потреба за повеќе енергија. Постојат моменти кога побарувачката за енергија привремено се намалува, пред сè, заради глобална финансиска криза и глобална рецесија, но таквите настани се минливи. Во текот на подолг рок, побарувачката за енергија ќе се зголемува постојано.

Целиот свет денес се соочува со два големи енергетски проблеми. Првиот се состои во недостаток на енергија и несигурност во нејзиното користење, а вториот се состои во загадување на околината што влијае на климатските промени предизвикани од претераната и нерационална потрошувачка на енергија. Производството, дистрибуцијата и потрошувачката на енергијата се дејности кои директно или индиректно влијаат на сите сегменти од човечкото дејствување, но и на социјалниот и економскиот напредок на секоја поединечна земја.

Во последните неколку години се зголемува и интересот за дистрибуирано производство од обновливи извори на енергија (намалување на емисија на CO₂, програми за енергетска ефикасност, самоодржливост на енергетски системи и сл.). Се создаваат програми за искористување на обновливи извори на енергија кои вклучуваат електрани на ветер, мали хидроцентрали, фотонапонски извори, природен гас, енергија од отпад и биомаса. Когенерациските шеми користат отпадна топлина од термални капацитети, без разлика дали е за индустриски процес или за греење и се добар начин за зголемување на вкупната енергетска ефикасност. Обновливите извори на енергија имаат помала енергетска вредност во споредба со фосилните горива, така што капацитетите од овие извори се релативно помали и географски широко распоредени. Влијанието на околината

е еден од значајните фактори при приклучување на нови производни објекти на мрежата.

Од друга страна, исто така се знае дека обновливите извори на енергија како електраните на ветер и когенерација на електрична и топлинска енергија, задолжително треба да се воведуваат во погон како би се задоволиле домашните и меѓународните барања за намалување на CO₂.

Исто така, обновливите извори на енергија ја зголемуваат самоодржливоста на енергетските системи во случај на енергетска криза во производството која денес е зависна од испораката на јаглен, природен гас и нафта.

4.2 Својства на обновливите извори на енергија

Под обновливи извори на енергија се подразбираат нефосилните енергетски извори: ветер, сончева енергија, геотермална енергија, енергија на бранови, хидроелектрани, енергија од биомаса, чиј просечен проток секоја година се обновува. Во тој поглед, сите неконвенционални извори на енергија се обновливи. На пример, кај огревното дрво треба да се истакне дека услов за обновливост е непрекинато пошумување на просторот и да биде ист со годишното искористување на дрвната маса.

Табела 1. Облици на примарна енергија спрема обновливост и конвенционална примена

Table 1. Forms of primary energy towards renewable and conventional applications

Облици на примарна енергија	Обновливост		Конвенционалност	
	Необнов.	Обновливи	Конвенц.	Неконв.
Јаглен	X		X	
Нафта	X		X	
Природен гас	X		X	
Нуклеарно гориво	X		X	
Огревно дрво		X	X	
Големи (ХЕ)		X	X	
Мали (ХЕ)		X		X
Геотермална енергија		X		X
Биомаса и отпад		X		X
Ветер		X		X
Сончева енергија		X		X
Плима и Осека		X		X
Морски бранови		X		X

Кај повеќето неконвенционални извори на енергија нема трошење на енергија при добивањето на изворниот облик (како што постои значителен трошок кај јагленокопите на пример), ниту пак трошок за енергија за транспорт на изворниот облик, бидејќи истиот е невозможен. Едноставно треба постројката

за претворање на неконвенционалниот извор во поволен облик да биде во функција на самиот неконвенционален извор. Единствено кај огревното дрво, биомасата и отпадот се јавуваат овие трошоци за енергија (кои можат да бидат толку значајни што целиот проект ќе стане нерационален. На пример: за сеча на дрвна маса, за пошумување, за транспорт на дрвната маса до местото за користење и подготовка за користење. Кај биомасата и отпадот нема трошок при создавањето, бидејќи истите се создаваат независно од евентуалното енергетско искористување. На пример: сламата се создава како последица на земјоделското производство на пченица и ќе се распадне или енергетски ќе се искористи.

Локалното оптоварување на околината со емисија на штетни состојки или бучава на местото на претворање на неконвенционалните облици на енергија во искористлив облик, општо е многу мало или воопшто го нема. Но, при користење на ветерници се јавува бучава, а со согорување на биомасата се јавува емисија на гасови кои сепак се помалку штетни од гасови при согорување на јаглен и нафта, бидејќи не содржат сулфур.

5. КОРИСТЕЊЕ НА КОМУНАЛНИОТ ОТПАД ВО СВЕТОТ ЗА ЕНЕРГЕТСКИ ПОТРЕБИ

Депонирањето на отпадот е моментално најраспространет начин на третирање на комуналниот отпад. Во земјите во развој, нелегалното депонирање и неофицијалното рециклирање сè уште е најпопуларен начин за одлагање на отпадот. Депониите на комунален отпад овозможуваат производство на биогаз со разградување (ферментација) на отпадот. Вака добиениот биогаз се состои од метан и јаглероден двооксид (главните стаклени гасови). Кога еднаш ќе се собере, биогасот може да се користи во облик на топлинска и електрична енергија. Во САД 340 од 2975 депонии искористуваат генериран биогаз. Собирањето на депонискиот гас сега е задолжително и во Европа. Дури и застарените депонии се обврзани да се модернизират за да се овозможи собирање на генерираниот биогаз.

Табела 2. Постројки за производство на биогаз во светот

Table 2. Plants for the production of biogas in the world

	Број на постројки	Снага на произведена енергија (MW)	Степен на екстрација на гас (m ³ /t/година)
САД	343	2378	2,9
Европа	725	1275	3,1
Канада	15	106	5,7
Австралија	18	76	3,8
Азија	19	72	4,7
Јужна Америка	8	18	3,6
Африка	4	4	3,5

извор: Светска банка

Некои држави имаат релативно висок однос на комунален отпад по жител кој се третира со инсенерација. Тоа е случај со некои азиски земји, како Јапонија и Сингапур, и европските земји Данска, Швајцарија, Холандија, Норвешка, Шведска и Франција кои овој вид на енергија го имаат дефинирано како „зелена“.

Останатите земји како Велика Британија, САД и Канада во потполност ја немаат развиено оваа дејност. Целта е да се ограничи и стабилизира органското **учество** во отпадот и да се обезбеди гориво кое се добива од отпадот (Refuse Derived Fuel-RDF), како и да се промовира развојот на искористување на отпадот во вид на енергија.

Остварувањето на помала зависност од увоз на енергенци, контрола на издувните гасови кои го предизвикуваат ефектот на стаклена градина, растот на цените на енергенсите, во согласност со протоколот од Кјото и намалување на негативните влијанија на животната средина се основните причини за искористување на комуналниот отпад насекаде во светот. Освен економските ефекти, главни причини кои го ограничуваат повторното користење на отпадот, пред сè, се културолошки. **Но**, и тоа што за енергетско користење на отпадот **што** по правило има ниска топлотна моќ, потребни се преработки кои би овозможиле поголема ефикасност и би имале намалено влијание врз животната средина.

Користењето на опасниот отпад и оној отпад кој не е дефиниран како опасен за добивање на енергија, денес е многу распространето и подразбира инсинерација на отпадот заради добивање на енергија. Тоа може да се дефинира како користење на обновливи извори на енергија, што **придонесува** за намалување на емисијата на стаклените гасови и дава придонес кон исполнување на барањата на протоколот од Кјото. Протоколот од Кјото им овозможува на компаниите во индустријализираните земји да добијат сертификати за намалување на емисиите, со инвестирање во ефектите на намалување на стакленичките гасови во земји во развој. Веќе е почнато со реализација на некои проекти; како што е: собирање и системи за производство на обновливи извори на енергија од отпадот. **Метанот**, на пример, добиен на депониите може да се искористи за добивање на сертификат за намалување на емисиите кој заедно со дозволената трговија на емисии на CO₂ претставува производ од трговијата која е формирана во рамка на Кјото протоколот.

5.1 Споредба во Европската Унија и Република Македонија

Количествата на отпад што секојдневно се зголемуваат, притисокот што тој го врши врз животната средина, како и неповратната загуба на вредни ресурси и енергија при процесите на негово депонирање или горење, изведени соодветно или не, ја наметнуваат потребата од воведување на одржливи начини на управување со него.

Одржливите начини на управување и искористување со отпадот придонесуваат кон намалено создавање на отпад, намалено трошење на природните ресурси (материјални и енергетски). Наспроти ова, со неодржливите начини на управување со отпадот, материјалните содржини во него, како и енергијата употребена за негово создавање, неповратно се губат, а дополнително се создаваат токсични материи кои ја оптоваруваат животната средина.

Намалувањето на изворите на енергија како нафта, природен гас и јаглен е евидентно. Во последните неколку години општеството е свесно за негативните ефекти кои ги предизвикува дебалансот на CO₂ и другите гасови **што** зголемуваат ефектот на стаклената градина - *GHG-greenhouse gasses*. Решението се гледа во користење на нови и обновливи извори на енергија во кои спаѓа и користењето на комуналниот отпад како енергент и претставува едно од главните цели и мотивации зошто да се користи отпадот во енергетски цели.

Во земјите на Европската Унија со низа документи се поставени рамки за поттикнување на мерките за искористување на отпадот во облик на енергија, а со тоа и изградба на постројки за искористување на енергетскиот потенцијал на отпадот. Покрај користењето на енергетските потенцијали на водените текови и биомасата, комуналниот цврст отпад претставува најзначаен потенцијал на обновливи извори на енергија (ОИЕ). Европската Унија ја вовеле директивата за користење на ОИЕ. Тоа е дефинирано со таканаречениот Бел лист, а реализацијата на истата е стимулирана со низа на мерки.

Табела 3. Енергија произведена од обновливи извори на енергија во земјите на Европската Унија

Table 3. Energy produced from renewable energy sources in the European Union

Земја	ОИЕ [TWh] 1997	ОИЕ [%] 1997	ОИЕ [TWh] 2010
Данска	3,21	8,7	29,0
Белгија	0,86	1,1	6,0
Германија	24,91	4,5	12,5
Грција	3,94	8,6	20,1
Шпанија	37,15	19,9	29,4
Франција	66,00	15,0	21,0
Ирска	0,84	3,6	13,2
Италија	46,46	16,0	25,0
Луксембург	0,14	2,1	5,7
Холандија	3,45	3,5	9,0
Австрија	39,05	70,0	78,1
Португалија	14,30	38,5	39,0
Финска	19,03	24,7	31,5
Шведска	72,03	49,1	60,0
Англија	7,04	1,7	10,0
ЕУ	338,41	13,9	22

Се проценува дека енергијата која е потенцијално на располагање во 400 постројки за **согорување** во ЕУ, би ги покривала потребите на 27 милиони жители, која одговара на населението на Данска, Финска и Холандија.

Усогласувањето на директивите на ЕУ во однос на обновливите извори на енергија е да се обезбеди одржлив развој, со што ќе се преземе поефикасна енергетска политика, која ќе се состои од производство на енергија, со што се решава енергетската стабилност на земјата за идните генерации.

Употребата на комунален отпад како гориво може да има позитивен ефект на животната средина; и тоа :

- може да се обезбеди безбедна и економски поповолна опција за одлагањето на комуналниот отпад;
- може да придонесе за намалување на емисиите на CO₂ со замена на фосилните горива како и да се намали енергетската зависност од увоз и
- емисиите на метан од депониите може да се избегнат.

* <http://www.unece.org/env/welcome.html>

Македонскиот највисок правен акт, т.е. Уставот на Република Македонија, пропишува дека секој има право на здрава животна средина и должност да ги штити и да ги унапредува животната средина и природата. Според тоа, Државата е должна да обезбеди здрава животна средина за своите граѓани.

Користењето и управувањето со отпадот е еден од најсериозните еколошки проблеми во Македонија, а со очекуван економски раст, проблемот со отпадот би можел да стане уште полош.

Комуналниот отпад, го има низ цела Македонија, особено во Скопје. Но, воопшто не се користи за да се произведе топлинска енергија, со 500 тони ѓубре колку што дневно се собира само во главниот град, може да се произведат големи количества на топлина. Се препорачуваат што е можно поскоро да се изградат термоцентрали за оваа намена. Освен што би се заштедило на производство на енергија, би се заштитила и околината од загадување.

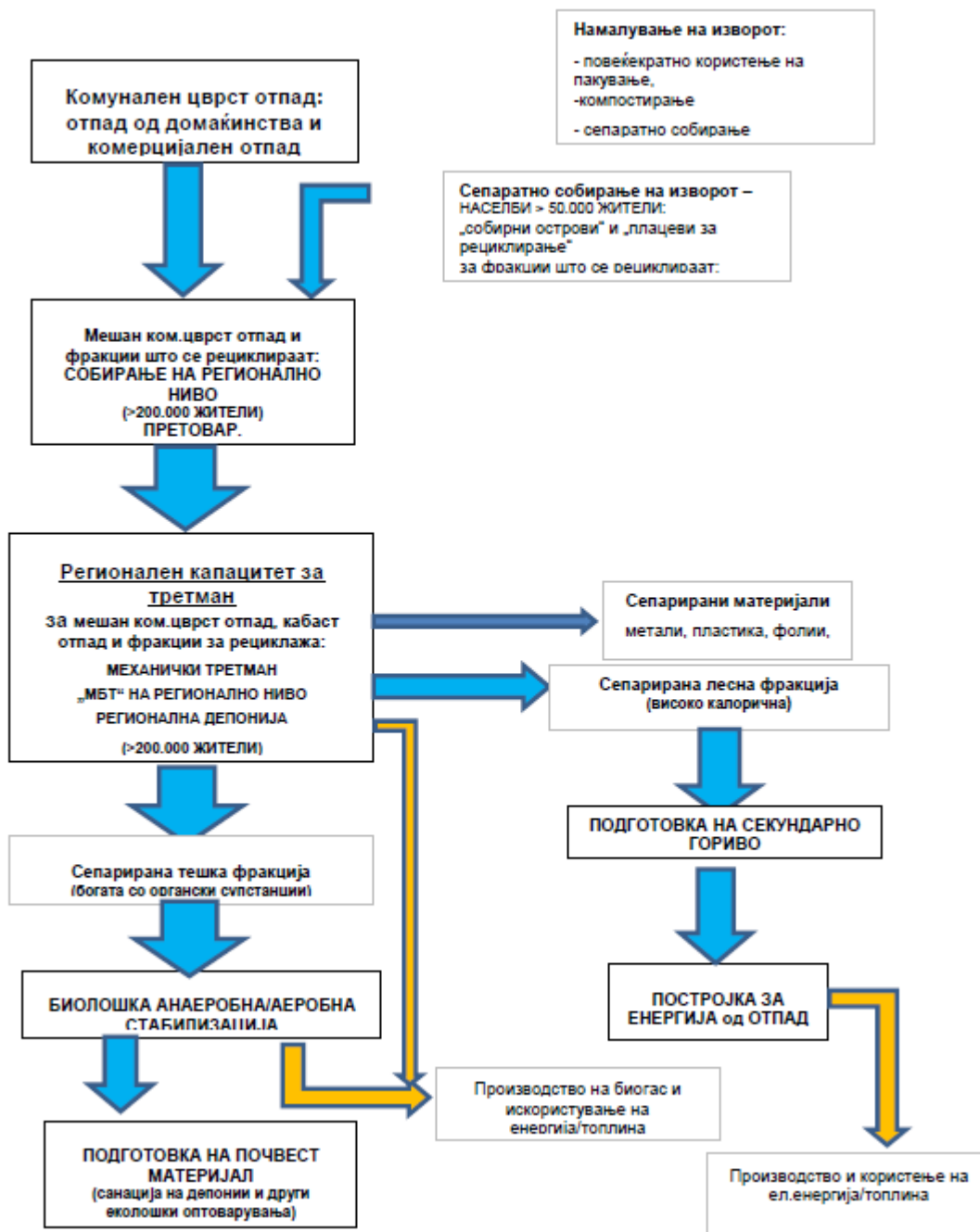
Само топлинска енергија би се произвела околу 50 мегавати на час, што значи дека топланата Скопје Север, која може да произведе толку MW, може да работи комплетно на комунален отпад, без да се употребува природен гас.

<http://energetskaefikasnost.info/gubreto-voopshto-ne-se-koristi-za-proiz/>

За разлика од кај нас, во повеќе европски земји огромни количини ѓубре се користат за затоплување на домаќинствата. Само во Франција има повеќе од 130 термоцентрали.

Информациите за загадувањето на животната средина од депониите се ограничени. Не постои сеопфатна програма за мониторинг, ниту пак постојат доволно капацитети и опрема за мониторинг. Комуналниот отпад го собираат и го депонираат јавни претпријатија. Официјално постојат 32 депонии со кои стопанисуваат општините, но вкупниот број на дивите депонии и ѓубришта би можел да биде и до 1000, според Министерството за животна средина и просторно планирање.

Организацијата на собирање и третирање на цврстиот комунален отпад, засега сè уште не е решена на начин кој би овозможил поволна енергетска валоризација. Недостасува современ начин на сепарација на самото место на настанување како и понатамошно сепарирање.



Слика 1. Основни приципи на шемата за управување со комунален отпад

Figure 1. Basic principle of the scheme for municipal waste

Според податоците на Државниот завод за статистика, вкупното количество на собран комунален отпад во Република Македонија во 2013 година изнесува 554 938 тони. Споредено со 2012 година, вкупното количество на собран комунален отпад во 2013 година бележи намалување од 0,1 %.

Најголемо количество на собран комунален отпад е забележано во Скопскиот регион - 147 220 тони или 26,5 % од вкупното собрано количество во Република Македонија. Од вкупното количество на собран комунален отпад, 439 571 тони или 79% се собрани од домаќинствата, а останатите 21% од правни и физички лица (комерцијален отпад).

Вкупното количество на создаден комунален отпад во Република Македонија во 2013 година изнесува 792 785 тони. Годишното количество на создаден комунален отпад по жител во 2013 година изнесува 384 кг по жител, што е за 0,6 % повеќе во споредба со 2012 година.

Целокупното количество на собран комунален отпад (100%) се отстранува на депонија и не се спроведуваат други операции за постапување со комуналниот отпад.

Табела 4. Количество на собран и создаден отпад во 2013 година, по региони
Државен завод за статистика на РМ

Table 4. Quantity of waste generated and collected in 2013 by Region
State Statistical Office of Macedonia

Тони (t)	Собран комунален отпад	Создаден комунален отпад
Р.Македонија	554 938	792 785
Вардарски	67 057	128 573
Источен	61 470	72 241
Југозападен	54 506	97 061
Југоисточен	34 339	51 465
Пелагониски	69 010	81 594
Полошки	60 296	106 421
Североисточен	61 040	83 856
Скопски	147 220	171 574

6. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА

Заштедата на енергија е еден од најефикасните, најбрзите и најекономични начини да се намали емисијата од стаклени гасови и да се подобри воздухот во густо населените области.

Квалитетот на воздухот е главен еколошки проблем на ЕУ. Помеѓу останатото, сега се развива програма на ЕУ наречена „чист воздух“ (Clear Air Programme) кој ги открива штетните влијанија на озонската обвивка и органските честички што влијаат врз здравјето на човекот, екосистемите и земјоделските насади.

Зголемувањето на учеството на обновливите извори на енергија не е можно без соодветна (поттикнувачка) законска и подзаконска регулатива. Со законската регулатива треба да се обезбеди рамка која ќе овозможи поедноставна изградба на производните објекти, стимулативни (финансиски) мерки и имплементација на стимулативни мерки.

Покрај постоењето на квалитетна регулатива клучен предуслов за зголемувањето на учеството на ОИЕ во финалната потрошувачка има и примена на регулативата во практика.

6.1 ЕУ – легислатива за обновливи извори на енергија

Користењето на биомасата е еден од клучните начини за обезбедување на сигурност во снабдувањето и одржлива енергија во Европа. Предвидени се активности насочени, особено, кон зголемување на побарувачката на биомаса, подобрување на снабдувањето, надминување на технички бариери и истражување.

Со зголемувањето на зависноста од увоз на енергија Европската Унија мора да донесе нова енергетска политика како конкурентност, одржлив развој и безбедност во снабдувањето.

Постојаната правна регулатива на Европската Унија за обновливите извори на енергија ги содржи седните Директиви:

- Директива 2001/77/ЕС (ОЈ L 283, 27.10.2001) на Европскиот парламент и на Советот за промоција на електричната енергија произведена од обновливи извори на енергија на внатрешниот пазар;
- Директива 2003/30/ЕС (ОЈ L 123, 17.5.2003) на Европскиот парламент и на Советот за промоција на користењето на биогорива или други горива од обновливи извори во сообраќајот;
- Директива 2009/28/ЕС (ОЈ L 140, 5.6.2009) на Европскиот парламент и на Советот за промоција на користењето на енергија од обновливи извори;
- Директива 1999/81/ЕС (ОЈ L 140, 5. 6. 2009) на Европската унија за депонирање на отпад.

Директива 2001/77/ЕС (ОЈ L 283, 27. 10. 2001) на Европскиот парламент и на Советот за промоција на електрична енергија произведена од обновливи извори на енергија на внатрешниот пазар,

Директива 2003/30/ЕС (ОЈ L 123, 17. 5. 2003) на Европскиот парламент и на Советот за промоција на користење на биогорива или други горива од обновливи извори во сообраќајот.

Одредбите од Директиви **2001/77/ЕС** и **2003/30/ЕС** се избришани и во моментот на сила е Директива **2009/28/ЕС** од 23 април 2009 година.

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF)

Директива 2009/28/ЕС (ОЈ L 140, 5. 6. 2009) на Европскиот парламент и на Советот за промоција на енергија од обновливи извори:

Директивата ги поставува начелата според кои земјите членки треба да обезбедат учество на енергија од обновливи извори во финалната потрошувачка на енергија на ЕУ да достигне најмалку 20 [%] до 2020 година, а **наедно** ги поставува и националните цели на секоја земја членка на ЕУ. Исто така, секоја од земјите членка треба да достигне најмалку 10 [%] учество во енергијата од обновливи извори(примарно биогорива) во сообраќајот до 2020 година. За потребите на оваа Директива важат следните дефиниции (Член 2, L140/27)

- (а) „енергија од обновливи извори“ - обновливи нефосилни енергетски извори: ветер, сончева енергија, геотермална енергија, енергија на бран,

енергија на плима и осека, хидроенергија, биомаса, депониски гас, гас од постројките за третман на **отпад**;

- (б) „биомаса“ - биоразградлив дел од производите, отпадот и остатоците од земјоделството (вклучувајќи растителни и животински супстанции), шумарството и индустриите поврзани со него, како и биоразградливиот дел од индустрискиот и комуналниот отпад;
- (в) „финална потрошувачка на енергија“ - енергетски услуги испорачани за енергетски цели на производствената индустрија, сообраќајот, домаќинствата, услужните организации, земјоделството, шумарството и рибарство, вклучувајќи ја и потрошувачката на електрична енергија и топлина од страна на енергетската гранка за производство на електрична енергија и топлина во преносот;
- (г) „централно греење или ладење“ - дистрибуцијата на топлинска енергија во форма на пареа, топла вода или **разладни** течности, од централен извор на производство преку мрежа до повеќе објекти, каде се користи за греење или ладење на простор или процеси;
- (д) „биогорива“ - течните или гасните горива за сообраќајот кои се произведени од биомаса;
- (ф) „гаранција за потекло“ - електронски документ кој има функција да обезбеди доказ дека одредено количество енергија е произведено од обновливи извори;

Кога е во прашање депонискиот гас, во земјите на Европската **Унија** со неколку Директиви е уреден еден цел систем за управување со отпадот, кој опфаќа и управување со депонискиот гас. Со Директивата за депонии **99/31/ЕС** дефинирана е обврската за собирање на депонискиот гас кој се создава на депониите за отпад, и негово претворање во употреблива енергија или согорување. Со тоа депонискиот гас е ставен во категорија на обновливи извори на енергија со тоа што со негово користење се **придонесува** за намалување на емисијата на стаклени гасови.



Слика 2. Законска рамка на Европската Унија за отпад
 Figure 2. Legal framework of the European Union on waste

6.2 Законски и институционални аспекти за обновливите извори на енергија во Република Македонија

Од законски и институционален аспект, основните елементи за ОИЕ се обезбедени во Закон за енергетика (Службен весник на Република Македонија бр. 63/2006, 36/2007, 106/2008) кој, помеѓу другото, го промовира и искористувањето на ОИЕ. Со овој закон е одредено дека Агенцијата за енергетика на Република Македонија издава гаранции за потекло за ЕЕ произведена од ОИЕ и од високо ефикасни когенеративни постројки, води и одржува регистар на гаранциите. Во гаранцијата за потекло ЕЕ произведена од ОИЕ ќе биде специфициран енергетскиот извор од кој е произведена ЕЕ, датум и место на производство. Гаранцијата ќе му овозможи на производителот на ЕЕ да се квалификува како повластен производител за количеството на ЕЕ произведена од ОИЕ. Регулаторната комисија за енергетика на Република

Македонија донесува Правилници и Одлуки за повластени тарифи за купопродажба на ЕЕ произведена од повластените производители на ЕЕ, како и за производители од високо ефикасни когенеративни постројки. Досега се донесени следните Правилници:

- Правилник за начин и постапка за утврдување и одобрување на користењето на повластени тарифи за купопродажба на електрична енергија произведена во мали хидроелектрани (Службен весник на Република Македонија бр. 16/2007);
- Правилник за начин и постапка за утврдување и одобрување на користење на повластена тарифа за купопродажба на електрична енергија произведена од ветерни електрани (Службен весник на Република Македонија бр. 61/2007);
- Правилник за начин и постапка за утврдување и одобрување на користење на повластена тарифа за купопродажба на електрична енергија произведена од електроенергетски постројки кои како погонско гориво користат биогаз добиен од биомаса (Службен весник на Република Македонија бр. 142/2007 и Правилник за измена и дополнување на Правилникот за начин и постапка за утврдување и одобрување на користење на повластена тарифа за купопродажба на електрична енергија произведена од електроенергетски постројки кои како погонско гориво користат биогаз добиен од биомаса (Службен весник на Република Македонија бр. 44/2010);
- Правилник за начин и постапка за утврдување и одобрување на користење на повластена тарифа за купопродажба на електрична енергија произведена од фотонапонски системи (Службен весник на Република Македонија бр. 112/2008) и Правилник за измена и дополнување на Правилникот за начин и постапка за утврдување и одобрување на користење на повластена тарифа за купопродажба на електрична енергија произведена од фотонапонски системи (Службен весник на Република Македонија бр. 44/2010) и
- Правилник за начин и постапка за утврдување и одобрување на користење на повластена тарифа за купопродажба на електрична енергија

произведена од електроенергетски постројки кои како погонско гориво користат биомаса (Службен весник на Република Македонија бр. 44/2010)



Слика 3. Енергетска мапа на Република Македонија

Figure 3. Energy map of Republic of Macedonia

Директивата 2004/8/ЕС од 11 февруари 2004 година за промоција на комбинирано производство.

Директива 2002/91/ЕС за енергетски карактеристики на градежните објекти (ОЈ L 1, 4.1.2003 година)

6.2.1 Република Македонија во меѓународни договори и иницијативи поврзани со обновливи извори на енергија

Република Македонија е потписник и на Договорот за Енергетска заедница. Покрај Македонија потписнички на договорот за основање на Енергетска заедница се и: Албанија, Бугарија, Босна и Херцеговина, Хрватска, Црна Гора, Романија, Србија, Косово и ЕЗ. Македонија во 2006 година го ратификува договорот со закон.

Во **Согласност со** Договорот за Енергетска заедница државите потписнички треба да го усогласат своето законодавство со постојната правна регулатива на Европската Унија (*acquis communautaire*) за енергија, животна средина, конкуренција и за обновливите извори на енергија. Во Договорот за основање на Енергетска заедница посебно место зазема грижата за подобрување на животната средина, поврзана со природниот гас и електричната енергија, преку подобрување на енергетската ефикасност и користењето на обновливите извори на енергија. Во организација на Секретаријатот на Енергетската заедница се **подготвува** Студија за имплементација на новата Директива за промоција на ОИЕ, која дополнително на Стратегијата ќе даде насоки за националните цели во однос на ОИЕ.

Република Македонија ја ратификува Рамковната конвенција на Обединетите нации за климатски промени во 1997 година, а го ратификува и Протоколот од Кјото во 2004 година. Република Македонија влегува во редот на земјите кои не спаѓаат во Анекс I, односно во земји кои немаат квантифицирани обврски, предвидени со споменатите меѓународни документи. Како таква земја, Република Македонија може да го користи Механизмот за чист развој (CDM) за привлекување на странски инвестиции во проекти за редукција на емисиите на стакленички гасови, вклучително и проекти од областа на обновливите извори на енергија.

Република Македонија, го потпиша Статутот на ИРЕНА (International Renewable Energy Agency – IRENA), со што се вброи меѓу земјите основачи на оваа меѓународна организација. Република Македонија треба да земе активно учество и во подготвителните активности за основање на ИРЕНА и да се вклучи во тековните активности после нејзиното **започнување** со работа. Агенцијата се

основа со цел да постане водечка сила во промовирањето на брз премин кон широка распространетост и одржливо користење на обновливите извори на енергија. Во таа насока, ИРЕНА ќе обезбедува поврзување на искуствата и знаењата и олеснување на трансферот на најновите технологии меѓу своите членови. ИРЕНА ќе го олесни пристапот до сите релевантни информации поврзани со користењето на обновливата енергија.

<http://www.irena.org/home/index.aspx?PriMenuID=12&mnu=Pri>

6.2.2 Законска регулатива за обновливи извори на енергија / Донесување на нова регулатива

Се предлага донесување на Правилник за повластени тарифи за постројки за искористување на комуналниот отпад. Со овој Правилник ќе се заокружи регулативата за повластени тарифи и ќе се стимулира изградбата на постројки за искористување на комунален отпад за производство на топлинска и електрична енергија.

Биомаса за согорување

Промотивните активности за биомасата главно се насочени кон:

- Програми за стимулирање на мали и средни индустрии за производство на уреди за согорување на биомаса со висок коефициент на полезно дејство;
- Субвенционирање за замена на старите и набавка на нови ефикасни уреди за согорување, особено на социјалните слоеви од населението;
- Мерки за намалување на загубите од сеча;
- Мерки за намалување на неевидентирани потрошувачка;
- Техничка поддршка и помош во пронаоѓање на кредитори и инвеститори за првата пилот - постројка на отпадна биомаса и првата пилот постројка во некоја од компаниите за преработка на дрво и изработка на дрвени производи.

7. РЕЛЕВАНТНИ ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

7.1 БИОМАСА

Биомасата како енергетски ресурс е важен дел на енергетскиот биланс на Република Македонија. Континуирано, во текот на изминатите триесетина години, огревното дрво учествува во него со отприлика 8 – 10 %. Со оглед на севкупните преиспитувања на можностите за зголемување на учество на домашните ресурси во поправање на лошата енергетска ситуација во земјата, се наметнува прашањето дали е посветено доволно внимание и на овој ресурс, т.е дали постојат можности за негово искористување и зголемување.

Биомасата особено е застапена во домаќинствата, со задоволување на 30-33% од вкупните потреби од енергија. Околу 430 000 домаќинства 76% користат биомаса за затоплување. Се проценува дека постои и неидентификувана потрошувачка на биомаса за согорување во износ од 25 – 35% од евидентираната.

Распространетоста на изворите на биомасата во Македонија зависат од карактеристиките на секој регион поодделно. Биомасата најмногу е распространета во земјоделските и шумските региони од државата. Од вкупната биомаса што се користи за енергетски потреби, дрвото и дрвениот јаглен заземаат 80%. Во Република Македонија се користи и дел од гранките од винова лоза, оризови лушпи и гранки од овошни дрвја за енергетски цели. Но, голем дел од сламата главно се користи за ѓубрива, сточна храна и за добивање целулоза. Затоа таа не е достапна за енергетски цели.

На шумско земјиште во Република Македонија припаѓаат околу 11600 km² (1,16 милиони ha) од кои вкупната површина под шуми изнесува 987 545 хектари (состојба 2013 година). Вкупната дрвна маса е околу 74 милиони m³, а вкупниот годишен прираст 1,85 милиони m³ со просечен годишен прираст на хектар од 2,02 m³.

http://www.eu-bee.eu/_ACC/_components/ATLANTIS-DigiStore/BiomassMacedoniac77c.pdf?item=digistorefile;143615;837¶ms=open;gallery

Шумите во државна сопственост зафаќаат 90,14% од вкупната површина, додека вкупното учество во дрвна резерва изнесува 92,2%. Приватните шуми зафаќаат 9,86% (104 илјади хектари) од вкупната површина под шума и учествуваат со 7,8% во вкупната дрвна резерва. Приватните шуми се со релативно мала површина, помали од 1 ha, разбиени како поединечни или групирани парцели кои претставуваат енклави во рамките на државната шума.

Табела 5. Површина под шуми – шуми според видовите дрвја - Државен завод за статистика на РМ – Шумарство 2013

Table 5. Area under forest - forest trees by species - State Statistical Office of Macedonia - Forestry 2013

	хектари									hectares
	Република Македонија Republic of Macedonia	Вардарски регион Vardar Region	Источен регион East Region	Југозападен регион Southwest Region	Југоисточен регион Southeast Region	Пелагониски регион Pelagonia Region	Полошки регион Polog Region	Северисточен регион Northeast Region	Скопски регион Skopje Region	
Вкупно површина под шума	987 545	136 830	145 228	188 293	141 189	135 603	91 068	70 187	79 147	Total forest area
Листопадни видови	597 657	56 325	85 788	125 245	94 202	86 362	47 780	54 831	47 124	Broad-leaved species
Шума под бука	233 505	15 369	30 931	50 608	22 005	29 366	30 124	31 475	23 627	Beech
Шума под даб	305 860	37 914	52 275	69 067	45 903	46 477	12 996	20 624	20 604	Oaks (all)
Шума под костен	2 753	-	-	647	1 875	-	189	-	42	Chestnuts
Шума под други тврди листопадни видови	52 367	2 872	2 582	4 399	24 207	8 345	4 459	2 652	2 851	Other hard broad-leaved species
Шума под други меки листопадни видови	3 172	170	-	524	212	2 174	12	80	-	Other soft broad-leaved species
Иглолисни видови	66 479	7 128	10 739	10 513	9 184	12 272	2 404	9 407	4 832	Coniferous species
Шума под смрча	1 196	-	-	139	317	236	156	341	7	Spruce
Шума под ела	5 888	136	356	2 312	1 165	522	1 249	39	109	Fir
Шума под црн бор	42 680	5 452	8 759	6 306	4 251	5 290	960	8 111	3 551	Black pine
Шума под бел бор	8 052	147	1 490	440	2 138	2 873	29	848	87	Scots pine
Шума под молика	4 270	989	-	-	-	3 281	-	-	-	Macedonian pine
Шума под други иголисни видови	4 393	404	134	1 316	1 313	70	10	68	1 078	Other conifers
Мешовити шуми	280 061	63 358	45 729	36 924	31 807	36 232	37 565	5 832	22 614	Mixed forests
Деградирани шуми	43 348	10 019	2 972	15 611	5 996	737	3 319	117	4 577	Degraded forests

Вкупната површина под шуми, шумски култури и интензивни насади во Македонија изнесува 38,8 [%] од вкупната територија, што е релативно високо во однос на Европа (29,3 [%]) и во однос на соседните земји (Србија 26,2 [%], Бугарија 28,7 [%], Грција 16 [%]). Меѓутоа, со 82 [m³/ha] Македонија е сиромашна со квалитетни шуми. Околу 71 [%] од површината е со нискостеблести и деградирани шуми и со само 37 [%] од вкупната дрвна маса. Друга значајна карактеристика е дека постојат поголеми подрачја во Македонија со ниска шумовитост како и голини и необраснато шумско земјиште кои се погодни за пошумување. Со помош на Фондот за пошумување кој функционираше до 1990 година, беа пошумени повеќе од 140 илјади хектари голини и се постигна зголемување во седумдесеттите и раните осумдесетти години од минатиот век. Пошумувањето во последните десет години е сведено на околу 2 илјади хектари годишно. Од тоа околу 75% се иглолисни и остатокот листопадни дрва и во овој процент не се земени ефектите од акциите на пошумување. Според податоците на Државниот завод за статистика под пошумена површина потпаѓаат 1501 хектари (2013 година), додека пошумената површина во проценти за (2013/2012) година изнесува 8,9 %. **Извор: Државен завод за статистика на РМ.**

Шумарството во Република Македонија е стопанска гранка што во бруто националниот производ учествува со 0,3 – 0,5 %. Меѓутоа, ако се валоризираат општокорисните функции, придонесот е значително поголем.

Учеството на шумарството во националната економија главно се остварува преку ЈП „Македонски шуми“ кое со одлука на Владата е основано на 15.12.1997 година. Основната функција на ова претпријатие е стопанисување со шумите во државна сопственост, што подразбира користење, одгледување и заштита на шумите.

7.1.1 Отпадна биомаса

Отпадната биомаса ја сочинуваат:

- отпадоци од сечење на шуми,
- отпадоци од преработка на дрво,
- отпадоци од земјоделство,
- остатоци од сточарство,
- индустриски отпад и
- цврст комунален отпад.

Изработени се повеќе студии за процена на отпадната биомаса во Република Македонија меѓу кои има и многу сеопфатни и квалитетни. Сепак, може да се каже дека нема доволно доверливи податоци, за процена на економски исплатливиот потенцијал, ниту доволно искуство во изведба на конкретни постројки.

Отпадна биомаса од дрво и од земјоделство

Македонија има искуство во користењето на отпадната биомаса од сечењето на шуми, од преработката на дрво и од земјоделство, пред сè, во користење на истата во постројки за производство на топлина. Меѓутоа, овој вид на отпадна биомаса е погоден и за користење во постројки за комбинирано производство на топлина и електрична енергија.

Отпадоци од сечење на шуми. При планското сечење на шумите, проретчувањето на истите, сечење за изградба на патишта и сечење на опожарени и заболени дрва се создаваат отпадоци во облик на гранки, делови од стебла, кора, корења, иверки и др. Според одредени истражувања спроведени во 2000 година, отпадоците од сечата на шумите во Македонија се проценети на околу 14% од вкупната сеча или околу 150 илјади м³. Меѓутоа, истите истакнуваат дека тоа е резултат на застарената механизација која се користи за сечењето и на намерно оставање на покрупен отпад за понатамошно неевидентно користење. И дека нормално, со користење на помодерна техника на сечење, отпадот треба да изнесува 7% од вкупната сеча или околу 75 илјади м³ годишно. Тоа изнесува околу 47 илјади тони годишно. Многу мал дел од овој отпад, 40 - 100 м³ годишно се користи од страна на шумските компании за затоплување на просториите, додека остатокот се остава во шумата. Ниту во

поразиените европски земји, каде што со закон се задолжени компаниите што ја вршат сечата во целост да го изнесат отпадот. Тоа не се почитува до крај поради високата цена на собирањето на отпадот во тешко пристапните планински предели. Под претпоставка дека во Македонија може да се искористи околу 40% од шумскиот отпад во помали постројки за комбинирано производство на топлина и електрична енергија кои би се лоцирале во најблиската локација со топлинско искористување, тогаш тоа би изнесувало 30 илјади m³ годишно, односно близу 20 илјади тони годишно.

Отпадоци од преработка на дрво. Во Република Македонија годишно се обработува околу 160 илјади m³ техничко дрво (табела 2.2.4). Постојат околу 100 компании кои се занимаваат со обработка на дрвото. Најголем број од нив се мали пилани. Одреден број поголеми компании се занимаваат само со производство на столарија, мебел и одреден број компании се занимаваат и со примарна и со секундарна преработка на дрвото. Отпадот добиен при преработката на дрвото се состои од: иверки, струготинки, кора, исечоци од краевите на трупците, цепеници, ситна дрвена прашина и др.

Се проценува дека поголемите компании, кои се занимаваат со примарна и секундарна преработка на дрвото, обработуваат околу 50 илјади m³ техничко дрво годишно. Притоа тие произведуваат околу 18 илјади m³ дрвен отпад. Меѓутоа, најголем дел од тоа се користи во сопствени котларници за производство на пареа и за греење на просториите. Дел од прашината се користи и за производство на брикети и палети. Ова количество на биомаса е веќе вброено во статистичките податоци за потрошувачка на биомаса за согорување. Меѓутоа, дел од котлите се многу стари и може да се очекува нивна замена со нови постројки за комбинирано производство на топлина и електрична енергија. Под претпоставка тој процент да изнесува 40%, расположливата биомаса за оваа намена е околу 7 илјади m³ дрвен отпад годишно. Помалите компании, во најголем број пилани, обработуваат околу 110 илјади m³ техничко дрво и произведуваат околу 55 илјади m³ дрвен отпад годишно. Овој дрвен отпад во основа не се користи. Проблем е што во најголем број овие компании немаат потреба од топлина. Доколку би се искористило 30% од овој отпад во мали постројки, тоа е 16 илјади m³ дрвен отпад годишно. Вкупниот потенцијал на отпад од преработка на дрво кој би можел економски да се искористи за

комбинирано производство на топлина и електрична енергија се проценува на 23 илјади т3 или околу 10 илјади тони дрвен отпад годишно.

Отпадоци од земјоделството. Од земјоделските отпадоци во Македонија од значење за комбинирано производство на топлина и електрична енергија се гранките од виновите лози, гранките од овошните дрвја и од житните и индустриски култури, како и отпадоци од преработка на храна. Дел од нив се користи за производство на топлина.

Под лозови насади во Македонија се околу 26000 ha. Со просечно годишно производство од 3 тони лозови прачки по хектар кои се добиваат при кроење на лозјата, тоа е околу 80 илјади тони отпадна биомаса. Практичната расположливост на лозовите прачки се проценува на околу 30 илјади тони годишно.

Вкупната површина под овошни насади се проценува на 17 илјади хектари. При производство од најмалку 1 тон отпад по хектар тоа е најмалку 20 илјади тони отпадна биомаса годишно. Дел од оваа биомаса се користи и може да се очекува нејзино искористување во постројки за комбинирано производство на топлина и електрична енергија во износ од 4 илјади тони годишно.

Во Македонија постои значајно производство на слама од житарици (околу 350 илјади тони годишно). Меѓутоа, економски поисплатливо е користењето на истата за ѓубрива, сточна храна и за добивање целулоза и според тоа не е достапна за енергетски цели. За енергетски цели на располагање е лушпата од ориз, која се проценува на околу 7 илјади тони годишно. Во Кочани е инсталиран котел со согорување на лушпа од ориз. Сепак, може да се смета на околу илјада тони годишно на лушпа од ориз за комбинирано производство на топлина и електрична енергија.

Вкупната отпадна биомаса од земјоделство што може економски да се искористи за комбинирано производство на електрична енергија и топлина се проценува на близу 35 илјади тони годишно.

Кога ќе се сумира напред изнесеното, може да се заклучи дека во Македонија се искористува околу 380 GWh отпадна биомаса. Пред сè, отпадоци од преработка на дрва и од шуми, гранки од винова лоза, оризови лушпи и гранки од овошни дрвја. Меѓутоа, постои и значаен дел на неискористена отпадна биомаса од сечење на шуми, преработка на дрво и од земјоделство. Ќе се собере неискористената биомаса што може економски оправдано да се

искористи за комбинирано производство на топлина и електрична енергија заедно со дел од биомасата која се користи за производство на топлина во застарени котли. А, може да се адаптира и за комбинирано производство.

Табела 6. Отпадна биомаса од сечење на шума, преработка на дрво и од земјоделството што може економски да се искористи за комбинирано производство на топлина и електрична енергија.

Table 6. Waste biomass from timber felling, wood processing and agriculture that can economically be used for cogeneration of heat and electricity power

	Илјада тони годишно
Отпадоци од сечење на шуми	20
Отпадоци од преработка на дрво	10
Отпадоци од земјоделство	35
Вкупно	65

Од 65 илјади тони отпадна биомаса од сечење на шуми, преработка на дрво и од земјоделство во постројки за комбинирано производство на топлина и електрична енергија може да се добие околу 50 - 70 GWh електрична енергија и 120 – 180 GWh топлинска енергија, зависно од потребите и расположливото искористување на топлинска енергија.

Цврст комунален отпад

Под поимот цврст комунален отпад се подразбира отпад кој е собран од домаќинствата, заедно со одржувањето на јавната хигиена и собирање на отпадот од парковите, комерцијално-институционалниот отпад, отпадот од градежништвото како и отпадот од индустријата кој е сличен на отпадот од домаќинствата.

Цврстиот комунален отпад во Македонија се депонира во голем број депонии. Меѓу нив, само депонијата Дрисла, која го опслужува регионот на Скопје е добро управувана. Во наредниот период се планира воспоставување на интегрирано регионално управување со цврстиот комунален отпад. На ниво на Македонија се планираат седум регионални депонии. Вкупната количина на комунален цврст отпад во Македонија изнесува близу 700 илјади тони годишно. Од тоа на регионалната депонија Дрисла и припаѓа околу 200 илјади тони, а на другите регионални депонии по 50 до 100 илјади тони. Долната топлинска моќ на комуналниот отпад во Македонија се проценува на 7860 kJ/kg. Во проценетата вредност отпадоците од хартијата и пластиката учествуваат во вкупната маса на отпадот со 24% и 6% респективно. Доколку се реализира просечен степен на рециклажа на хартијата и пластиката од 50%, количеството на отпад ќе се намали на околу 600 илјади тони и калоричната вредност на отпадот на 6200 kJ/kg и доколку се оствари висок степен на рециклажа на хартијата и пластиката, ќе се намали количеството на отпад на околу 500 илјади тони и калоричната вредност на отпадот на помалку од 4000 kJ/kg. Зависно од варијантата која ќе се оствари, потенцијалот од цврстиот комунален отпад во Македонија изнесува 500 – 1500 GWh годишно. Истиот се користи за производство само на електрична енергија и тоа би значело производство од редот 200 – 500 GWh годишно доколку би се искористил севкупниот потенцијал во Македонија. Горната граница подразбира дека Македонија нема да спроведе рециклажа на пластика и хартија, што секако е нереално. Додека долната граница, со висока рециклажа на хартија и пластика, поради ниската калорична вредност на отпадот, подразбира комбинирани технологии со високи инвестиции. Во оптимистичко сценарио, тешко може да се предвиди и до 20 GWh електрична енергија годишно до 2020 година, од цврстиот комунален отпад во Македонија.

Индустриски отпад

Покрај отпадот од индустријата за преработка на дрво и оној кој се депонира како цврст комунален отпад кои се напред посебно обработени, како и отпадот кој се рециклира во процесот на индустриското производство, постои и друг отпад погоден за производство на енергија. Овој потенцијал не е подетално истражен, но се проценува дека не може позначајно да придонесе во вкупното производство на енергија од биомаса.

Остатоци од сточарството

Отпадната маса од сточарството содржана во шталското ѓубре се користи за енергетски потреби, пред сè, преку биогасот кој се добива со анаеробна ферментација. Биогасот се состои од метан и јаглероден двооксид во сооднос 2:1 и од мали количества на NH_3 и H_2S . Во Македонија отпадната маса од шталско одгледување на добиток и живина се проценува на околу 3,5 милиони тони годишно. Од неа можат да се добијат вкупно околу 90 илјади m^3 биогас годишно со вкупна енергија од близу 600 GWh. Меѓутоа, искуствата со економски оправдано искористување на биогасот во регионот се многу скромни и реално искористливиот потенцијал не е поголем од 25% од вкупниот потенцијал.

7.1.2 Биогорива

Првата фабрика за биодизел гориво во Република Македонија е отворена во 2007 година. Рафинеријата е во сопственост на приватната компанија Мак Петрол и е со капацитет од 30 илјади тони годишно. За производство на биодизел горивото се користи нерафинирано масло од семе од маслодајна репка. Во оваа фаза нерафинираното масло се набавува од увоз. Најавени се уште две нови фабрики за производство на биодизел гориво во Република Македонија, од кои таа на „Благој Ѓорев“ во Велес ќе врши екстракција на масло од сончоглед, репка и соја, а се планира да има вкупен капацитет на суровинска обработка од 20000 тони годишно и да произведува 13000 тони биодизел гориво.

Под биогорива од друга генерација се подразбираат тие што се добиени од земјоделски отпад, остатоци на земјоделското производство, непрехранбени целулозни материјали и лигноцелулозни материјали.

И покрај тоа што технологиите за добивање на биогориво од втора генерација се во развој (на висок степен од развој), треба и во Република Македонија да се создадат услови за нивна брза примена.

Имено, од вкупната биомаса којашто се создава на земјоделските полиња, 40% мора да се врати во почвата, 30% се користи за исхрана на животните или на фармите, а преостанатите 30% може да се користат за производство на биогорива.

7.2 ГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЈА

Геотермалната енергија, по хидроенергијата и биомасите како класични обновливи извори, од сите нови и обновливи извори на енергија, претставува најзначаен произведувач на топлина и електрична енергија во светски размери.

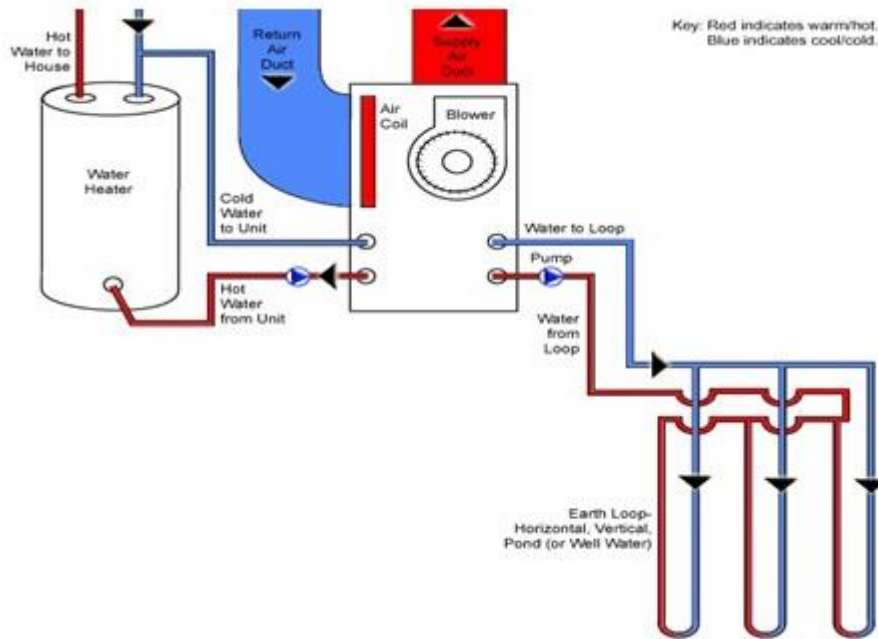
Земјата претставува огромен топлински „мотор“ кој милиони години произведува огромни количества на топлинска енергија. Најголем дел на таа топлинска енергија се наоѓа на длабочината, така што мал дел се манифестира на површината по пат на гејзири, фумароли и термални извори, односно по пат на вулканска ерупција кога од внатрешноста на земјата се излеваат огромни количини на лава чија температура изнесува повеќе од 800 °C. Ова под влијание на сончевото зрачење не се забележува.

Геотермалните енергетски технологии ја користат топлината на земјата за директна употреба. Истражувањето на развојот на геотермалните технологии оди во правец на намалување на трошоците и зголемување на нивната употреба. Изворите на геотермална енергија се движат од плитката земја и врелите извори на вода како и врели карпи пронајдени на неколку километри под земјината кора, сè до подлабоките слоеви на Земјата во услови на екстремно високи температури и степени карпи наречени магма.

Изворите на геотермална енергија се движат од плитката земја, па сè до врелите извори на вода како и врели карпи пронајдени на поголема оддалеченост од земјината кора каде температурите се значително повисоки. Денес геотермалната енергија е вообичаено кај развиените западноевропски земји и се користи масовно каде што дозволуваат условите.

Додека кај нас тоа не е случај. Тоа е поради неколку причини; и тоа како главни причини се наведуваат: високата цена на технологијата, слабиот маркетинг и непознавање од страна на потенцијалите корисници на оваа технологија, државата е потполно индиферентна кога се работи за геотермални пумпи итн. Сепак, со оглед на високите цени на енергенсите денес и цената која постојано оди нагоре, оваа технологија станува конкурентна на пазарот и се очекува допрва да се развива.

Република Македонија има огромен потенцијал кога станува збор за геотермална енергија. Засега се познати 18 геотермални полиња, со повеќе од 50 геотермални извори и дупки. Вкупниот излив е некаде околу 1000 [l/sek], со температури од 20-78 [°C]. Топлите води се главно од хидрокарбонатна природа, со оглед на нивната доминантна анионска и мешана со еднакво присуство на натриум, калциум и магнезиум структура. Растворените минерали се во граница од 0,5 до 3,7 [g/l]. Сите термални води во Македонија се со метеорско потекло. Топлотниот извор е регионалниот проток на топлина, а тој во Вардарската зона е околу 100 [mV/m²], при дебелина на земјината кора од околу 32 [km].



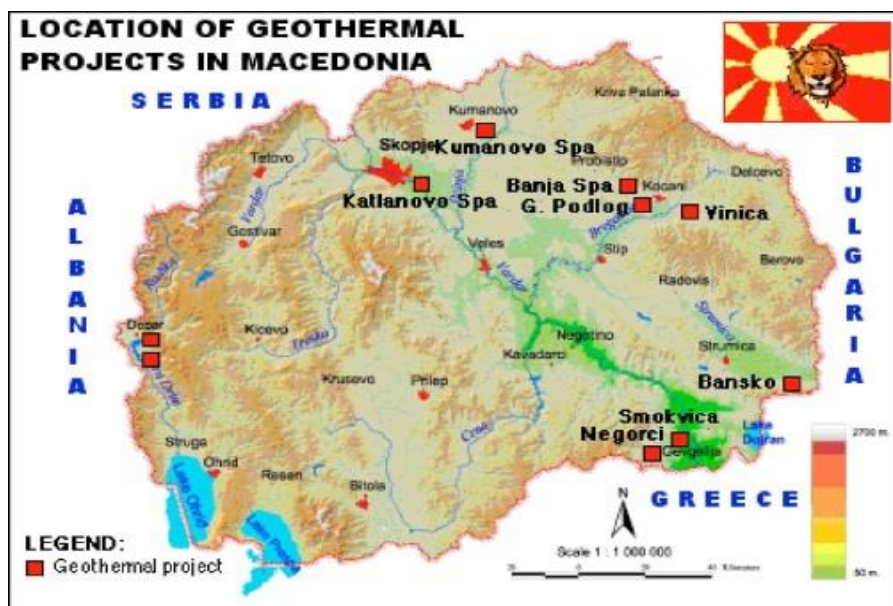
Слика 4. Шематски приказ на процесот за користење на геотермална енергија за затоплување

Figure 4. Schematic representation of the process of using geothermal energy for heating

Користењето на термалните води во Македонија се состои од неколку геотермални проекти и повеќе бањи. Сите се комплетирани и работат од 80-тите години на минатиот век. Искористувањето на овој потенцијал за енергетски потреби е на локално ниво. Со оглед на релативно ниската температура (највисоката е 78 [°C], во Кочанскиот регион) таа се користи исклучително за задоволување на потребите за греење. Основно (доминантно) се користи за затоплување на оранжериски комплекси. Во индустријата (во Кочани) се користеше за греење на административни објекти и за подготовка на топла вода во фабриката за хартија (која сега е сè уште надвор од погон подолг временски период). За греење на објекти се користи минимална количина на енергија (неколку административни објекти во Кочани, хотелскиот комплекс „Цар Самуил“ со сместувачките капацитети во околината, како и објектот во Негорски бањи).

При сегашните капацитети на геотермалните извори не може да се очекува зголемување на користењето на геотермалната енергија за греење на згради во

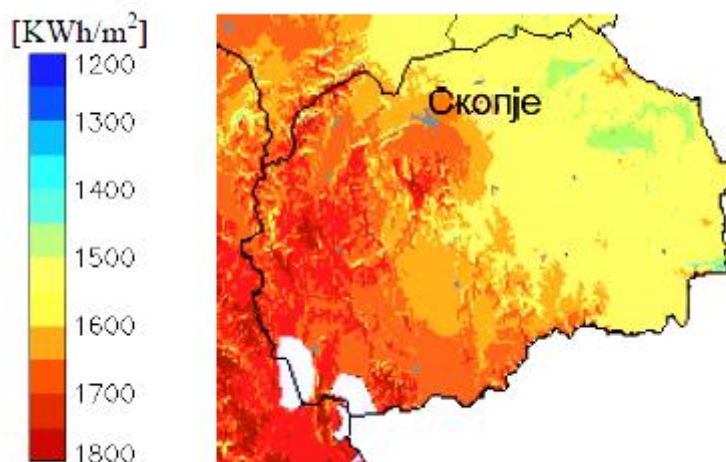
Кочани, затоа што и постојниот потенцијал е на граница на задоволување на приклучените оранжериски комплекси, а и подземниот капацитет (количина на вода која може/сmee да се користи) е лимитиран. При многу пониски температури на надворешниот воздух, и во оранжериите мораат да ја догреваат водата, или да ја спуштат температурата во заштитениот простор на граница на преживување на растенијата, или да ја жртвуваат целата жетва. Во последно време има одредени активности за модернизација на геотермалниот систем „Геотерма“ во Кочани кои се реализираат преку финасиска билатерална помош од Владата на Австрија.



Слика 5. Локација на геотемални проекти во Македонија
 Figure 5. Location of geotrmlni projects in Macedonia

7.3 СОНЧЕВА ЕНЕРГИЈА

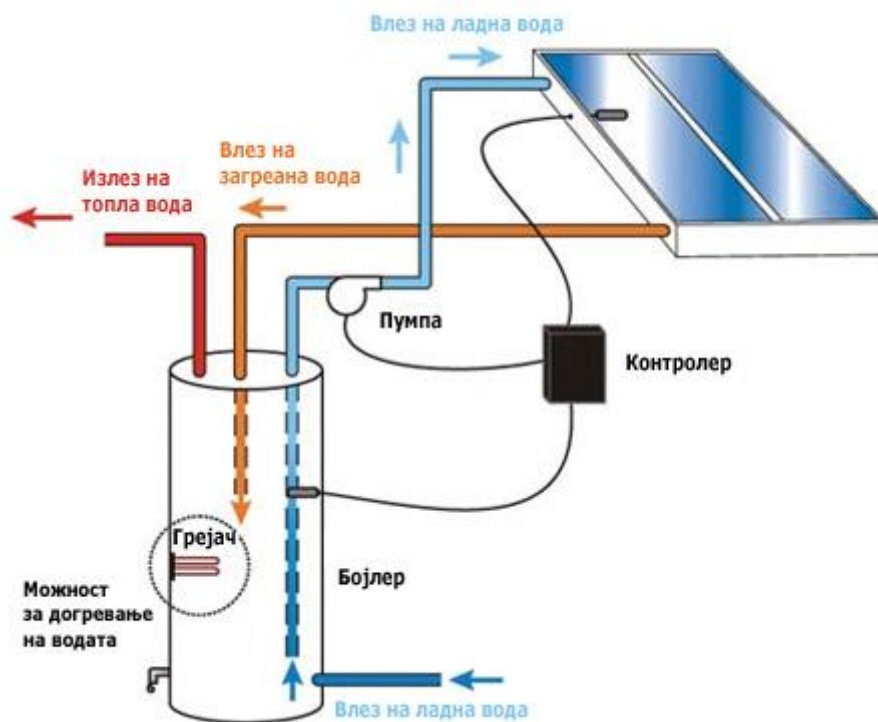
Сончевата енергија се искористува на симболично ниво за загревање на водата во домаќинствата. Но, географската позиција и климата во Македонија нудат многу добра перспектива за користење на сончевата енергија. Вкупното годишно сончево зрачење варира од минимум 1250 [kWh/m²] во северниот дел до максимум 1530 [kWh/m²] во југозападниот дел што доведува до просечно годишно сончево зрачење од 1385 [kWh/m²] (слика 4.).



Слика 6. Мапа со ресурси на сончева енергија

Figure 6. Map of the resources of solar energy

Годишниот просек за дневното зрачење варира меѓу 3,4 [kWh/ m²] во северниот дел на земјата (Скопје) и 4,2 [kWh/ m²] во југозападниот дел (Битола). Климатските карактеристики - висок интензитет на сончево зрачење како и неговото времетраење, температурата, влажноста, овозможуваат поволни услови за успешниот развој на сончевата енергија. Континенталната клима со жешки и суви лета ја прави Македонија земја со повисок потенцијал за искористување на сончевата енергија од просечните Европски земји.



Слика 7. Шематски приказ на претворање на сончевата енергија во топлинска
 Figure 7. Schematic representation of the conversion of solar energy into heat

7.4 ВЕТЕРНА ЕНЕРГИЈА

Искористувањето на енергијата на ветрот е посебно актуелна проблематика и најмногу експлоатирана за производство на електрична енергија од сите видови на обновливи извори на енергија. Според географската поставеност, локациите погодни за користење на енергијата на ветрот се делат на локации покрај морски брег (offshore sites) и локации на континентален дел, внатре на копно (inland sites). Поради метеоролошките услови и струењата на воздушните маси, локациите покрај морски брег се поволни за градење на ветерни електрани. За земји како Македонија која е континентална и заградена со планински венци, потребно е дополнително испитување на погодни локации за градба на ВЕ. Според меѓународната класификација, потенцијалните локации

за градба на ВЕ се делат на класи според густината на ветерната моќност, WPD (Wind Power Density), односно според брзината на ветрот.

Ветерните електрани се градат како комплекс од повеќе поединечни ветерни турбини, кои енергијата ја даваат интегрално преку конекцијата на ВЕ со електроенергетскиот систем. Изборот на комерцијалните ветерни турбини зависи од изборот на инвеститорот и дизајнерот на ВЕ. Скоро сите комерцијални ветерни турбини работат во дијапазон на брзини на ветрот од 4 [m/s] до 25 [m/s], но брзината за која се постигнува инсталираната моќност на турбината е околу 12 [m/s].



Слика 8. Ветерни турбини

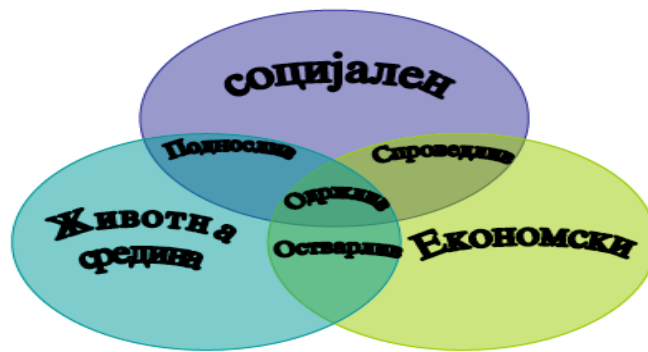
Figure 8. Wind turbines

8. БИОМАСА И ОДРЖЛИВОСТ

Биомасата како енергетски извор во основа се разликува од енергетските извори без јаглерод т.е. ветер. Истата може да произведе енергија и материјални производи слични на традиционалните кои се произведени со употреба на постојните фосилни горива. Биомасата исто така се користи како храна и суровина за индустријата, и истата мора правилно да се интегрира во користењето на енергија за да се почитуваат принципите за одржливост. И со соодветна индустриска преработка, новособраните приноси на биомаса можат да се претворат во хомолог од природен гас или цврсти фосилни горива. Со помош на различни трансформациони процеси како што се согорување, гасификација и пиролиза, биомасата може да се претвори во био-горива за превоз, биотоплина или биоструја.

Користењето на биоенергија е поврзано со влијанието врз користење на земјиштето, (обновлив, намалена емисија на јаглерод диоксид и одржлив). Поконкретно, одржливоста се исполнува кога еден проект кој се заснова на обновливи извори има негативен или неутрален биланс на CO₂, во својот животен циклус.

Емисиите на гасови кои предизвикуваат глобално затоплување (Greenhouses gas – GHG) претставуваат еден од еколошките критериуми кои важат за анализа на одржливоста, но тоа не е доволно. Концептот на одржливост во процената мора да опфати и други аспекти како што се еколошки, културни и здравствени, а исто така треба да се вклучи и економскиот аспект.



Слика 9. Општ концепт за одржлив пристап (Adams W.M, 2006)

Figure 9. The general concept of sustainable access (Adams WM, 2006)

Поради ова, концептот на одржливост применет во биоенергетскиот сектор не може, а да не биде поврзан со еколошките, економските и социјалните аспекти како што е прикажано во Слика 9. Доколку еден од овие аспекти не биде вклучен, истиот би можел да спаѓа во остварливи, подносливи или изводливи услови, но не и одржливи.

Во тој случај проектите за биомаса нема да бидат целосно успешни, освен ако не се покаже дека постои резерва на одржлива биомаса, поволна бизнис клима и социјална поддршка.

Табела 7. Хиерархија на одржливост за проекти за биомаса (2008)

Table 7. Hierarchy of sustainability for biomass projects (2008)

Критериум за одржливост	Аспекти кои се проценуваат
Еколошки одржлива и остварлива резерва на биомаса	Расположлива земја
	Расположлива вода
	Биодиверзитет
Комерцијално и технолошки остварлив бизнис на преработка	Резерва на суровини
	Технологија
	Производи и пазар
Лиценца за работа	Владини директиви
	Директиви од заедницата
	Јавен консензус

8.1 Биомаса од остатоци и отпади

Анализата на биомасата од остатоци и отпади е посложена поради комплексноста на материјалите кои се користат и различните сектори на потекло (т.е. од земјоделскиот, од урбаниот сектор)

Отпадните материјали се создаваат во производствените процеси, индустрии и општински цврст отпад, неенергетската содржина најчесто изнесува од 10,5 до 11,5 MJ/kg.

Практиката со менаџирање со отпадот се разликува кај развиените и нациите во развој, од урбаните и руралните области како и кај станбените и индустриски производители.

Почетната положба на една земја во развој во врска со менаџирање на отпадот се разликува од онаа на некоја индустријализирана земја. Преносот на испробаната технологија од една земја во друга може да биде многу несоодветен, без разлика што истиот е технички изводлив или земјата може да си го дозволи. Многу е важно да се разберат локалните фактори како што се:

- Карактеристиките на отпадот и сезонски варијации во климата;
- Социјални аспекти, културни ставови кон цврстиот отпад и политички Институции и
- Свест за постоење на честите очигледни ограничувања во ресурсите.

Улогата на управување со одржлив отпад е да се намали количеството на отпад кое се остава во животната средина преку намалување на отпад кое се создава. Сепак, загадувањето на животната средина може да се намали преку поодржлива употреба на отпадот. Ова се нарекува *Хиерархија на отпад*.

Хиерархијата на отпад се однесува на намалување, повторна употреба и рециклирање и класификација на стратегиите за управување со отпад според желбата за минимизирање на отпадот.

Постојат различни можности за претворање на остатоци или отпади во енергија. Во таквите технологии спаѓаат санитарни депонии, палење, гасификација, анаеробно варење и други. Изборот на технологија треба да се заснова на типологијата на отпад, неговиот квалитет и локалните услови. Но, не е лесно да се направи класификација и издвојување на различни видови на отпад. Во земјите на ЕУ, отпадите се класифицираат со *EWC Code* (EPA, 2002). EWC е Европски Каталог за Отпад кој се користи за класификација на сите отпади и опасни отпади. Направен е со цел да се создаде постојан систем за класификација на отпад во ЕУ за ослободување и надоместување. Новата кодифицирана Рамка за Отпад (Directive 2006/12/E) моментално претставува единствена законска важечка верзија.

На крај, за одржлив синџир на биоенергијата потребна е максимална вредност добиена од изворот на биомасата. Поради тоа развојот на одредени проекти за биоенергија не зависи само од економските услови туку треба да се земат во предвид и основните барања од социјален и еколошки аспект како што се: обезбедување на дозвола за работа и инкорпорирање на еколошките, технолошките, финансиските и социјалните фактори.

9. ДЕФИНИРАЊЕ И КЛАСИФИЦИРАЊЕ НА ОТПАДОТ

Управувањето со отпадот е еден од поголемите и најсериозни еколошки проблеми во Македонија. Денешната моментална ситуација на собирање, складирање и управувањето со отпадот е неефективна и недоволна со пропишаните законски регулативи, како и следењето на европските трендови што резултира со негативни ефекти врз животната средина и здравјето на луѓето.

Со самиот развој и процесот на индустрализацијата се зголемува и количеството на отпад, а со тоа се појавува и проблемот со собирање и депонирање на комуналниот отпад. Зголемувањето на цврстиот отпад е и проблем што се јавува во нашето секојдневие; и тоа од еколошки, технолошки, урбанистички, градежни, санитарно-епидемиолошки, хидролошки, енергетски причини. Составот на цврстиот градски отпад варира во зависност од локацијата, времето и начинот на собирање.

Поголем дел од отпадот што човекот го исфрла во околината, има биолошко потекло, т.е. во својот состав има органски материи (хартија, остатоци од храна и др.), отпад може да се искористи како гориво за добивање на топлинска или електрична енергија.

Комуналниот отпад е директен производ на човековото живеење што се создава на отворени површини и претставува сложен хетероген материјал и тој може да биде:

- Ферментибилен – органски, со брз период на распаѓање, храна, животни и
- Инертен отпад – органски или неоргански, кој има долг период на распаѓање.

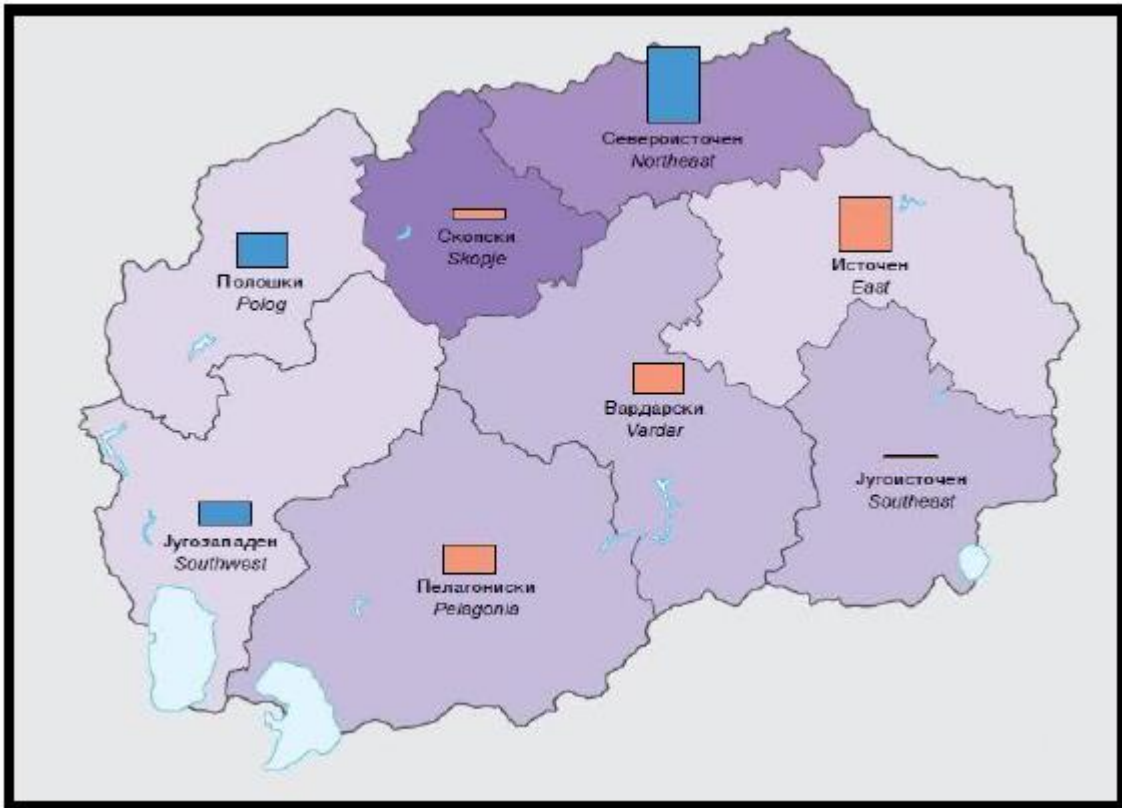
Со цел да се добијат релевантни податоци за количините и составот на цврстиот градски отпад, извршена е класификација на изворите; и тоа на:

- комунален отпад,
- комерцијален отпад,
- индустриски отпад,
- отпад од градба и рушење на објекти и
- клинички отпад.

Во зависност од местото на создавање на отпадот и неговите својства, истиот може да се класифицира во следните категории:

- комунален цврст отпад е отпад што се создава во секојдневниот живот, односно од станбените, дворните, деловните простори и површини (отпадоци од домаќинствата, отпадоци од храна, отпадоци од земјоделското производство, индустријата – хартиена, текстилна, дрвна, пластика, гума, метална и други отпадоци). Комуналниот отпад може да се класифицира на повеќе начини:

- Отпад од храна,
- Хартија,
- Стакло и керамика,
- Метал,
- Пластика,
- Гуми и кожа,
- Текстил,
- Камења и пепел,
- Градинарски отпад и слично.



Слика 10. Комунален цврст отпад - групирање по региони
 Figure 10. Municipal Solid Waste grouping regions

- технолошкиот (индустриски) отпад е отпад што настанува како резултат на производните процеси во рударството и индустријата и оној што настанува во рудниците, институциите, услужните дејности, а по количините, составот и својствата се разликува од комуналниот отпад.

- рударски отпад е цврст отпад што настанува како вишок при рударење, а со нив и отпадните руднички води, создадени во современите рударски работилишта.

- опасен отпад е отпад што содржи супстанции што имаат едно од овие својства како експлозивност, реактивност, запаливост, токсичност, инфективност, канцерогеност, мутагеност, тератогеност, екотоксичност и својства на испуштање на отровни гасови преку хемиска реакција или биолошко разложување.

- медицинскиот отпад е посебен вид отпад што се создава во медицински – здравствени установи (болници, поликлиники и амбуланти), научно –

истражувачки институции и развојни институции кој настанува како производ на употребени средства и материјали во лекувањето, истражувањето и контрола. А по количините и својствата се разликува од комуналниот отпад и со своите карактеристики е сличен со опасниот отпад и истиот бара посебен третман. Како таков мора да биде одвоен од комуналниот отпад, како при процесот на неговото настанување така и при процесот на неговиот транспорт.

Значајно е да се истакне дека опасниот отпад во земјоделството и сточарството е многу застапен и има негативно влијание врз животната средина. Всушност, на овој начин е присутен опасниот отпад кој е производ на употребата на средства за заштита на земјоделските култури, средства за заштита на животните во сточарството, како и инфективниот и опасен отпад преку мртви и заразни животни.

Од досегашната практика на депонирање на отпадот, посебно депонирањето во депониите во нашата земја, може да кажеме дека не се задоволуваат стандардите за една депонија. Како перспективи за преработка на комуналниот и опасниот отпад, пред да се депонира отпадот треба да се:

- Намалува создавање на отпад,
- Повторна употреба,
- Рециклирање,
- Искористување на енергија по пат на согорување,
- Отстранување и др.

Сево ова има за цел да го неутрализира и елиминира количеството на отпад што ќе се депонира, а со тоа опасниот отпад ќе може да се одвојува од комуналниот.

10. ИСКОРИСТУВАЊЕ НА ОТПАДОТ ВО ЕНЕРГЕТСКИ ЦЕЛИ

10.1 Основни методи и фактори во планирањето и спроведувањето

Повторното искористување на енергијата од отпадот се состои од неколку елементи како што се: собирање и транспорт, количината на отпадот, третманот, структурата, густината на населението. Ако кој било од овие елементи не функционира нема да може да се обезбеди управување. И затоа од голема важност е претходно да се изврши добро планирање.

Енергија може да се добие од органски фракции на отпадот, како и од биоразградливи така и не биоразградливите, преку две основни методи:

1. Термохемиска конверзија – претставува термичка декомпозиција на органската материја, а како резултат на тоа се добива топлинска енергија или гориво, гасовито, течно или цврсто и
2. Биохемиска конверзија – овој процес се заснова на ензимска декомпозиција на органските материи со помош на микроорганизми, а како резултат на тоа се добива метан.

Процесите на термохемиската конверзија се погодни кога станува збор за третман на отпадот кој содржи висок удел на органски материи кои не се биоразградливи, а содржината на влага е релативно ниска. Најзначајни постапки се инсенерација и пиролиза/гасификација. Процесите на биохемиската конверзија од друга страна, се погодни за отпад кој содржи висок удел на органски биоразградливи материи и висока содржина на влага. Најзначајни биохемиски постапки се анаеробната дигестија, како и создавањето на депонискиот гас.

Главни параметри кои го одредуваат потенцијалот на повторно искористување на енергијата од отпад се:

1. Количината на отпад и
2. Физичките и хемиските карактеристики.

Производството на енергија зависи од применетата постапка за третман на отпадот. Важни карактеристики кои ја одредуваат применливоста за енергетски цели се:

1. Големината на состојките,
2. Густината и
3. Содржината на влага.

Помалата големина на состојките потпомага за побрза декомпозиција на отпадот. Големата густина на отпадот укажува на висок удел на биоразградливи органски материи и влага. Отпадот со мала густина од друга страна, по правило има висок удел на хартија, пластика и други материи кои се посуви, а со тоа и погодни за согорување. Високата содржина на влага предизвикува побрза декомпозиција на биоразградливите органски фракции во отпадот.

Важни параметри кои мора да се земаат во предвид при одредување на потенцијалот на искористување на отпадот во облик на енергија и поволностите на третман на отпадот преку биохемиски или термохимиски постапки вклучуваат:

1. Содржина на штетни и опасни соединенија;
2. Содржина на тешки метали;
3. Долна топлинска моќ;
4. Содржина на пепел;
5. Содржина на влага;
6. Форма, гранулација;
7. Содржина на лесно испарливи материи;
8. Удел на врзан јаглерод;
9. Односот C/N.

Табела 8. Оптимален опсег на важните параметри за техничка изводливост на повторно искористување во вид на енергија.

Table 8. Optimal range of important technical parameters feasibility of reuse in the form of energy

Метод на третман	Основен принцип	Важни карактеристики на отпадот	Оптимален опсег
Термохемиска конверзија: <ul style="list-style-type: none"> • Инсенерација • Пиролиза • Гасификација 	Разложување на материите со помош на топлина	Содржина на влага Органски/испарливи материји Врзан јаглерод Инертни материји Топлинска вредност (нето- топлинска вредност)	<45% >40% <15% <35% >1200 kcal/kg
Биохемиска конверзија: <ol style="list-style-type: none"> 1. Анаеробна дигестија 2. Создавање на депониски гас 	Разложување на органските материји по пат на микоробиолошка активност	Содржина на влага Органски/испарливи материји Однос C/N	>50% >40% 25-30

Извор: US EPA <http://www.epa.gov/>

*Прикажаните вредности се однесуваат на сепариран/обработен отпад и не е задолжително да се однесуваат на отпад после неговото пристигнување во постројката за третман.

Обично собраниот отпад не ги исполнува овие барања, но со дополнително негово сепарирање може да се доведе во поставените рамки. Исто така, по пат на мешање со отпадот со други карактеристики, може да се постигне корекција на параметрите. На пример, ако се работи за анаеробна дигестија, ако односот C/N е мал, може да се додаде отпад со висока содржина на јаглерод, а доколку

овој однос е висок, може да се додаде отпад со висока содржина на азот (канализациски отпад, отпад од кланици и сл.).

Обврската за планирање на шемите за собирање на отпадот и потребата од големи инсталации за обнова и отстранување произлегува од одговорноста на надлежните власти за планирање на одлагање на отпадот.

Во минатото, ЕУ не посочуваше никакви цели кои се однесуваа на општински комунален отпад. Одделно собирање на отпадот главно се поврзуваше со следење на поважни патеки на некои производи како што се: амбалажа, дотраени возила, електричен и електронски отпад.

Новата директива WFD 2008/98/EC поставува посебни цели за повторна употреба и рециклирање на отпадните материјали како што се: хартија, металот, пластиката и стаклото од домаќинствата, а по можност и од друго потекло под услов овие патеки на отпадот да се слични со оној од домаќинствата. Целите се засноваат врз доброто искуство во собирањето на овие отпади и можноста за нивно рециклирање, при што на овој начин ќе се постигне заштеда и зачувување на природните ресурси.

Дефинирани се дури четири видови отпад, при што секоја држава може да си донесе одлука за тоа како овие отпади ќе бидат собирани, и тоа: одредување локација за собирање со четири контејнери во близина на скоро секоја куќа, а другата работа е поставување на специјални "дворови за отпад" во кои отпадот мора да биде донесен. Шемите можат да варираат не само на државно туку и на регионално ниво во рамките на една држава.

<http://www.bef->

[de.org/fileadmin/files/Publications/Waste/eu_waste_management_mk.pdf](http://www.bef-de.org/fileadmin/files/Publications/Waste/eu_waste_management_mk.pdf)

10.2 Собирање и транспортирање на комуналниот отпад

Собирањето на комуналниот отпад има директно влијание во зачувувањето на урбаната животна средина од аспект на еколошко и санитарно значење. Постојаното зголемување на вкупните количества на отпадни материји што ги произведуваат индустријата и населението бараат суштински промени во традиционалниот модел на управување со отпадот. Собирањето е еден од првите чекори за управување со системот за цврст отпад, па затоа неговото

правилно планирање и имплементација може да послужат како основа за управувањето со системот за отпад. Точните податоци за карактеристиките на комуналниот отпад не само што ќе го поттикнат функционирањето на собирање туку и ќе се подобрат и програмите за рециклирање и можно намалување на создадениот отпад, како и негово понатамошно управување. И како крајна цел би било негово искористување за добивање на топлинска енергија.

10.2.1 Видови и бројот на садовите за отпад

Во следното потпоглавје се земени податоци од неколку урбани подрачја за видовите и бројот на садовите за собирање на отпадот како мошне важна општинска улога, со цел да се има еден поширок преглед за повеќе населени места низ територијата на Македонија.

Во Општина Кавадарци собирањето на комуналниот отпад го врши Јавното комунално претпријатие „Комуналец“. Собирањето се врши во специјални садови; и тоа:

- 380 контејнери од 1,1 м³ кои се поставени низ градот и
- 70 контејнери од 5 м³ кои се поставени низ градот и индустриската зона околу градот.

Со износот на смет се опслужуваат околу 9500 домаќинства и 250 фирми како и сите други комерцијални објекти во градот. Што се однесува до депонијата „Мелци“ континуирано се депонира околу 130 м³ отпад дневно и редовно се затрупува во земја, додека на годишно ниво се депонира околу 50.000 м³ цврст комунален отпад и околу 20.000 земја и градежен отпад.

Во склоп на претпријатието во функција за износ на смет се и 7 автоурбарки, 2 самоподигачи (за контејнери од 5 м³), 2 трактора (за чистење на диви депонии и околу контејнери), 1 булдужер (за туркање на сметот на депонијата „Мелци“).

Извор: ЈП „Комуналец“ – Кавадарци.

Во Општина Штип на годишно ниво се генерираат околу 13.000 t отпад. При управувањето со комуналниот отпад секако значајно место зазема собирањето, транспортот и депонирањето на истиот до градската депонија „Трештена

Скала”. Собирањето на комуналниот и индустрискиот отпад се врши во специјални садови; и тоа:

- 250 контејнери со зафатнина од 1,1 м3, распоредени во централното градско подрачје,
- 70 контејнери со зафатнина од 5 м3, распоредени на територијата на Штип и во индустриската зона и
- канти за отпад од 80 л распоредени по домаќинствата.

Собирањето и транспортирањето на комуналниот отпад од физичките лица/домаќинства во урбаниот дел на подрачјето на Град Скопје се врши од садови за негово времено одлагање – контејнери од 1.100 литри и пластични канти од 120 литри, а во руралните средини од канти од 120 литри.

На подрачјето на Градот поставен е следниот број на садови за времено сместување на комуналниот отпад:

1. Контејнери од 1.100 литри поставени во урбани средини 4173, поставени во рурални средини 18,
2. Пластични канти од 120 литри/собирни места индивидуални домаќинства од 120 литри во урбани средини 63074, индивидуални домаќинства од 120 литри во рурални средини 15371.

За функционално собирање и транспортирање на комуналниот отпад, подрачјето на Градот опфатено со Генералниот урбанистички план е поделено на 71 Блок; и тоа :

- 26 блока со контејнери од 1.100 литри и
- 45 блока со пластични канти од 120 литри.

Микролокациите на садовите за времено одлагање на комуналниот отпад поставени на јавнопрометните површини ги определува надлежен градски орган, во согласност со сообраќајно-технички и урбанистичките услови, нормативните критериуми и друга регулатива.

Врз основа на развојните проекти и воведување на нови технологии за управување со отпад, ЈП „Комунална хигиена“ во соработка со Градот Скопје и Општините Центар и Чаир од месец јуни 2013 година започна со собирање на комунален и селектиран отпад од 50 (педесет) подземни контејнери со зафатнина од 3.000 литри од кои 31 контејнер за комунален отпад и 19 контејнери за селектиран отпад (ПЕТ амбалажа).

На подрачјето на Општина Центар на 17 микролокации поставени се 46 подземни контејнери со зафатнина од 3.000 литри од кои 29 контејнери за комунален отпад и 17 контејнери за селектиран отпад (ПЕТ амбалажа).

На подрачјето на Општина Чаир на 2 (две) микролокации поставени се 4 подземни контејнери со зафатнина од 3.000 литри од кои 2 (два) за комунален отпад и 2 (два) за селектиран отпад (ПЕТ амбалажа).

Динамиката на собирање на комуналниот отпад од подземните контејнери изнесува 6 (шест) пати неделно, додека пак собирањето на селектираниот отпад изнесува еднаш неделно, односно во зависност од потребата.

Извор: <http://www.khigiena.com.mk/Default.asp>



Слика 11. Подземни контејнери поставени на територијата на Град Скопје
Figure 11. Underground containers placed on the territory of Skopje

И покрај тоа што голем дел од територијата на урбаните подрачја во Македонија локациски се покриени со контејнери, сепак депонирањето на отпадот во самите контејнери во поголем дел е несоодветно и неправилно. Од сликите подолу кои се направени на територијата на град Кавадарци, може да се види како дел од контејнерите се запалени и се голема опасност по здравјето на луѓето и животната средина. Сепак, ова ,за жал, се случува во повеќе населени места.



Слика 12. Запален контејнер (фото: Ресавски, 2014)

Figure 12. Burned container (Photo: Resavski, 2014)



Слика 13. Неправилно депонирање на отпад (фото: Ресавски, 2014)

Figure 13. Improper disposal of waste (photo: Resavski, 2014)

Во продолжение ќе направам споредба за тоа како дел од развиените европските земји, во конкретниот случај Данска има поставено современ тип на контејнер и се справува со собирање и депонирањето на отпадот. Подолу во сликата може да видиме контејнер поставен во урбано подрачје кое наликува на куќа, и истиот се состои од шест отвори за депонирање на отпадот, од кој три отвори се наменети за органски отпад од домаќинствата, додека останатите три се наменети за пластика, картонски кутии и хартија (весници, списанија).



Слика 14. Контејнери за депонирање на отпад (Оденсе, Данска) (фото: Ресавски, 2014)

Figure 14. Containers for waste disposal (Odense, Denmark) (photo: Resavski, 2014)

10.2.2 Количество на отпад

Големото количество на отпад што се создава е во голема мера последица на однесувањето и на изборот на неинформираните потрошувачи. Постои ограничено знаење за тоа што значи санитарна депонија проектирана и управувана според современите стандарди, а луѓето се навикнати и го прифаќаат дивото отстранување на отпадот. Исто така, има недостаток на разбирање на важноста на плаќањето за услугите на собирање и отстранување на отпадот; висок процент од населението не го плаќа надоместокот за собирање и отстранување на отпадот. Општото ниво на свест за животната средина во Македонија е ниско и информираноста за еколошките проблеми е недоволна. Всушност, луѓето не се свесни за проблемите со отпадот и за негативните ефекти врз нивното здравје и врз животната средина и природата. Отсуствува национална стратегија за информирање заради подигање на свеста на јавноста за проблемите со отпадот. Но, со недоволен институционален капацитет не може да се унапреди јавната свест и едукацијата на јавноста. Јавните комунални претпријатија страдаат од недостаток на финансиски средства и од застарена опрема за собирање на отпадот и со ретки исклучоци не посветуваат внимание на развивањето свест и на едукацијата на јавноста.

Покрај ниската јавна свест и ниската свест кај други создавачи на отпад, ставовите на јавноста може да се манифестираат преку силното спротивставување кон неопходните промени во постојната практика на управување со отпадот. Овие јавни ставови се базираат на стравот и загаженоста на граѓаните, а генерално не за дополнителните трошоци што треба да се плаќаат за правилно собирање и депонирање на отпадот. Една од важните причини за противењето е недоволната информираност и пристапот на јавноста до информациите за комуналниот отпад, медицинскиот отпад, опасниот отпад и другите видови на отпад што ги произведуваат производниот/услужниот/земјоделскиот сектор, за нивните ризици за здравјето и за животната средина и за опциите за управување со истите.

Во Македонија, има ограничени обиди за изработка на сеопфатна програма и инструменти за градење на свеста на граѓаните за проблемот со отпадот. Во суштина, сите иницијативи потекнуваат од невладините организации, со ретки

исклучоци кога општините развиваат долгорочни стратегии за едукација за животната средина за своите заедници, вклучувајќи едукација за отпадот.

10.2.3 Густина на населението

Урбаните средини имаат особено значење за потребата од собирање и дислоцирање на комуналниот отпад. Во руралните средини постои релативно голема удобност во намена и пренамена на просторот. Во урбаните средини работите стојат сосема поинаку. Таму намената на просторот е стриктно одредена со облигациски правила и прописи, а пренамената е оптоварено со бројни формално-правни, административни, финансиски и други комунални проблеми.

Ваквата состојба со намената на просторот во урбаните средини адекватно се одразува и на просторот наменет за собирање и натамошно постапување со комуналниот отпад. Овој простор, впрочем како и секој друг, мора однапред да биде прецизно одреден и уреден, така што максимално ќе ги задоволува условите за ефикасно и прописно собирање на комуналниот отпад. Според можностите и специфичностите на локацијата наменета за собирање на комунален отпад зависи начинот на собирање и начинот на транспортирање.

Големо значење има и густината на населеноста на одредена урбана средина. Во руралните средини, по правило густината на населеноста е релативно слаба. Во урбаните средини состојбата редовно е поинаква, населеноста е погуста. Би можеле да констатираме дека густината на населеноста и потребата од собирање и транспортирање на комуналниот отпад стојат во прав пропорционален однос. Колку густината на населеноста е поголема, толку е поголема и потребата од собирање и транспортирање на комуналниот отпад.

Ако во некоја поретко населена средина се случи некаков ексцес во собирањето или во транспортот на комуналниот отпад, толеранцијата во поглед на брзината на неговото санирање ќе биде поголема отколку ако тоа се случи во некој град каде густината на населеноста е голема. Во густо населените урбани средини, зависно од карактерот и размерите на ексцесот, брзината во санирањето на неговите последици може да има егзистенцијално значење.

Затоа во урбаните средини, по правило, организираноста за собирање и транспорт на комуналниот отпад е на високо ниво. Тоа во прв ред значи дека обезбеденоста со квалитетна опрема нужна за собирање и транспорт на комуналниот отпад и обезбеденоста со кадар едуциран и способен да ракува со таквата опрема се на високо ниво.

11. ИНФРАСТРУКТУРА И КАПАЦИТЕТИ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ОТПАДОТ

11.1 Капацитети за депонирање

Современите процеси на индустријализација и урбанизација, покрај позитивните елементи имаат и одредени негативности. Една од нив е значително зголемување на количеството на индустриски, комунален, медицински и друг вид на отпад, кој може да биде опасен за животната средина. Во развиените земји за да се намали потребната површина за одлагање отпад и да се спречува можната опасност врз животната средина, дел од отпадот се сортира, се преработува и добива употребна вредност. Но, за послабо развиените земји како што е Република Македонија, ваквата постапка е релативно скапа и во сегашните услови на општествено-економска транзиција тешко е изводлива. И затоа отпадот најчесто се одлага како несортиран во класични депонии. Депониите кои не се уредени според санитарните услови се потенцијална опасност по здравјето на луѓето кои предизвикуват разни заболувања и ја загрозуваат животна средина. Во согласност со законската регулатива за приближување и за влез на државата во Европската Унија, се наметнува потребата од што побрзо решавање на проблемот со депониите и нивно функционирање според светските стандарди.

11.2 Состојбата на депониите во Република Македонија

Во Република Македонија, најголемиот дел од депониите не се соодветно лоцирани и санитарно уредени на начин што ќе обезбеди целосна заштита од загадувањето на воздухот, водата и почвата. Во структурата на отпадоците во овие депонии доминира пепел и градежен отпад (25%), хартија (24%), пластика (11%), прехранбени отпадоци подложни на ферментација (20%) и др. Според Студијата за управување со отпад во југозападна Македонија, изработена од ERM Lahmaeyer International GmbH (2002-2004), во урбаните средини се создава околу 0,7 kg, а во руралните средини околу 0,5 kg дневно комунален отпад по жител. Тоа значи дека во целата држава, годишно се создава околу 470000 тони

комунален отпад, од кој 322000 тони во урбаните, а 148000 тони во руралните средини.

Загрижувачки е што во последно време, сè повеќе лица (претежно од ромска националност), поради големата сиромаштија, собираат различни предмети за себе или за продажба на други лица. Така тие се доведуваат во опасност од директна контаминација со токсични материи и со заразни микроорганизми. Забележана е дури и појава на изградба на живеалишта покрај депониите, што често резултира со појава на одредени болести.

На територијата на нашата држава, регистрирани се вкупно 25 официјални, привремени депонии. Од сите нив, единствено новата депонија на градот Скопје ги задоволува санитарно-техничките стандарди.

Од табелата 9 се гледа дека депониите се на релативно мала оддалеченост од градските центри (5-10 km), со долг век на експлоатација и значителна искористеност. Дури десет депонии имаат одложено вкупен отпад од преку 500000 m³, што претставува оптеретување за околната средина. Поради сето тоа, за дел од нив веќе се бараат решенија за проширување, затворање и прелокација.

..

Табела 9. Преглед на општински депонии

Table 9. Overview of municipal landfills

Урбана средина	Растојание од град (km)	Количина (m ³ /ден)	Време на управување год.	Искористеност во (%)	Вкупно отпад во m ³
Скопје	15	1500	5	10	-
Охрид	25	335	15	70-80	1005000
Тетово	3	330	6	100	396000
Куманово	9	300	30	70	1800000
Кочани	6	290	27	мала	1566000
Битола	17	250	12	30	1500000
Велес	6	228	19	30	866400
Штип	5	210	20	50	840000
Гостивар	4	175	25	90	875000
Гевгелија	5	160	25	65	800000
Неготино	6	150	10	-	300000
Прилеп	13	120	23	100	552000
Кавадарци	4	110	15	мала	330000
Струга	5	100	20	-	400000
Виница	2	76	20	100	304000
Струмица	15	65	15	90	195000
Ресен	35	3	30	100	210000
Пропиштип	3	34	13	10	88400
Крушево	0,5	28	20	-	112000
Стар Дојран	12	25	10	100	50000
Богданци	3	20	13	80	52000
Кратово	11	16	21	делумно	67200
Мак. Брод	4	16	6	делумно	19200
Валандово	5	12	22	-	52800
Демир Хисар	20	11	2	мала	4400

Голем број од спомнатите депонии се лоцирани на водопрпусни седиментни или карбонатни терени и се директна опасност за изворите што се користат за водоснабдување. Такви се на пример: депонијата на Струга, која лежи на карбонатен терен, потоа депонијата на Гостивар над р. Сушица, депонијата на Дебар близу Дебарското Езеро и др. Голема опасност за Охридското Езеро претставуваат депониите во неговото сливно подрачје. Така, главната депонија на градот Охрид, се наоѓа околу 20 [km] североисточно од градот и е поставена на водонепропусен терен изграден од филитични шкрилци. Сепак, поради наклонетоста на теренот кон водотекот Коселска Река, очигледно е дека при појава на врнежи, филтратот од депонијата гравитациски се слива кон реката, а преку неа кон Охридското Езеро.

Депонијата пак, на градот Струга е уште полошо санитарно-технички изведена и се наоѓа на карбонатен терен во зоната на хранење на карсниот вруток Шум, со капацитет од околу 1000 [l/sek]. Прашање на време е кога во изворската вода ќе се појават патогени микроорганизми. Освен наведените депонии, во крајбрежниот појас покрај хотелските објекти и селските населби, во текот на летната сезона се создаваат уште десетина диви депонии, и тоа на само 50 [m]-100 [m] од езерото. Истите не само што го деградираат природниот пејсаж туку претставуваат закана за животната средина и за здравјето на луѓето. Некои депонии се поставени на изразито ветровити локации, при што се разнесува полесниот отпад, чадот и пепелта во блиската или подалечна околина, често врз околните населби или врз обработливото земјиште. Такви се депониите на градот Кочани, Велес, Куманово, Прилеп и др. Поради ветровитоста обично по околниот простор се разнесени хартиени и пластични предмети, со што се нарушува природниот амбиент.

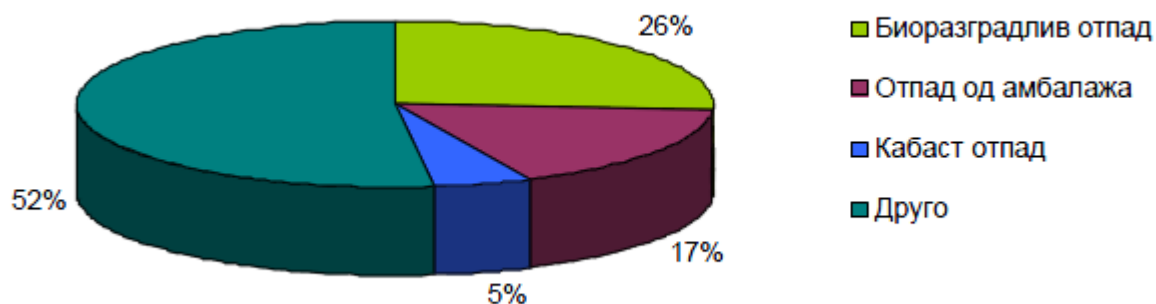
Подолу во Слика 11 може да се види како општинската депонија во Кавадарци поради близината, несоодветната локација, како и изразитиот ветровит терен го загадува градот, пред сè, луѓето и директно се одразува врз животната средина. А, тоа се должи од неправилното согорување на отпадот.



Слика 15. Поглед на депонија „Мелци” од Кавадарци (фото: Ресавски, 2013)
Figure 15. View of the landfill, Melzi " Kavadarci (photo: Resavski, 2013)

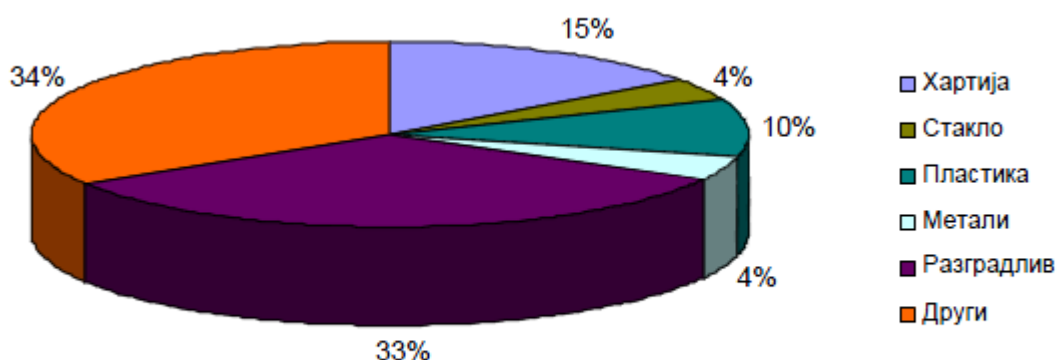
Покрај наведените дваесет и пет депонии, во помалите градови и села се создадени диви депонии, каде комуналниот отпад се фрла неконтролирано во околината и тоа обично во блиските суводолици, потоци и реки. Забележано е дека овие диви депонии, особено во руралните средини се јавуваат како причина на заразни заболувања. Тоа обично се случува преку директен контакт на децата со загадениот материјал во депонијата или преку инфилтрација на патогените организми во селските чешми и извори. Според одредени процени, во Република Македонија постојат околу 200-300 диви депонии со поголемо количество на отпад. Всушност, речиси секоја населба со повеќе од 50-100 жители располага со таква депонија. Овде треба да се напомене дека отпадоците од здравствените установи се одлагаат на градските депонии без почетна селекција во местото на настанување (здравствени установи) и без соодветен третман, со голем епидемиолошки ризик. Се проценува дека во државата годишно настанува околу 8000-10000 тони отпад од здравствени установи, од кое околу 12 [%]–15 [%] е потенцијално инфективен или токсичен. Голем број на здравствени установи неселектираниот отпад времено го

складираат во контејнерите на градското комунално претпријатие или во сопствениот круг или заедно со отпадот од соседните станбени згради. На самите депонии нема утврдени микролокации за отпадот од здравствените установи. Сето тоа создава можност за појава на заразни болести, па дури и епидемии.



Слика 16. Состав на отпадот општо во Македонија

Figure 16. Composition of general waste in Macedonia



Слика 17. Состав на отпадот од домаќинствата општо во Македонија

Figure 17. Composition of general household waste in Macedonia

Извор: Компаративна студија за управување со цврст отпад (ЦО)
Македонија и Шведска

11.3 Термички карактеристики на отпадот

Параметар со кој се одредува способноста на комуналниот отпад за термичко третирање е неговата топлинска моќ. Вредноста на топлинската моќ на комуналниот отпад зависи од неговиот состав на согорливи и несогорливи компоненти. Наједноставен начин за прикажување на влијанието на составот врз топлинската моќ на цврстиот комунален отпад е преку искажување на застапеноста на согорливи компоненти, влагата и пепелот.

Со одредување на хемискиот состав на органскиот дел од комуналниот отпад како гориво, може да се определи и неговата топлинска моќ. При техничка анализа на цврстиот комунален отпад се одредуваат испарливите и неиспарливите материји, односно испарливата горивна маса ($H, O + C_{isp}$), цврстата горивна маса (C_{fix}), нивната влажност ($[W]$) и цврстите несогорливи материји (A, S_{sul}). Хемискиот состав добиен со техничка анализа на вообичаен цврст комунален отпад даден е во табела 10.

Табела 10. Хемиски состав на цврст комунален отпад

Table 10. Chemical composition of solid waste

Елемент	Ознака	Содржина маса во %
Влага	W	26,04
Јаглерод	C	27,23
Водород	H	3,85
Кислород	O	21,49
Азот	N	0,28
Хлор	Cl	0,20
Сулфур	S	0,26
Пепел	A	20,63

За да се определи топлинската моќ на цврстиот комунален отпад треба да се знае за секоја компонента поединечно. Ако е познато процентуалното учество на органските компоненти во комуналниот отпад и нивната топлинска моќ, може да се определи просечната топлинска моќ на цврстиот комунален отпад.

Табела 11. Просечна топлинска моќ на цврст комунален отпад

Table 11. Average heating value of MSW

Органска материја	маса во (%)	Топлинска моќ (kJ/kg)	
		на компонента	на сметот
отпадоци од хартија	42,0	18600	7812
отпадоци од храна	12,0	5813	697
отпадоци од кожа	15,0	16275	2441
пластика, гума	1,5	34875	558
Текстил	0,6	16275	98
дрво	2,6	16275	390
Вкупно	73,6		11996

Табела 12. Топлинска моќ на некои видови на комунален отпад

Table 12. Thermal power of certain types of waste

Вид на отпадок	Просечна топлинска моќ (kJ/kg)
сув цврст талог од градски санитарни води	16300
сува маса од шталско ѓубре	17450
растителни отпадоци	11500-18600
мешан градски смет	11160
мешана хартија	15810
рото (новинарска хартија)	18480
брановиден картон	16370
стара пошта	14150
Весници	12200
мешани отпадоци од храна	5510
отпадни гуми	32085
лисја (50% влажност)	6255
лисја 10% влажност)	18560
трева 65% влажност)	6255

Зголемувањето на цената на фосилните горива, ќе има влијание на користењето на цврстиот комунален отпад како гориво за добивање на технолошка пареа и топлина или пак за производство на електрична енергија, со што ќе се намали и волуменот на цврстиот комунален отпад одложен на депонија.

Заради различните материји кои се наоѓаат во отпадот, неопходно е пред неговото користење отпадот да се збогати. Збогатувањето може да биде рачно или механички. Денес се користат следните постапки за збогатување на отпадот; и тоа:

- рачно сортирање,
- магнетско издвојување,
- издвојување со сито,
- гравитациско издвојување,
- сепарација под дејство на инерција и
- други методи.

Целокупниот енергетски потенцијал на цврстиот отпад не може да се искористи како гориво, заради примената на процесите за рециклирање и повторно користење на материјалите како суровина за добивање на готови производи. Некои од процесите кои денес се применуваат, со цел да се издвојат одделни компоненти од отпад, се релативно едноставни. Но, некои се многу сложени.

12. ОСНОВНИ ПОСТАПКИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА КОМУНАЛНИОТ ОТПАД ВО ЕНЕРГЕТСКИ ЦЕЛИ

На прво место треба да се направи секаков напор за да се намали генерирањето на отпадот, а после тоа да се оствари што поголем степен на рециклажа. Таму каде што е можно производство на енергија од комунален отпад треба да се избере коректна технологија и да се спроведе одговорна постапка за управување со истиот.

Комуналниот отпад се состои од органски и неоргански материјали. Со производство на енергија од отпадот може да се остварат неколку додатни добивки: вкупната количина на отпад може да се редуцира за 60-90 [%] во зависност од составот на отпадот и применетата технологија за третман. Се намалува потребната големина на површината за отпад, со добри технологии се намалува загадувањето на животната средина.

12.1 Расположливи технологии за енергетско користење на отпадот

Дефинирање на одредена технологија која е најпогодна за некој регион зависи од бројни фактори, вклучувајќи ги и локалните методи на собирање, обработка и одлагање на комуналниот цврст отпад, како и локалните прописи поврзани со животната средина. Постојат неколку достапни начини за искористување на отпадот во вид на енергија:

Инсинерација (запалување) – претставува процес на контролирано согорување на комуналниот цврст отпад и добивање на топлинска енергија.

Согорување – доаѓа до термохемиска конверзија со ослободување на хемиска енергија на горивото, топлинска енергија и се користи со ограничена содржина на влага и поголема топлинска моќ, која е најчесто кај цврстиот комунален отпад помеѓу 10 и 13 (MJ/kg).

Пиролиза – претставува постапка на термичка декомпозиција при која материјалот се загрева од надворешен извор на топлина без присуство на воздух, а како резултат се добива мешавина на цврсто, течно и гасовито гориво. Еден дел од добиеното гориво се користи како извор на топлинска енергија за пиролиза.

Гасификација - Постапката на термичка декомпозиција се одвива исто како и кај согорувањето само со коефициент на вишок на воздух над еден. Материјалот се конвертира во гас кој главно се состои од јагленмоноксид, водород и метан.

Плазма процес - Комуналниот цврст отпад се загрева на висока температура од 3000-10000 °C со помош на плазмин лак (plasma arc). Енергијата се ослободува со електрично празнење во инертна атмосфера. На овој начин органскиот отпад се конвертира во гас кој е богат со водород, а неорганскиот отпад во инертни стаклени остатоци (inert glass residue).

Анаеробна дигестија - претставува процес на микробиолошко разградување без присуство на воздух. Се преработува високо влажна органска материја. Со разградувањето се добива гас кој првенствено се состои од метан и јагленмоноксид.

Депониски гас - најголем дел на депонски гас се формира со бактериско разградување од бактериите кои се присутни во отпадот и земјиштето со кое се прекрива депонијата. За разлика од анаеробната дигестија овде микробиолошкото разградување не е контролирано, а делумно се врши и анаеробна дигестија. И овде исто се добива гас кој се состои од метан и јагленмоноксид.

12.2 Инсинерација (запалување)

Инсинерација е процес на контролирано согорување на отпадот, уништување или трансформација на отпадот во состојки кои се помалку опасни, помалку кабасти и состојки кои се полесни за контрола. Запалувањето

претставува процес кој може да се користи за третирање на различни видови на отпад вклучувајќи го и цврстиот отпад, комерцијалниот како и некои видови на индустриски отпад. Покрај депонирањето, запалувањето претставува најраспространета постапка за управување со цврстиот комунален отпад. Погодности при запалувањето се:

- Смалување на зафатнината и тежината на отпадот, посебно на кабастиот цврст отпад со горлива содржина,
- Деструкција и детоксификација на одредени типови на отпад, правејќи ги попогодни за конечно одлагање: запалливи канцерогени материјали, патолошки контаминирани материјали, токсични органски соединенија, биолошки активни материјали кои можат да влијаат на работата на постројките за третирање на канализациони води,
- Деструкција на органските компоненти од биоразградливиот отпад кои после депонирањето генерираат депониски гас и
- Замена на фосилните горива.

Недостатоци на запаливите технологии главно се однесуваат на штетната емисија на продуктите на процесот, загадување на воздухот. Во продуктите на запалувањето се наоѓаат диоксини и тешки метали, кои доколку не се отстранат имаат негативно влијание врз животната средина. Затоа во многу земји се одобрува изградба и користење само на оние постројки кои ги исполнуваат вредностите во пропишани дозволени гранични вредности. Дефинирани се ограничувања и постапки за отстранување на следните материи:

- цврсти честички од продуктите на согорувањето, летечка пепел,
- тешки метали, како што е живата, кадмиум, олово, арсен, цинк, хром, бакар, никел и др. во продуктите на согорувањето и пепелта,
- кисели и корозивни гасови како хлороводород, флуороводород, сулфурдиоксид и оксиди на азотот,
- продукти на некомплетно согорување како јагленмоноксид, диоксани, фурани и полициклични ароматични јаглеводороди,
- контаминирани отпадни води и

- контаминирана пепел.

Останати прашања и проблеми кои се однесуваат на користење на инсинерацијата како постапка за третирање на отпадот се: големи вложувања со реперкусији на економските показатели, нефлексибилност во изборот на одлагање на отпадот, инсинераторот се проектира на основа на топлинската моќ на отпадот, но со отстранување на хартијата и пластиката истата се намалува, па се менуваат и параметрите на инсинераторот. Продуктите од инсинерацијата се мислат за опасни отпади, па неопходно е нивно правилно одлагање. Основни услови за потполна инсинерација се следните:

- доволно количество на вишок на воздух,
- оптимално мешање на отпадот за воспоставување на идеален контакт со оксидансот,
- високи температури на инсинерација (над 900°C),
- време за потполно одвивање на оксидативните процеси (најмалку две секунди).

За да се спречи создавањето на диоксини и фурани (едни од најопасните загадувачи на атмосферата), неопходно е органскиот материјал што согорува за помалку од две секунди да се загрее над 1200°C. Поради сложеноста на меѓусебната корелација на овие параметри и големата хетерогеност на составот на цврст комунален отпад (ЦКО), основна задача е да се најде оптимумот на сите фактори за потполна инсинерација и минимална продукција на гасни и цврсти ефлуенти.

Подолу во сликата е прикажана шемата на една постројка за инсинерација за цврст комунален отпад и натамошно искористување на енергија. Прв елемент во системот за инсинерација е секцијата за подготовка на отпадот. Под подготовка на отпад се подразбира сепарирање, ситнење, сеење или пресување на отпадот.



Слика 17. Шематски приказ во еден систем за инсинерација
 Figure 17. Schematic representation in a system for incineration

Најчесто користени инсинератори се: коморни печки со решетки, ротациони печки и печки со флуидизиран слој. Во поново време за инсинерација на опасен отпад се користат плазмени ректори, инфрацрвени системи, електрични ректори, инсинерација во растопени соли или во растопено стакло за искористување на топлинската енергија од процесот на инсинерација.

12.2.1 “Waterwall” технологија на инсинерација

Оваа технологија се базира на инсинерација на цврст комунален отпад директно во ложата, без каква било претходна подготовка. Основен производ кој се добива е пареа. Поради редуцирање на големината на отпадот во некои постројки пред согорувањето се користи ситнење на отпадот. Ваквата практика го олеснува и повторното искористување на материјалот. Ова ги зголемува инвестиционите трошоци на опремата и работата на постројката. Повторното користење на материјалот претставува опција со чија помош се постигнува побрз поврат на инвестицијата. Со сортирање на цврстиот комунален отпад може да се намали или елиминира потребата за ситнење.

Waterwall инсинерација не е нова технологија. Таа датира уште пред почетокот на Втората светска војна во Европа. Денес, проектантите во Европа го фаворизираат концептот од неколку мали модуларни печки кои работаат паралелно. Во САД практика е да се користат поголеми постројки, а не модуларни единици.

12.3 Систем за искористување на гориво добиено од отпад

Горивото добиено од отпадот е резултат на преработката на цврстиот отпад поради одделување на согорливите фракции од несогорливите фракции што во цврстиот комунален отпад се стакло, метал и шљахта. Горивото кое е добиено од отпадот се состои од хартија, пластика, дрво, куњски и дворен отпад и има поголема топлинска моќ од непреработениот отпад што во повеќе случаи се движи од 12 до 13 [MJ/kg].

Топлинската моќ варира во зависност од локалните програми за рециклирање на хартија и пластика. Како и цврстиот комунален отпад, горивото добиено од отпадот може да се согорува поради производство на топлинска и електрична енергија.

Преработката на горивото добиено од отпадот често се комбинира со процесите на повторно искористување на металот, стаклото и другите рециклирачки материји во постројка за поврат на ресурсот, со што се забрзува времето на повратник на инвестицијата. Денес, согорувањето на горивото добиено од отпадот не е толку вообичаено како согорувањето на цврстиот комунален отпад (без претходно согорување или обработка).

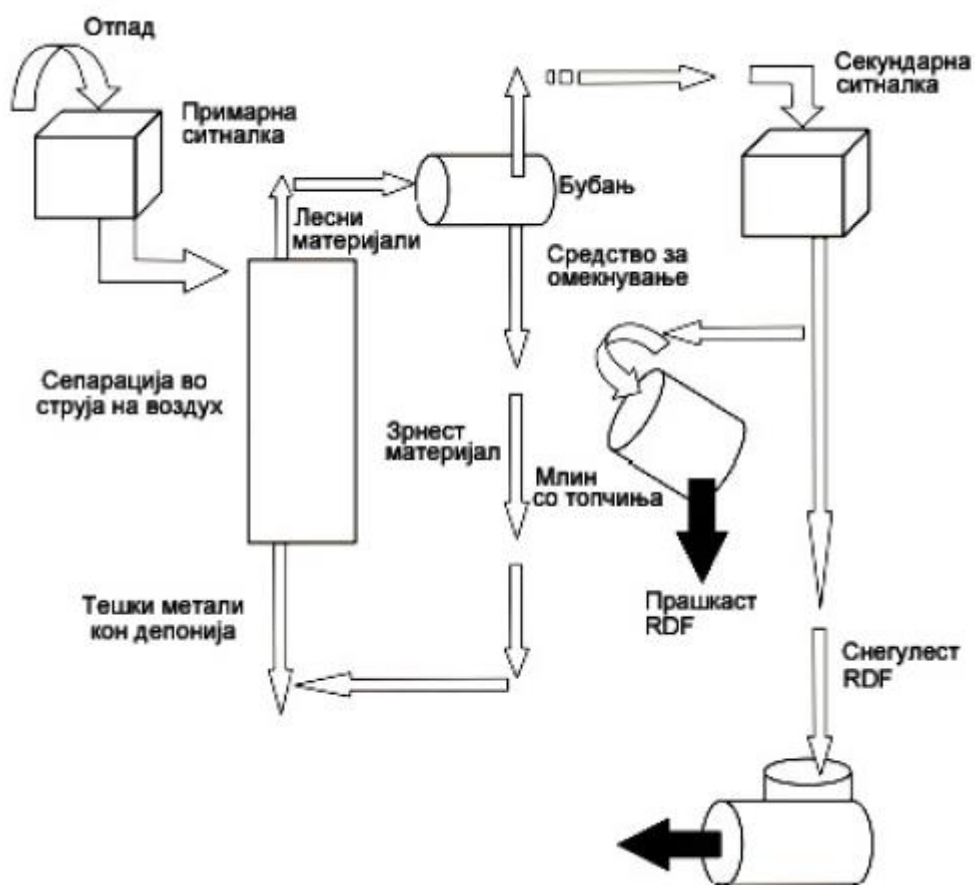
Постојат два типа на гориво добиено од отпадот: c-RDF (Refuse Derived Fuel) и брикети d-RDF. RDF се произведува со преработка на отпадот или набивање, после првото механичко отстранување на несогорливите материјали, како што се стаклото и металот.

Постојат многу варијации на овој процес. Друга шема на таканаречениот сув процес. Прво се врши ситнење на отпадот, а после материјалите се носат во воздушен таложник со чија помош се одделуваат лесните органски материји од металот и останатите тешки органски и неоргански материји. Лесниот материјал

после тоа се транспортира со помош на решетка или мрежа која го отстранува финиот абразивен песок, стаклото и крупниот песок.

Тешките материјали од таложникот или мрежата се преместуваат во магнетен сепаратор со чија помош се врши поврат на црните метали. Некои фабрики се обидуваат да издвојуваат алуминиум, стакло и мешани обоени метали поради повторна употреба. На слика 15 прикажано е како лесните органски материјали од мрежата се префрлуваат во секундарната ситналка која понатаму ја редуцира величината на цврстите честички од отпадот.

Меѓупроизводот кој се формира во оваа фаза се нарекува Fluff RDF (гориво добиено од отпад со мала густина) RDF со мала густина може да се палетира или брикетира така што на тој начин може да се добие цврсто гориво со голема густина кое е погодно за транспорт и складирање.



Слика 18. Шематски приказ на сув процес на производство на гориво од отпад
Figure 18. Schematic representation of the dry process production of fuel from waste

Како алтернатива, лесниот материјал може да се третира со средство за разложување и омекнување (embritlling agent), а после тоа да се ситни во мелница со топчиња. Со ова се добива материјал во облик на прашина или прашкаст RDF. Пречникот на цврстите честички обично е околу 0,15 [mm].

Друг процес, познат како влажна постапка, се одвива во машина што се нарекува хидропулпер. Хидропулперот во суштина претставува еден голем воден мелница. Во овој процес суровите отпадоци се дозираат во хидропулперот каде сечивата што ротираат со голема брзина го сечат отпадот во водена емулзија.

Големите парчиња се одделуваат додека преостанатата емулзија се пумпа во течен циклонски сепаратор кој ги одделува поситните тешки материји. Водата се исфрлува, а останува влажен RDF со содржина на влага од 20 до 50 [%]. Ваквиот материјал во зависност од влагата, може да се запали или да се користи заедно со јаглен за косогорување.

Влажниот процес има неколку предности во однос на сувиот процес. Прво, канализациониот кал што се генерира во постројките за третман на отпадните води), може да се меша со влажна каша, пред одводнувањето. Мешавината која се добива може да се согори. Второ, кај оваа постапка не постои ризик од експлозија од спонтано палење. Во сувиот процес, ситнењето е фаза каде во зависност од финоста на материјалот, можно е да дојде до самозапалување, а во услови на настанување на експлозивна смеса со воздух и до експлозија.

Трета предност на влажниот процес е во тоа што постои можност за повторно искористување на некои органски влакна. Иако квалитетот на влакната не е доволен за да се користи повторно во производство на рециклирани хартиени производи, можат да се користат, на пример, како основен материјал за плочи во градежништвото.

Недостаток на влажниот процес е во тоа што оперативните трошоци се поголеми во споредба со сувиот процес. Добиените производи се влажни, така што е неопходно да се исушат. Потребна е сушилница и вложување во енергија за сушење.

12.4 Пиролиза

Технологијата на пиролиза е облик на инсинерација при која на висока температура се одвива хемиска декомпозиција на органскиот материјал во отсуство на кислород. Пиролизата обично се одвива под притисок на температура од 430°C. Во практиката не е можно да се постигне целосно отстранување на кислородот, така доаѓа до оксидација и согорување на дел од материјалот. Во тек на пиролизата органските честички се трансформираат во гасови, мали количини на течност и цврсти остатоци кои содржат јаглерод и pepел. Гасовите кои се испуштаат, главно се третираат во секундарната единица за термичка оксидација. Исто така се користи опрема, како што се електростатски таложници, за отстранување на цврстите честички. Постојат неколку варијации на уредите за спроведување на пиролиза: ротациона печка, печка со ротациона основа и печка со флуидизирачки слој. Овие уреди се слични по конструкцијата како и инсинераторите, но постапката се одвива при многу мали количини на воздух.

Ротационата печка е обложена со огноотпорен материјал, поставена е под одреден агол, а ротациониот цилиндар има улога на грејна комора. Ротационите печки се најчесто опремени со горилник на комората за догорување, комора за брзо ладење и систем за контрола на загадувањето на воздухот. Ротационата печка има улога на комора за согорување која работи на температура од 980°C. Гасовите од инсинераторот мораат да се третираат со систем за контрола на загадувањето на воздухот поради отстранување на цврстите честички и неутрализација и отстранување на киселите гасови (HCl, NOx и SOx). Куќиштата на вреќастите филтери, вентури скрубери и електростатски таложници со влажна постапка ги отстрануваат цврстите честички, додека скрубери со збиен слој (rocket bed spray и driers) ги отстрануваат киселите гасови.

Проточен/циркулационен флуидизирачки слој (CFB) користи воздух со голема брзина за суспендирање на отпадните честички во топлотнио чвор (heating loop) и работи на температура од 430°C. CFB користи воздух со голема брзина за суспендирање на отпадните честички во склоп на затворениот циклус на согорување со работна температура од 870°C. Експериментална постројка, инфрацрвена, користи електроотпорни елементи или индиректно запалени радијантни У цевки за загревање на материјалот кој поминува низ комората на

подвижна лента. Работната температура е до 870°C. Отпадот се дозира во примарната комора и се изложува на инфрацрвено зрачење (температура до 1010°C) што се обезбедува со стапови од силициумкарбид над подвижната лента. Воздухот под притисок се фрла со дувалки на одбрани локации во должина на лентата заради контрола на оксидацијата на дозираниот отпад.

Главна примена на процесот на пиролиза се за третирање и деструкција на полуиспарливите органски компоненти, горива и пестициди во земјиштето. Процесот може да се користи за третирање на органските компоненти во отпадот од рафинерии, јаглен и катран, земјиште што е загадено со креозоти, јаглеводороди, испарливи органски соединенија . Можноста на пиролиза се ограничени кога е во прашање третирање на опасен отпад кој содржи РСВ, диоксини и останати органски загадувачки материји.



Слика 19. Шематски приказ на процес на пиролиза

Figure 19. Schematic representation of a pyrolysis process

Пиролизата е перспективна технологија во третирањето на органските загадувачи во земјиштето и во маслената/нафтената кал. Хемиски загадувачи за кои постојат податоци се РСВ, диоксин, РАН-ови и многу други органски загадувачки материји. Пиролизата не е ефикасна во уништувањето или физичкото одвојување на неорганските хемикалии од загадените медиуми. Испарливите метали можат да се отстранат како резултат на големите

температури поврзани со процесот. Сепак, не доаѓа до нивно неутрализирање. Основниот принцип на процесот на пиролиза е прикажан на слика 16. Технологијата е поекономична кога се во прашање помали ефекти, како што е третирањето на некои видови загадени земјишта. Меѓутоа, кога е во прашање примената за комунален отпад, а во некои случаи и индустриски отпад, трошоците за примена на оваа технологија се повисоки.

12.5 Плазма процес

Инсинерацијата на комуналниот отпад ја смалува зафатнината на отпадот за околу 90 %. Сепак, постои и додатен отпад кој настанува со пречистувањето на димните гасови кои се контаминирани и бараат третман. Ова вклучува додавање на вар, како и активен јаглен за апсорпција на диоксинот, а исто така треба да се собира и летачката пепел. Околу 30 % од инвестиционите трошоци кај конвенционалните постројки за запалување се однесуваат на системот за пречистување на димните гасови. Остатоците од третманот на гасовите се сметаат за опасен отпад. Развиени се алтернативни системи на третман, како што е плазма процесот (енергија која е ослободена со електрично празнење во инертна атмосфера). Со овој процес температурата на отпадот достигнува 3000 до 10000 °C, претворајќи го органскиот материјал во гас богат со водород и инертен аморфен остаток. Гасот е погоден за добивање на електрична енергија. Ваквиот систем е исклучително скап и сè уште малку се применува.

12.5.1. Плазма ARC (Плазма со лак)

Ова е нова технологија која со помош на термална декомпозиција на органскиот отпад произведува енергија. Основен дел на уредот е плазма реактор во кој се сместени еден или повеќе горилници за пиролиза со плазма со лак. Со електрично празнење во лакот се создаваат високи температури, од 5000 до 14000 °C. На вака високи температури молекулите на органските компоненти се разлагаат на атоми, а истовремено доаѓа до топење на неорганските материји. Отпадниот материјал директно се фрла во вакуум

резервоарот и се загрева, а после се префрлува во печка каде се одвива гасификација на испарливите супстанции. Гасот кој излегува после третирањето главно се состои од CO и H₂. Течноста која се произведува главно е метанол. Со оваа постапка во потполност се неутрализираат сите опасни материи, бидејќи во уредот нема ни воздух нема ни емисија на NO_x и SO_x.

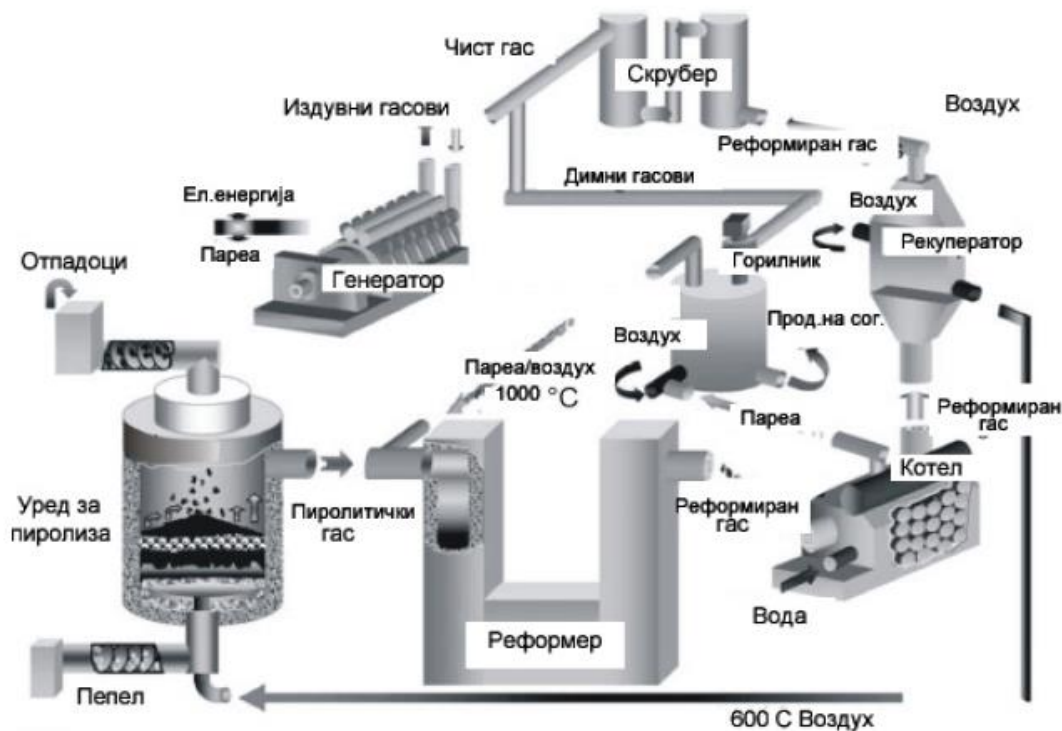
12.6 Системи *Star Meet*

Транспортот на отпадот до местото на депонирање бара сè поголеми трошоци. Исто така поради сè построгите регулативи кои се однесуваат на заштитата на животната средина, па и одлагањето на отпадот стануваат процеси кои бараат сè поголеми трошоци. Еден од поефикасните начини за искористување на цврстиот отпад е гасификацијата. Со неа се добива нискокалоричен гас кој може да се искористи за добивање на топлинска или електрична енергија. Постојат голем број на примери на производство на гас од отпад како и негова примена како гориво. Гасификацијата може да се спроведе во релативно едноставни постројки, со мал капацитет. Во практиката познат под името STAR MEET. Предност е дека постројката за гасификација може да се лоцира во близина на местото каде се создава отпадот, со што се постигнува позитивен економски ефект, а намалено е негативното влијание на животната средина.

На слика 17 прикажана е типична постројка од ваков тип. Цврстиот отпад се доведува до уредот за пиролиза со фиксиран слој со помош на уред за континуирано дозирање. Топлинската енергија за пиролиза на ова гориво се добива со согорување на остатоците на дното на постројката за пиролиза.

Остатоците во облик на вжарена пепел се извлекуваат од долниот дел на постројката. Гасот содржи водород, јаглеродмоноксид, метан, азот, јаглерод диоксид, кислород, лесни и несогорени јаглеводороди-катран. Во реформаторот катранот се одвојува со помош на прегреана пареа и се загрева на преку 800 °C. Доаѓа до претворање на несогорените јаглеводороди во јагленмоноксид и водород. Не се додаваат катализатори, затоа што може да дојде до создавање на несакани соединенија со киселините кои се наоѓаат во гасот. Како резултат на

тоа се добива гас со ниска топлинска моќ заради високата содржина на азот со околу 4 [MJ/Nm³].



Слика 20. Шематски приказ на постројка STAR MEET
 Figure 20. Schematic plant STAR MEET

Производството на прегреана пара во котелот и загревањето на мешавината на пара и воздух се остварува со користење на дел од гасот како гориво. Нечистотиите од реформираниот гас како што се хлороводород, водородсулфид и други, се отстрануваат во пречистувачот-скрубберот со влажна постапка, со вреќест филтер или уред за апсорпција на нечистотиите.

Летечката пепел се враќа назад во уредот за пиролиза, додека кондензираната вода која е добиена од влагата на цврстиот отпад и од пареата што се доведува за реформирање, се третира и потоа се испушта. На крајот пречистениот гас се компримира и се користи како гориво за гасни мотори.

12.7 Анаеробна дигестија

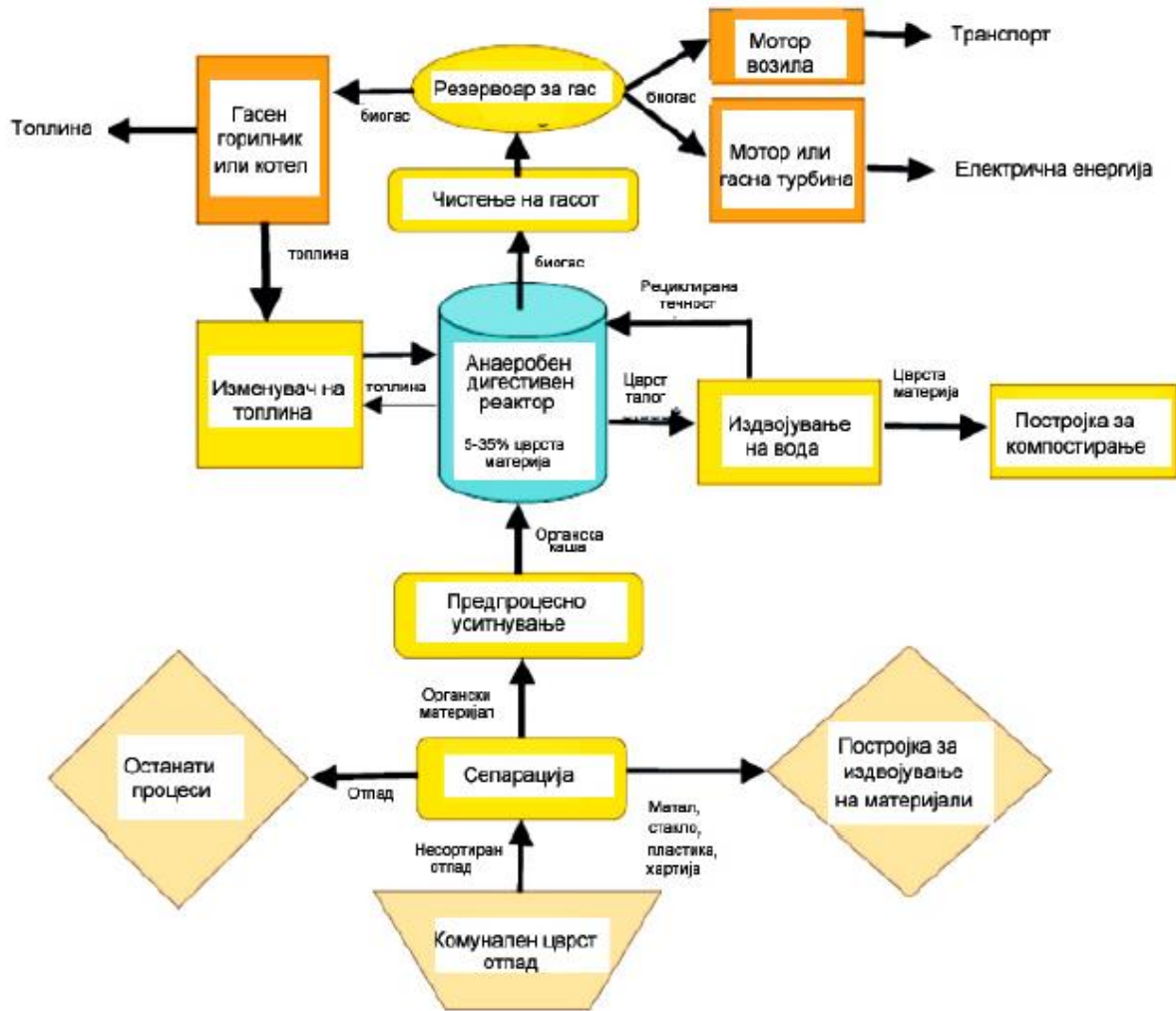
Анаеробната дигестија веќе некое време се мисли за многу важна технологија за третман на отпадот и добивање на енергија. Историски гледано, примената е почната со развитокот на постројки за анаеробна дигестија за третман на шталското ѓубриво и калта. Денес, на пазарот најновите постројки мораат да бидат во можност да користат различни супстрати со променлив зафатнински тек. Потенцијален придонес од анаеробната дигестија, претставува можноста за намалување на антропогените емисии на стакленичките гасови. Технологијата на анаеробна дигестија може да ја намали несаканата и неконтролираната емисија на метан, со искористување на енергетскиот потенцијал на овој гас, со редуцирање на зафатнината на отпадот кој се насочува кон депонијата.

Анаеробна дигестија претставува биохемиски процес при кој во отсуство на кислород, бактериите ги разложуваат органските материи, произведувајќи биогас. Биогасот се состои од 55-70 % метан (CH_4) и 30-45 % јаглендвооксид (CO_2) и може да се користи за производство на енергија со спрега на мотор со внатрешно согорување-генератор. Топлинската моќ на биогасот е 20-25 [MJ/Nm^3]. Се применува и метанизација на гасот, каде од него се отстранува јалендиоксидот, па по состав е многу сличен со природниот гас. Тогаш може да се фрла во мрежата за дистрибуција на природен гас или да се користи како гориво за мотори со внатрешно согорување кои се преработени за такво гориво.

Просечното производство на метан по метрички тон на третиран отпад (кал, ѓубриво) се движи помеѓу 50 и 90 (Nm^3) по тон, додека за цврст комунален отпад е нешто поголема и изнесува 75-120 (Nm^3) по тон отпад. Течниот остаток од ферментацијата со висока содржина на нутриенти и фракции на влакна, може да се користи за ѓубрење во земјоделството. Оваа технологија порано беше фокусирана на третман на канализационата кал и земјоделското ѓубриво.

Денес, се развиени многу помодерни постројки за обработка на цврстиот комунален отпад, индустриски цврст отпад и индустриски отпадни води. Проблем можат да предизвикаат нечистотиите, променливата содржина на липиди, протеини и јаглеводороди. Покрај можните последици заради присуството на нечистотиите, мораат да се преземаат чекори во вид на пред третмани, кои подразбираат редуцирање на големината на честичките и

отстранување на нечистотиите, а кои се неопходни за да обезбедат стабилни перформанси на процесот на дигестија.



Слика 21. Шематски приказ на постапка на анеробна дигестија
 Figure 21. Schematic representation of anaerobic digestion procedure

12.8 Депониски гас

Најголем дел на депониски гас се формира со бактериско разградување што се природно присутни во отпадот како и во земјиштето со што се покрива отпадот. Со оглед на тоа дека поголем дел од отпадот е од органско потекло, во кој се вбројува храна, дворен отпад, отпадот од улица, текстил, дрвени и хартиени отпадоци, бактериите што се присутни во отпадот го разлагаат самиот отпад. Депонискиот гас исто така може да биде произведен и кога одредени видови на отпад, односно соединенија кои се создаваат како продукти на разградување на отпадот и посебно органските материјали што ќе ја променат состојбата од течна или цврста во гасовита. Овој процес е познат како волатилизација. Неметанските органски соединенија во депонискиот гас мора да бидат резултат на волатилизација на одредени соединенија присутни во депонијата. На процесот на формирање на депонискиот гас влијаат многу фактори: карактеристиките на отпадот, кислородот во депонијата, содржина на влага, температура и време кога е отпадот депониран.

Карактеристики на отпадот. Со бактериската активност се генерира депонискиот гас, порастот на количината на генериран депониски гас е поврзана со процентот на органскиот отпад на депонијата. Со зголемување на процентот на органскиот отпад се зголемува количината на генерираниот гас. Одредени видови на органскиот отпад содржат голема количина на хранливи состојки за бактериите, натриум, калиум, калциум и магнезиум, што предизвикува поголема активност на бактериите, а со самото тоа и поголема количина на генериран гас. Одредени врсти на отпад содржат соединенија што негативно влијаат на активноста на бактериите, предизвикувајќи намалување на генерираниот гас. Во случајот на бактерии кои произведуваат метан, штетно дејство претставува присуството на соли во високи концентрации.

Кислород во депонијата. Продукцијата на метан почнува кога целиот кислород ќе се потроши. Што повеќе има кислород во депонијата, аеробните бактерии подолго го разлагаат отпадот. Ако отпадот е само делумно прекриен со слој на земја или често се меша, ќе има присуство на повеќе кислород, така што аеробните бактерии ќе живеат подолго и подолг период ќе произведуваат јаглероддвооксид и вода. Ако е отпадот компактен, производството на метан ќе почне порано, односно штом анаеробните бактерии ќе ги заменат аеробните

бактерии. Анаеробните бактерии почнуваат со производство откако аеробните бактерии ќе го потрошат кислородот, така што какво било присуство на кислород во депонијата би довело до забавување на продукцијата на метан. Промените на атмосферскиот притисок можат исто така да влијаат на кислородот од околината се најде на депонијата. Таа можност постои кај слоевите на помали длабочини во кои би дошло до аеробна фаза на разградување на отпадот.

Влажност. Присуство на одредена количина на вода во депонијата ја зголемува продукцијата на гас, затоа што влагата го поттикнува развојот на бактерии и транспортот на хранливите состојки до сите делови на депонијата. Содржината на влага од 40 % и повеќе, доведува до максимална продукција на гас. компактноста на отпадот влијае на смалување на продукцијата на гас, затоа што е зголемена густината на депонијата и смалена инфилтрацијата на вода низ сите слоеви на отпадот. Производството на гас е поголема во случај на големи врнежи и ако се присутни пропустливи слоеви кои овозможуваат довод на додатни количини на вода во депонијата.

Температура. Температурата ја зголемува бактериската активност што директно има за последица зголемување на продукцијата на гас. Од друга страна, ниските температури ја инхибираат бактериската активност, така што драстично опаѓа, доколку температурата е под 10 °C. Временските промени имаат значајно влијание на плитките депонии. Ова е последица на тоа што бактериите не се изолирани во однос на температурните промени како што е случај кај длабоките депонии каде дебел слој на земја го покрива отпадот. Во покриена депонија се одржува стабилна температура, што доведува до зголемување на продукцијата на гас. Бактериската активност ослободува топлина, стабилизирајќи ја температурата на депонијата помеѓу 25 и 45 °C, а кај некои депонии регистрирана е појава на температура и до 70 °C. Поголемите температури создаваат поволни услови за волатилизација и хемиска реакција. Како правило може да се земе дека емисиите на јаглеводороди од неметански тип се издвојуваат на секои 18 °C.

Старост на отпадот. Отпадот кој е подоцна депониран ќе генерира повеќе гас од отпадот кој е на депонијата подолго време. Депониите обично генерираат значајни количини на гас помеѓу една и три години. Максималното генерирање на гас е во период од пет до седум години, после одложувањето на отпадот на депонијата. После дваесет години од депонирањето, генерирањето на

депониски гас е минимално и во траги, додека помали количини на гас можат да се генерираат и после педесет години. Различни делови на депонијата можат да бидат во различни фази на генерирање во зависност од староста на отпадот.

Процеси кои придонесуваат за формирање на депонискиот гас се бактериското разградување, волатилизација и хемиските реакции. Најголем дел од депонискиот гас се формира со бактериско разградување. Со оглед на тоа што коминалниот отпад е составен најголем дел од органско потекло, како храна, дворен отпад, отпад од улиците, текстил, дрво и хартиени производи, бактериите присутни на депонијата го разградуваат тој отпад низ четири фази, а составот на гасот се менува низ секоја фаза. Депонискиот гас може да биде произведен и така што соединенијата настанати како продукти од разградувањето на отпадот, посебно органските соединенија, ја променат состојбата од течна или цврста во гасовита (волатилизација). Неметанските органски соединенија во депонискиот гас можат да бидат резултат на волатилизација на одредени соединенија присутни во депонијата.

Составот на произведениот гас се менува во текот на сите четири фази на разградувањето. Како што депониите го прифаќаат отпадот за време од дваесет до триесет години, истовремено делови од отпадот се наоѓаат во различни фази. Стариот отпад ќе биде во различна фаза од отпадот кој е депониран побрзо.

Фаза 1-анеробна фаза

Во тек на првата фаза, аеробните бактерии користат кислород, при што се раскинуваат молекуларните синџири на комплексните соединенија кои го сочинуваат органскиот отпад: јаглеродороди, протеини и масти. Нуспроизвод на овој процес е јаглероддвооксид. На почеток на оваа фаза концентрацијата на азот е висока (околу 20 % кислород и 80 % азот), но се намалува како што депонијата се движи низ фазите на разградување на отпадот. Фазата 1 се одвива сè додека расположливиот кислород не се потроши. Истата може да трае со денови или месеци во зависност колку кислород е присутен за време на одлагање на отпадот на депонијата, а нивото на кислород ќе варира во зависност од тоа колку депонијата е компактна. Количината на кислород може да се намали со набивање на отпадот со тешки возила или гасеничари.

Фаза 2-анаеробна фаза, неметанска

Оваа фаза започнува кога ќе се искористи целиот кислород. Со анаеробни процеси, бактериите ги претвораат соединенијата формирани во аеробната фаза во винска, млечна, мравја и други киселини и алкохоли како што е метанол и етанол. Заради овие процеси средината на депонијата станува кисела. Како киселините се мешаат со влагата која е присутна на депонијата, доаѓа до растворување на нутриенти за бактериите, како азотот и фосфорот кои се достапни за различни видови на бактерии. Гасовитите нуспроизводи на овие процеси се јаглероддвооксид и водород.

Меѓутоа, ако кислородот дојде до депонијата, микробиолошките процеси се враќаат во прва фаза, фазата на аеробно разградување. Во оваа фаза прво се јавува хидролиза (ензимен процес) при што органските материи се трансформираат во компоненти кои се растворливи во вода. Овој процес бара значајно присуство на влага како и физички контакт помеѓу микроорганизмите и отпадот.

Гасовитите компоненти не се генерираат во фазата на хидролиза. Формираните шеќери моносахариди и повеќето органски киселини низ различни метаболички процеси, се трансформираат со микробите во едноставни органски киселини, вода, јаглероддвооксид, амонијак и водород.

Во тек на оваа фаза, во која се одвива ферментација на киселината, се генерира CO₂ непосредно после почетокот на процесот. Истражувањата покажале различен состав на гасовите: 50-70 % CO₂ после 11 до 23 дена, или дури 90 % CO₂ после 40 дена.

Фаза 3-анаеробна, метанска, нестабилна

Оваа фаза на разградување започнува кога одредени видови на анаеробни бактерии ги консумираат органските киселини произведени во фаза 2 и почнуваат да формираат ацетати. Со овој процес се предизвикува средината да стане кисело - неутрална, рН приближно 7, што им одговара на бактериите кои произведуваат метан. Метанските и киселинските бактерии имаат одредени симбиотски врски. Киселинските бактерии произведуваат соединенија со кои се хранат метанските бактерии. Метанските бактерии се хранат со јаглендиоксид и

ацетати, чие присуство е многу токсично за киселинските бактерии. Траењето на фаза 3 може да почне после 180 денови од депонирањето на отпадот и да трае до 500 денови.

Фаза 4-анаеробна, метанска, стабилна

Почнува тогаш кога составот и продукцијата на депонискиот гас ќе станат релативно константни. Депонискиот гас тогаш содржи околу 45-60 [%] метан, 40-60 [%] јаглендиоксид и 2-9 [%] останати гасови. Гасот се произведува константно во фаза 4 околу дваесет години, при што емитирањето на гасот може да се продолжи до педесет години. Продукцијата на гас може да трае подолго, доколку количините на отпад се поголеми. Оваа фаза се одвива со метанска реакција на гликозата каде се произведуваат метан и јаглероддиоксид.

Табела 13. Состав на депониски гас

Table 13. Composition of landfill gas

Компонента	%	Карактеристики
Метан	45-60	Метан е гас без боја и мирис. Депониите се најголем извор на метан
Јаглероддвооксид	40-60	Без боја и мирис, малку кисел, се наоѓа во атмосферата во мали концентрации
Азот	2-5	Без мирис и боја го има 79 % во атмосферата
Кислород	0,1-1	Без мирис и боја, го има 21 % во атмосферата
Амонијак	0,1-1	Безбоен гас со јак мирис
Неметански органски соединенија	0,01-0,6	Неметанските соединенија се наоѓаат во природата или можат вештачки да се синтетизираат. Најчесто присутни на депониите се акрило-нитрати, хексан, метил-етил-кетон, тетрахлор етилен, трихлор етилен и ксилен
Сулфиди	0-1	Сулфидите (водород сулфид, диметил сулфид) се гасови кои се присутни во природата и кои даваат непријатен мирис на депониите.
Водород	0-0,2	Без мирис и боја
Јаглерод моноксид	0-0,2	Без мирис и боја и многу токсичен гас

Извор: Tchobanoglous, Theisen, and Vigil 1993; EPA 1995

Искористувањето на депонискиот гас во вид на енергија, придонесува за заштита на животната средина, со што се редуцираат стакленичките гасови, а ризикот од експлозија е елиминиран. Постројките за искористување на депонискиот гас се состојат од систем за екстракција и систем за искористување.

Системот за екстракција може да се состои од вертикални перфорирани цевки или хоризонтални перфорирани цевки. Гасот од депонијата се црпи со помош на пумпи или компресори, а после тоа се спроведува низ производствениот систем. Најраширена е употребата на депонискиот гас како гориво во гасните мотори кои ги погонуваат генераторите за производство на електрична енергија.

Гасот може да се искористи и во гасни котли за производство на врела вода за потреби за греење или за процесна топлина. Доколку гасот се користи во гасен котел или гасен мотор, пречистување не е потребно, освен отстранување на цврстите честички. Во некои случаи гасот се прочистува скоро до чист метан, па после тоа може да се користи како природен гас.

12.9 Енергетски можности и технологии применливи во Република Македонија

Во Македонија постојат значителни можности за инвестиции во обновливите извори на енергија и можат да придонесат да се намали или целосно елиминира потребата од нови капацитети кои работат на јаглен. Исто така е многу важен природниот гас кој може да се користи како „мост“ при преминот кон ниско - јаглеродна иднина. Потребна е и сеопфатна и амбициозна програма за подобрување на енергетската ефикасност и замена на горива и потребата од енергенси со висока содржина на јаглерод. ***(Енергетските можности на Македонија, Скопје, 2014).***

Производството на енергија од отпад е процес на генерирање на енергија во форма на топлина од (согорување на отпад) и електрична енергија. Проектите Waste –to –energy можат да бидат одржливи само ако се економско и технички оправдани и изводливи. Искористување на отпадот во вид на енергија најмногу зависи од составот и количината на отпадот. Секој облик на waste – to – energy проект искористува одредени компоненти од отпадот, така што тие

компоненти мораат да бидат присутни во доволна количина во отпадот кој ќе биде третиран. Количината на отпадот дури е поважна ставка од составот на отпадот. Без доволна количина на отпад, поврат на инвестиционите трошоци, како и трошоците за работа на постројката не е возможно да се надополнат.

Горивото добиено од отпадот може да се ситни на честички со изедначена големина или да се компресира во брикети или други видови на компресирано гориво. И двете форми на ситнење го олеснуваат ракувањето, транспортот и согорувањето. RDF (*Refuse Derived Fuel*) често може да согори или да се користи за ко-согорување во постојната постројка, со друго гориво како јаглен или дрво.

Друг проблем претставува тоа што отпадот може да содржи отровни материи и тешки метали на ниво кое бара специјална постапка и постројка за запалување, или примена на многу мал дел во ко-согорување. Може да се врши инсинерација на помали количини на несогорливи материи, како што се тешките метали. Иако металите се инертни и не оддаваат енергија при инсинерацијата, високите температури во печките за цврст комунален отпад предизвикуваат делумно испарување на металите, со што доаѓа до ослободување на токсичните материи и летечка пепел.

Составот на горивото што е добиено од индустрискиот отпад не е така применлив како составот на горивото добиено од цврст комунален отпад. Заради тоа во постројките за согорување на гориво добиено од отпад е потребна помала контрола на согорувањето, одошто во постројките во кои се врши согорување на комуналниот цврст отпад. Овој проблем би можел да се реши со претходна селекција на отпадот, односно одделување на некои компоненти. Прво, се одделуваат компонентите како што се: црни метали, стакло, крупен песок и останатите кои не можат да согорат. Преостанатите материјали во отпадот би имале поголема хомогеност и можат да се користат во ко-согорување. Но, сево ова би придонесло до големи вложувања во постројка за сепарација на отпадот.

Пиролиза

Процесот на пиролиза оддава топлина и е висок егзотермен процес. Гасот кој настанува при процесот на пиролиза е гориво за котли или се користи друг начин. Ниеден од производите кои настануваат при процесот на пиролиза нема голема вредност, а инвестиционите и оперативните трошоци се многу високи.

Можностите за употреба на цврстиот комунален отпад како гориво во постројка за пиролиза се ограничени. Пиролизата успешно се користи за производство на енергија од други цврсти хомогени горива, но за третирање на отпад е покажано како економски неоправдано. Посебен проблем е управувањето, односно приспособување на параметрите на работа кон карактеристиките на цврстиот комунален отпад.

Анаеробна дигестија

Што се однесува до анаеробната дигестија постои мислење дека истата претставува најефикасен процес за производство на метан од отпадот. Отпадот после анаеробниот третман може да се третира аеробно, а после да се користи како хумус за подобрување на земјиштето. Процесот на анаеробна дигестија е можен само ако содржината на влага во цврстиот комунален отпад е повеќе од 60 %. Анаеробната дигестија е изводлива во комбинација со дигестија на канализационата кал, или дигестија на земјоделскиот отпад. Додавањето на материјали како што е комуналниот цврст отпад може да го подобри процесот на дигестија. Од постапките за енергетска валоризација на комуналниот отпад кои се многу нови во практика. Погоре спомнатите технологии се технички неприменливи во Македонија.

12.9.1 Инсинерација

Еден од главните проблеми за спроведување на инсинерацијата претставува нехомогеноста на отпадот. Трошоците за изградба на постројка за инсинерација, како и трошоците за работење се високи, така што и составот на цврстиот комунален отпад во тек на времето постојано се менува. Така е тешко да се оствари изедначен процес на работа. Исто така и загадувањето на воздухот претставува проблем што во целост не може да се избегне дури и со најсофистицирани постројки. За работа на постројката потребен е висококвалификувана и обучена работна сила, за работа во три смени. Затоа не се препорачува постројката да се направи во мали населени места.

Инсинерацијата вклучува високи инвестициски трошоци како и големи трошоци за работа и одржување. Според препораките од Светска Банка клучни критериуми за користење на отпад како гориво во инсинератори се :

- просечна долна топлинска моќ мора да биде најмалку 6 (MJ/kg) во сите сезони;
- просечна долна топлинска моќ на годишно ниво не смее да биде под 7 (MJ/kg);
- процената на генерирање и состав на отпадот мора да бидат врз основа на испитување на отпадот во областите каде се собира и каде се планира постројка за инсинерација и
- годишната количина на отпад за инсинерација не смее да биде помала од 50000 t, а неделните варијации во снабдувањето да не бидат поголеми од 20 %. <http://www.worldbank.org/>

Технологијата на инсинерација претставува најраспространета и испитана технологија за инсинерација на цврст комунален отпад без претходно сортирање или обработка.

12.9.2 Трошоци за работа и одржување

Реалните инвестициски трошоци на постројката за инсинерација зависат од повеќе влијанија, посебно од големината на постројката, количината на отпад кој се третира во тони, како и топлинската моќ на отпадот и неговата изедначеност.

Трошоците за работа и одржување опфаќаат:

- Фиксни трошоци за работа, во кои спаѓаат трошоци за администрација и трошоци за плата;
- Варијабилни трошоци на работа (трошоци за хемикалии за чистење на димни гасови, трошоци за електрична енергија, цена на вода и управување со отпадни води, трошоци за одлагање на остатоците и
- Трошоци за одржување кои опфаќаат одржување на опремата и објектот.

Трошоците на третманот можат да се пресметаат врз основа на потенцијалните приходи од продажбата на енергијата. Приходите од продажбата на енергија се засновани на долната топлинска моќ на отпадот од 9 MJ/kg. Во случаи кога долната топлинска моќ на отпадот е пониска од 9 MJ/kg приходите се пониски. Ако се претпостави дека количината на отпад погодна за третман во

постројка за инсинерација изнесува 0,25 t по жител 0,7 kg по жител дневно, можат да се проценат годишните трошоци по жител. Во зависност од големината на постројката оваа вредност варира од 10-20 \$ по жител/годишно. Оваа цена се однесува само на третманот на цврстиот комунален отпад и не ја вклучува цената за транспорт и сепарирање на истиот.

Според примерот кој е даден од Светска банка во следната табела е дадена пресметка на нето - трошоци за третман на инсенератор на цврст комунален отпад со капацитет од 300000 t или околу 1000 t дневно.

Табела 14. Пресметка на трошоци за третман со инсинерација

Table 14. Calculation of the costs of treatment by incineration

Капацитет	300000 (t/год)		
-пепел од дното	75000 (t/год)	960	40
-АПЦ остатоци	10250 (t/год)	(t/дневно)	(t/h)
-Енергија за продавање	265 (GWh)		
Инвестиции : 145 мил.			
Годишни капитални трошоци(6%п. а. годишно)		13,0 мил.	43 \$/t
-Администрација и плати	3,0 мил.		
-Струја, вода, хемикалии	2,0 мил.		
-Одлагање на остатоците(100 \$/t)	1,0 мил.		
-Одлагање или повторно користење на пепелта од дното (5 \$/t)	0,4 мил.		
-Одржување	3,0 мил.	9,4 мил.	
Вкупни годишни трошоци		22,4 мил.	74 \$/t
Годишни приходи од продажба на енергија		9,3 мил.	31 \$/t
(35 \$/MWh)			
Нето - трошоци		14,3 мил.	43 \$/t

Извор: Светска банка

Како резултат на анализата се добива дека цената на нето - трошоците на третманот изнесува 43 \$/t на отпад. Меѓутоа, ако не можат да се постигнат одредените предуслови, ако долната топлинска моќ на отпадот и количината на отпадот се под предвидените, тогаш тоа може значително да дејствува на зголемување на трошоците на третманот. Во случај на снабдување на постројката со 200000 тони годишно, нето - трошоците растат од 43 на 75 \$ по тон. Во случај ако долната топлинска моќ на отпадот падне на 6 MJ/kg, ќе дојде до зголемување на нето - трошоците од 43 на 53 \$ по тон.

12.9.3 Пресметка на вкупната енергетска моќ на комуналниот отпад

Република Македонија може, преку оптимална примена на економијата на големината, да организира 5 - 7 региони за управување со отпад коишто генерално опфаќаат повеќе статистички региони. Таквиот регион за управување со отпад, исто така, мора да поседува најмалку една соодветна локација, во согласност со различните критериуми за изградба на регионален центар за управување со комунален цврст отпад, кој ќе содржи регионална депонија за неопасен отпад.

Според големината, територијата на Македонија е поделена на 8 статистички – административни региони :

- Вардарски,
- Источен,
- Југозападен,
- Југоисточен,
- Пелагониски,
- Полошки,
- Североисточен и
- Скопски.

Сепак, според Национален план за управување со отпад (2009 – 2015) дадени се предлози за оформување на региони за управување со отпад според административните региони.

Табела 15. Предлог за оформување на региони за управување со отпад според административните региони

Table 15. Proposal for the establishment of areas for waste management under the administrative regions

Административен регион	Опција 1 за регион за управување со отпад	Број на жители во регион за управување со отпад (2006)	Административен регион	Опција 2 за регион за управување со отпад	Број на жители во регион за управување со отпад
Скопски регион	Регион за управување со отпад 1	590.455	Скопски регион	Регион за управување со отпад 1	590.455
590455			590455		
Северо-источен регион	Регион за управување со отпад 2	519.150	Северо-источен регион	Регион за управување со отпад 2	354.920
173982			173982		
Источен регион			Источен регион		
180938			180938		
Вардарски регион			Вардарски регион		390.318
154230			154230		
Југо-источен регион	Регион за управување со отпад 3	171972	Југо-источен регион	Регион за управување со отпад 3	
171972			171972		
Пелагониски регион	Регион за управување со отпад 4	458473	Пелагониски регион	Регион за управување со отпад 4	458473
236088			236088		
Југо-западен регион			Југо-западен регион		
222385			222385		
Полошки регион	Регион за управување со отпад б	310.178	Полошки регион	Регион за управување со отпад б	310.178
310178			310178		
2040228			2040228		

Спроведувањето на пилот - проект за регионализација и планирањето на организациската шема на регионалниот демонстрационен центар за управување со комунален цврст отпад за избран регион за управување со отпад би била многу позитивна акција, со цел да се разјаснат одредени детални организациски неизвесности. Да се усогласат одредени интереси на локалните заинтересирани субјекти со општите и посебните цели на реформата на управувањето со комуналниот цврст отпад, да се согледаат добивките, да се прикажат оптималните средства за затворање на финансиската конструкција за инвестицијата преку обезбедување на средства и да се поттикнуваат и

забрзуваат слични активности во другите делови на Република Македонија. Трансформациите на постојниот систем за управување со комунален цврст отпад и воспоставувањето и функционирањето на регионалните шеми за управување со комунален цврст отпад, од организациска страна предвидено е да се заврши до крајот на Национален план за управување со отпад (2009-2015).

За сега, сè уште се нема донесено конечно решение за тоа колку регионални депонии би требало да бидат оформени на територијата на Македонија. Но, затоа јас како пример ќе го земам Вардарски регион како посебен административан регион.

12.9.3.1 Пример за Вардарскиот регион

Собирањето и транспортирањето на комуналниот отпад би се одвивало од девет општини: Свети Николе, Велес, Чашка, Лозово, Градско, Росоман, Кавадарци, Неготино и Демир Капија.

Според податоците од Заводот за Статистика количеството на собран отпад за 2013 година изнесува 67 057 тони. Сепак, доколку собирањето се врши целосно, со правење на една локациска депонија, оваа бројка би можела да биде многу поголема, со оглед на фактот дека количеството на создаден отпад е 128 573 тони.

Економичноста на поставување на систем за искористување на комуналниот отпад за производство на топлинска енергија зависи од многу параметри.

Ако постојат услови за економски исплатливо енергетско искористување, тогаш тоа може да се спроведе со технологии базирани на согорување. Но, најпрво треба да се одреди топлинската моќ на самиот отпад.

Конверзија на енергијата

Топлинската моќ на цврстиот комунален отпад како функција на компонентите на проксимативниот состав (согорливи компоненти, влагата и пепелта) може да се пресмета според едно од следните равенства:

Класична равенка (Lui et al. 1996):

$$H_n = 188,55xV - 25,1xW$$

Бентова равенка (Lui et al. 1996):

$$H_n = 187,3xV - 24,5xW + 88,83$$

V - застапеност на согорливи материи (%)

W - застапеност на влага (%)

Додека вкупната енергетска моќ на комуналниот отпад може да се пресмета според следната формула :

$$Q = m \cdot H_d$$

Q - const.

m - маса во тони

H_d - долна топлинска моќ

$$H_d = \frac{7 \text{ MJ}}{\text{Kg}}$$

$$1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$$

Количеството на собран отпад во Вардарскиот регион е 67 057 тони и според оваа количина ќе ја одредиме вкупната енергетска моќ во kWh односно во MWh.

$$m = 67\,057\text{ t}$$

$$m = 67\,057 \cdot 10^3\text{ kg}$$

$$Q = m \cdot H_d$$

$$Q = 67\,057 \cdot 10^3\text{ kg} \cdot \frac{7\text{MJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q = 67\,057 \cdot 7 \cdot 10^3\text{ MJ}$$

$$Q = 469\,399 \cdot 10^3 \cdot 10^6\text{ J}$$

$$Q = 469\,399 \cdot 10^9\text{ J}$$

$$Q = \frac{469\,399 \cdot 10^9\text{ J}}{3\,600\,000\text{ J}} = \frac{469\,399 \cdot 10^9\text{ J}}{36 \cdot 10^5} = \frac{13038.8 \cdot 10^9}{10^5} =$$

$$= 13038.8 \cdot 10^4\text{ kWh}$$

$$13038.8 \cdot 10^4 \text{ kWh}$$

$$Q = \frac{13038.8 \cdot 10^4 \text{ kWh}}{10^3} = 13038.8 \cdot 10 = 130.388 \text{ MWh}$$

Земајќи ја количината која според Заводот за статистика на РМ е собрана во Вардаскиот регион, може да заклучиме дека постојат реални услови за искористување на отпадот и добивање на топлинска енергија. Добиен е податок дека е можна изградба на постројка со снага од 130,388 MWh. Сепак, оваа вредност не е конечна, бидејќи треба да се знае колкава би била застапеноста на согорливи компоненти и застапеноста на влага на самиот отпад и да ја знаеме топлинската моќ.

Ова се вредностите добиени по региони :

- Источен 119 MWh,
- Југозападен 105 MWh,
- Југоисточен 66 MWh,
- Пелагонски 134 MWh,
- Полошки 117 MWh,
- Североисточен 118 MWh и
- Скопски 286 MWh.

Инсинерацијата на отпадот бара големи инвестициони трошоци како и високи трошоци за одржување и работа. Поради тоа единечните трошоци на отпадот кој е третиран во постројка за инсинерација е значително поголем во споредба со трошоците за третирање на отпадот со класични методи (санитарни депонии). Врз основа на податоците кои ги дава Светска банка изведен е заклучок дека цената на третирање на цврстиот комунален отпад со инсинерација е двапати поголем од цената за одлагање на санитарни депонии. Ризикот од финансиски неуспех е голем, а причини за тоа се :

- високи инвестициски трошоци и неопходност од увоз на машини и опрема,
- техничката и технолошката комплексност условува ангажирање на квалификуван и искусен персонал,
- високи барања во поглед на квалитетот, количината и составот на отпадот,
- потреба за одговорни институционални рамки и
- стабилност на цената и потрошувачката на енергија.

Она што е значајно за земјите во развој е при изведба на процена на трошоците и добивката, неопходно е да се изработи студија за оправданоста за инсинерацијата. При процената на трошоците треба да се обрне внимание на :

- далечината и маршрутите на транспорт на отпадот,
- потребата за користење и рекултивизација на земјиштето,
- влијание на туризмот и развојот на градот,
- краткорочно и долгорочно влијание на животната средина,
- капацитет на локалниот пазар на работа и
- одржливост на процесот за производство на енергија од отпад.

Доколку процената на трошоци и добивка е негативна, тогаш одлагањето на отпадот на санитарни депонии е економски најодржливо решение со аспект за подобрување на капацитетот и квалитетот на постојните депонии.

12.9.4 Депониски гас

Депонискиот гас главно се состои 50-60 % на метан и 40-50 % јаглерод двооксид и останати гасови. Користењето на депонискиот гас (LFG) е еден од методите за управување на емисиите од депониите. Метанот и јаглерод двооксид се главни компоненти на депонискиот гас. Јаглендиоксидот е гас кој го создава ефектот на стаклена градина, а влијанието на метанот е дури дваесет и три пати поголемо. Контролирање и управување со емисиите од антропогено потекло во кои се вбројуваат и емисиите од депониските гасови од депониите на цврст комунален отпад денес, има големо значење. Топлинската моќ на овој гас

е приближно двојно помала од природниот гас. Уделот на метан мора да биде најмалку 35 % за да неговото користење би било исплатливо. Собирањето на гасот од депониите ги редуцира непријатните мириси и штетното влијание на депонијата врз животната средина. Собирањето на депонискиот гас претставува еден од најраширените облици на користење на отпадот во енергетски цели.

Системот за искористување на депонискиот гас се состои од дел за собирање и дел за евакуација на депонискиот гас:

- Систем за собирање на депонискиот гас се состои од вертикални (кои се поставуваат после депонирањето на отпадот) и хоризонтални дупки (кои се поставуваат за време на одлагање на отпадот). Просечното ниво на инвестиции за хоризонтални и вертикални дупки е исто. За депонија со просечна длабочина од десет метри, инвестициите за системот за собирање на депонискиот гас се 20000-40000 \$ по хектар.

- Систем за евакуација на депонискиот гас се состои од вакуумски пумпи, опрема за контрола и управување. Инвестициите зависат од софистицираноста на системот за контрола и управување и зафатнина на депониски гас кој ќе се евакуира. Инвестициите за системот за евакуација се 100-450 \$ по m³ евакуиран депониски гас на час. За просечна депонија со длабочина од 10 m, инвестициите неопходни за систем за евакуација на депонискиот гас се движат од 10000-45000 \$ по хектар. Цената на уредот е во границите од 850 и 1250 \$ по (kWe), а зависи од современоста на опремата.

Табела 16. Економија на системот за искористување на депониски гас

Table 16. Economy system utilizing the landfill gas

	\$	\$/тони
Инвестиции		
-Систем за собирање	200000	0,20
-Пумпи, мониторинг регулатори	200000	0,20
-Систем за искористување, гасен мотор	800000	0,80
-Планирање, дизајн, управување	240000	0,24
Вкупни инвестиции	1440000	1,44
Трошоци за работа и одржување		
-Годишни трошоци за работа и одржување	140000	0,14
-Вкупни трошоци за работа и одржување	2800000	2,80
Добитоци		
-Вкупни добитоци од продадена енергија	7150000	7,15
Биланс на приходите	2910000	2,91

Извор: Светска банка

12.9.4.1 Процена и пресметка на количината и потенцијалот на депонискиот гас

Првиот метод (**EPA**) - Претставува едноставна процена, со што се претпоставува дека степенот на генерирање на депониски гас е 0,0062434 [m³/kg] комунален цврст отпад годишно. Стварната вредност може да варира од 0,003122 до 0,009365 m³/kg комунален цврст отпад годишно. Типична продукција на депониски гас од цврст комунален отпад може да продолжи до 20-25 години од првото иницијално одлагање на отпадот. Sprema тоа, користејќи го овој метод, продукцијата на депониски гас може да се движи од 0,0624 - 0,078 m³/kg, одложен цврст комунален отпад-ниска продукција до 0,187-0,234 m³/kg, одложен цврст комунален отпад-висока продукција, со просек од 0,125-0,156 m³/kg отпад.

Втор метод (**US EPA**) - Овој метод е модел на разложување од прв ред. Депонијата може да генерира гас и до педесет години во зависност од составот на цврстиот комуналниот отпад и влагата, иако типичната продукција на депониски гас трае 20-25 години. Пресметаните вредности на потенцијалот на генерирање на депониски гас се движат од 0,21-0,24 m³/kg одложен цврст комунален отпад, во зависност од количината на присутна влага. Колку е поголема содржината на влага толку е поголем и потенцијалот за генерирање на депониски гас.

Табела 17. Потенцијал на генерирање на депониски гас

Table 17. Potential generating landfill gas

Извор	Потенцијал за генерирање (m ³ / kg MSW		
	Ниско ниво	Просечно ниво	Високо ниво
Теоретски максимум	/	/	0,38
EPA, Апроксимација	0,06	0,14	0,23
EPA, Метода за разложување од прв ред	0,21	0,23	0,24

Извор : EPA

Според USEPA (United States Environment Protection Agency) ефикасноста на системот за собирање на депонискиот гас изнесува 50-90 %, а со примена на добра технологија тоа е од 75-85 %. За оваа анализа усвоена е ефикасност од 80 %. Топлинската моќ на депонискиот гас варира во зависност од изворот во границите 4,1-6,2 kWh/m³. Се усвојува 4,7 kWh/m³. Со ефикасност на собирање од 80 %, топлинската моќ од 4,7 kWh/m³ од еден килограм цврст комунален отпад треба да се генерира 0,18 m³ на депониски гас (0,23 m³ x 0,80=0,18 m³) или 0,85 kWh (0. 14 m³ x 4. 7 kWh/m³) во тек на распаѓањето на цврстиот комунален отпад (20-25 години). Вредноста на теоретскиот максимум би изнесувала 0,3 m³ на депониски гас од килограм отпад (0,38 m³ x 0. 80 = 0,3 m³ или 1,4 kWh (0,3 m³ x 4,7 kWh/m³ = 1,4 kWh) со тек на биолошкото распаѓање на отпадот.

Една од можностите која не го опфаќа согорувањето на депонискиот гас на местото на создавање, е прочистување на гасот со отстранување на неметанските делови, при што се постигнува производство на гас со висока топлинска моќ и може да се продава како природен гас.

Конверзија на енергијата

Користењето на депонискиот гас како гориво е најраширена постапка за негова енергетска валоризација. Кога протокот на гас се изразува во m^3 /дневно, енергетската содржина се изразува во kWh/m^3 , долната топлинска моќ во kWh , користејќи ги податоците споменати погоре, ова може да се прикаже како :
Ако ја земеме количината на генериран депониски гас во текот на распаѓањето на отпадот за време од дваесет години, $0,23 m^3/kg$ отпад и сметајќи дека системот за собирање на депонискиот гас има ефикасност од 80 %, се добива да 1 kg отпад генерира :

$$0,23 m^3/kg \cdot 0,80 = 0,184 m^3/kg \text{ во тек на дваесет години}$$

или еден тон цврст комунален отпад во тек на дваесет години ќе генерира :

$$0,184 m^3/kg \cdot 1000 kg = 184 m^3 \text{ депониски гас}$$

Ако ја земеме количината од 67 057 тони комунален отпад колку што се има собрано во Вардарскиот регион според Заводот за статистика (2013), од тоа 10 % е количина на отпад која нема да генерира депониски гас, ќе добиеме дека за дваесет години одлагање на отпад би имале потенцијал за генерирање на депониски гас од :

$$184 m^3 \cdot 67057 t \cdot 0,90 \cdot 20 \text{ год.} = 222092784 m^3 \text{ во период од дваесет години}$$

Ако со контрола на квалитетот на гасот за моторите со внатрешно согорување би им се ставило 80 % на располагање од оваа количина би се добило :

$$222092784 m^3 \cdot 0,80 = 177674227,2 m^3 \text{ во период од дваесет години}$$

А ако се смета топлинската вредност на депонискиот гас од 4,66 KWh/m³ ќе добиеме :

$$177674227.2 \text{ m}^3 \cdot 4.66 \text{ KWh/m}^3 = 827961898.752 \text{ KWh} = 827961.898752 \text{ MWh}$$

што претставува вкупен енергетски потенцијал за период од дваесет години.

Додека количината на генериран депониски гас за еден час изнесува :

$$177674227.2 \text{ m}^3 / 20 \text{ год} / 365 \text{ дена} / 24 \text{ h} = 1014 \text{ m}^3 / \text{h} \text{ депониски гас}$$

Ако сметаме дека со степен на искористеност на моторот од 0,40 и топлинска вредност на депонискиот гас од 4,66 kWh/m³ добиваме да потенцијалната снага би изнесувала :

$$1014 \text{ m}^3 \cdot 0.40 \cdot 4.66 \text{ KWh/m}^3 = 1890 \text{ KWh} = 1.89000000000 \text{ MWh}$$

Земајќи ја количината на отпадот која е собрана во Вардаскиот регион постојат реални услови за искористување на депонискиот гас. Но, пред сè, од голема важност е одредувањето на регионална депонија, локацијата и местото со што искористувањето би било поголемо.

13. ЗАКЛУЧОК

Правилното собирање и третирање на отпадот претставува најголем предизвик во современото општество со цел за постигнување на најповолни ефекти по животната средина, така што секое неправилно третирање би имало негативни последици. Користењето на комуналниот отпад во енергетски цели посебно за производство на енергија има повеќе позитивни ефекти.

Сегашната состојба со управувањето со отпадот во Македонија може да се карактеризира како супстандардна во поглед на човечките и финансиските ресурси, како и недоволна и неефективна во поглед на мониторингот и спроведувањето на прописите, што резултира во различни дисфункционални системи во општеството и во многу сродни негативни ефекти врз животната средина и врз здравјето на луѓето. Се карактеризира со висок процент на биоразградив материјал и во потполност одговара на оној кој на светско ниво е дефиниран како типичен за земји во развој, односно транзиција.

Сепак, организирањето на собирање и третирање на комунален отпад, засега сè уште не е решено што би овозможило поволна енергетска валоризација и недостасува современ начин на сепарација на самото место како и понатамошно сепарирање.

Од анализата којашто е направена во Вардарскиот регион и врз основа на комплексноста на самиот процес може да заклучиме дека како поволно решение е користењето на процес на инсинерација и искористување на депониски гас. Врз основа на добиените податоци за количината на отпадот и вкупната енергетска моќ на комуналниот отпад се дојде до процена дека е можна изградба на постројка со снага од 130 MWh при процес на инсинерација и искористеност на депониски гас со потенцијална снага од 1890 KWh, односно 1,890 MWh. Сепак, за проверка на ваквите можности потребно е да се изработат дополнителни студии за исплатливоста, бидејќи овие вредности се ориентациони и треба да се проверат со детална анализа.

Проблемите со комуналниот отпад, посебно во искористување во енергетски цели е од голем приоритет кои придонесува за заштита на животната средина.

14. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

- Државен завод за статистика на Р. Македонија ЖИВОТНА СРЕДИНА – ENVIRONMENT 2015
- Енергетските можности на Македонија, Скопје, 2014
- Зборник на трудови, Втора Меѓународна конференција Скопје 2011, ОДРЖЛИВО УПРАВУВАЊЕ СО МАТЕРИЈАЛИ – ЕКОНОМСКА ОПРАВДАНОСТ ВО ПОСТАПУВАЊЕ СО ОТПАДОТ
- Квалитетот на животната средина во Република Македонија — Годишен извештај за 2009
- Компаративна студија за управување со цврст отпад (ЦО) Македонија и Шведска
- Министерство за животна средина <http://www.moepp.gov.mk>.
- Министерство за животна средина и просторно планирање (2008-2020) Стратегија за управување со отпад на Република Македонија
- МАНУ, СТРАТЕГИЈА ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕТО НА ОБНОВЛИВИТЕ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА ДО 2020 ГОДИНА, Скопје, јуни 2010
- Национален план за управување со отпад (2009-2015)
- ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА ЗА СОБИРАЊЕ И ТРАНСПОРТИРАЊЕ НА КОМУНАЛНИОТ ОТПАД ОД ПОДРАЧЈЕТО НА ГРАД СКОПЈЕ ВО 2014 ГОДИНА
- Обновливи извори на енергија и енергетска ефикасност во руралните средини во Република Македонија Скопје 2009
- Прирачник за обновливи извори на енергија www.ener-supply.eu,
- ПРЕГЛЕД и препораки кон состојбата со енергетиката и животната средина со анализа на спроведувањето на Европските директиви за енергетика во примарната легислатива на Република Македонија
- Состојбата со депонии за отпад во Република Македонија
Олгица ДИМИТРОВСКА, Ивица МИЛЕВСКИ – институт за географија, ПМФ
- Физибилити студија за утврдување на потенцијалите на Вардарскиот плански регион за искористување на обновливи извори на енергија April, 2012 godina
- Мијаковски В., Обновливи извори на енергија, Книга 1: Основи, Технички факултет – Битола, 2009.

- Славе Арменски: "Обновливи извори на енергија", Студентски збор, Скопје, 2004
- Ангеловски Бојан - Магистерски труд ,Април 2012
- Софче Трајкова – Магистерски труд, Мај 2011
- Златко Костовски – Магистерски труд, Март 2012
- Игор Ристевски – Магистерски труд. Мај 2012
- Assessment of waste management technology using BATNEEC options, technology quality method and multi-criteria analysis
Agnieszka Generowicz a, Joanna Kulczycka b,* , Zygmunt Kowalski c, Marcin Banach c
Journal of Environmental Management 92 (2011) 1314e1320
- "A Guide to Cogeneration", The European Association for the promotion of Cogeneration, Brussels, 2001
- "Biomass As A Renewable Energy Source ", Royal Commission on Environmental Pollution, Westminster, 2004
- "Cogeneration (CHP) Technology Portrait", Graz University of Technology, Energy Technology Austria, Vienna, 2002
- Environmental evaluation of municipal waste prevention
Emmanuel C. Gentil, Daniele Gallo, Thomas H. Christensen Waste Management 31 (2011) 2371–2379
- Energy from Waste – Clean, efficient, renewable: Transitions in combustion efficiency and NOx control M.H. Waldner a, R. Halter a, A. Sigg a, B. Brosch b, H.J. Gehrman c, M. Keunecke a, Waste Management 33 (2013) 317–326
- Energy and Environment Basics" Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, September 1997
- Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial © 2005 by Taylor & Francis Group, LLC
- "Review of Biomass Fuels and Technologies", Yakima Country Public Works Solid Waste Division, November, 2003
- Journal of Environmental Management 92 (2011) 1314e1320
- Waste Management 31 (2011) 2371–2379 Environmental evaluation of municipal waste prevention Emmanuel C. Gentil, Daniele Gallo, Thomas H. Christensen Department of Environmental Engineering, Building 115, Technical University of Denmark, DK-2800 Kongens Lyngby, Denmark

- Planning for Waste Management Facilities: A Research Study August 2004 Enviro Consulting Office of the Deputy Prime Minister: London

- Donald L. Klass: "Encyclopedia of Energy, Volume 1: Biomass for Renewable Energy and Fuels", 2004

http://en.wikipedia.org/wiki/Hazardous_waste

<http://www.environment-agency.gov.uk/business/topics/waste/32180.aspx>

<http://www.osha.gov/SLTC/hazardouswaste/index.html>

<http://www.epa.gov/osw/hazard/>

http://ec.europa.eu/environment/waste/hazardous_index.htm

<http://www.energy.gov/>

<http://www.unece.org/env/welcome.html>

<http://energetskaefikasnost.info/gubreto-voopshto-ne-se-koristi-za-proiz/>

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF>

<http://www.irena.org/home/index.aspx?PriMenuID=12&mnu=Pri>

http://www.eu-bee.eu/_ACC/_components/ATLANTIS-

[DigiStore/BiomassMacedoniac77c.pdf?item=digistorefile;143615;837¶ms=open;gallery](http://www.eu-bee.eu/_ACC/_components/ATLANTIS-DigiStore/BiomassMacedoniac77c.pdf?item=digistorefile;143615;837¶ms=open;gallery)

<http://www.epa.gov/>

<http://www.bef->

[de.org/fileadmin/files/Publications/Waste/eu_waste_management_mk.pdf](http://www.bef-de.org/fileadmin/files/Publications/Waste/eu_waste_management_mk.pdf)

<http://www.khigiena.com.mk/Default.asp>

<http://www.worldbank.org/>