

БИОРАЗГРАДЛИВИОТ ОТПАД, ИДЕАЛНА СУРОВИНА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАС

Краток извадок

Денеска, кога Светот се соочува со сè поголема потреба од енергија, а како последица на тоа, сè поголема е експлоатацијата на природните ресурси, нараснува проблемот со загадувањето на животната средина и глобалното затоплување. Според тоа, прашањето за пронаоѓање и користење на алтернативни и чисти извори на енергија, се наметнува само по себе.

Проблемот со загадувањето на животната средина и потребата од обновливи извори на енергија, го зголемија интересот за издвојување на повеќе средства за научно-истражувачка работа за искористување на биоразградливиот отпад, така што во многу земји се градат сè повеќе постројки кои користат биомаса за производство на биогаз.

Една од научно-истражените постапки е производството и користењето на биогазот од органскиот отпад, со постапка на анаеробна дигестија. Со дигестија на биоразградливиот отпад во анаеробни услови, без присуство на кислород, се ферментира отпадот и се добива биогаз како енергенс, а истовремено, значително се намалуваат паразитите и патогените бактерии за повеќе од 90% со што се заштитуваат подземните води, се намалува одлагањето на отпадот на депониите кој предизвикува загадување на водите и земјиштето, а се добива и квалитетно ѓубриво за земјодеството и други потреби.

Биогазот е многу интересен и значаен извор на енергија. Сите органски материи кои потекнуваат од косење трева, сечење гранки, отпадоците од фармите (пилешки, свински, кравски, овчи и др.), растителна отпадна биомаса од земјоделското производство, можат да се користат како сировина за производство на биогаз.

Македонија располага со големи количини од овој тип отпад, па од тие причини има добар предуслов за економично користење на истите и од нив да се добие електрична енергија и топлина.

Со ова се отвораат и можности за слободен пазар на произведена електрична енергија од биогаз или произведен метан како гас, за сите

потрошувачи, почнувајќи од најголемите, па се до индивидуалните домаќинства, стопанските субјекти, а особено претпријатијата за гасификација на градовите, плинските станици и други.

Клучни зборови:

Енергија, метан, топлина, органско ѓубриво

BIODEGRADABLE WASTE, IDEAL MATERIAL FOR BIOGAS

Abstract

Today, when the world is facing a growing need of energy, and consequently, greater exploitation of natural resources, grows the problem of environmental pollution and global warming, the issue of finding and using alternative and clean sources energija, imposes itself.

The problem with environmental pollution and the need for renewable energy sources, increased interes to allocate more funds for scientific research for utilization of biodegradable waste, so in many countries to build more plants that use biomass to produce biogas.

One scientifically researched procedures, the production and use of biogas from organic waste in the process of anaerobic digestion. By digestion of biodegradable waste under anaerobic conditions in the absence of oxygen, is fermented waste is obtained biogas as fuel while significantly reducing patogeniet parasites and bacteria by 90% in order to protect groundwater decreases disposal of waste landfills causing pollution of water and land, and receives zemjodestvoto quality fertilizer and other necessities.

Biogas is a lot of interesting and important source of energy. All organic matter derived from mowing the grass, cutting branches, waste from farms (chicken, pig, cow, sheep, etc.), vegetable waste biomass from agricultural production, can be used as raw material for biogas production.

Macedonia has a large amount of this type of waste, and therefore has a good prerequisite for the economic use of them and they make electricity and heat.

This opens opportunities for free market electricity from biogas or methane produced as gas for all consumers, starting with the largest, to individual households, business entities, especially enterprises gasification of cities the gas stations and others.

Key words

Energy, methane, heat, organic manure

СОДРЖИНА

КРАТОК ИЗВАДОК	1
ABSTRACT	2
ЛИСТА НА ТАБЕЛИ	6
ЛИСТА НА СЛИКИ	7
ЛИСТА СО КРАТЕНКИ	8
1. ВОВЕД	9
2. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	11
3. БИОРАЗГРАДЛИВ ОТПАД - БИОМАСА	12
3.1. Податоци за биомаса и биогаз	31
4. ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕ НА БИОМАСАТА	38
4.1. Создавање на биогаз	38
4.2. Процес на ферментација	42
4.3. Инсталација за производство на биогаз	45
4.4. Преносни биогаз системи - карактеристики	50
5. ПРОИЗВОДИ ОД ТЕХНОЛОШКИОТ ПРОЦЕС	52
5.1. Биогаз	52
5.2. Метан	52
5.3. Ферментиран остаток, биогазиво	53
6. КОЛКУ И КАКОВ ОТПАД СОЗДАВАМЕ	55
6.1. Расположливи количини на биоразградлив отпад од регионот на Прилеп	55
6.1.1. Комунален отпад	55
6.1.2. Депонија за цврст отпад	59
6.1.3. Пречистителна станица за отпадни води	59
6.1.4. Отпадоци од гума	61
6.1.5. Отпадоци и остатоци од агрокомплексот	62
6.1.6. Отпад од фармите	64
6.2. Дополнителни количини на биоразградлив отпад	67
6.3. Производствени податоци за регионот на Прилеп	68
7. ПОТЕНЦИЈАЛНИ КОРИСНИЦИ НА БИОГАСОТ	71
7.1. Гасификација на Прилеп	71
7.2. Биогаз-пумпи	72

7.3. Сервис за производство, инсталирање и одржување	74
8. ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ	76
9. ЗАКЛУЧОК	77
10. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	78

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ

Табела 1. Вид биоразградлив отпад како суровина	15
Табела 2. Количество од екстремитети на животни и живина	23
Табела 3. Количество биогаз од различни видови супстрат	24
Табела 4. Производство на биогаз од 1 тон течен материјал	26
Табела 5. Принос на биогаз и метан од различни суровини	27
Табела 6. Енергетска вредност на горива од биомаса	28
Табела 7. Искористеност и состав на гасот при разградување на јаглено-хидрати, масти и протеини	29
Табела 8. Принос на биогаз од сува материја	30
Табела 9. Стандардни системи	40
Табела 10. Содржина на комуналниот отпад во Прилеп	57
Табела 11. Видови отпад кои се собираат	58
Табела 12. Количество отпадни води	60
Табела 13. Количество отпадно дрво	62
Табела 14. Количество отпад од агрокомплексот	64
Табела 15. Количество отпад од фармите	67
Табела 16. Вкупно количество биоразградлив отпад од регионот на Прилеп	67
Табела 17. Вкупно количество биоразградлив отпад од регионот на Прилеп и количество добиен гас, а и соодветно електрична енергија	70

ЛИСТА НА СЛИКИ

Графикон 1. Содржина на биогазот	34
Слика 1. Главни компоненти на постројката за биогаз од земјоделството	44
Слика 2. Постројка за добивање биогаз	45
Слика 3. Типична технолошка линија на инсталација за производство на биогаз	48
Слика 4. Преносни биогаз-системи	50
Слика 5. Примери од биогаз постројки	51
Графикон 2. Содржина на комуналниот отпад во Прилеп	57

ЛИСТА СО КРАТЕНКИ

ЕУ -	Европска унија
t/god -	Тони / годишно
Nm ³ /t -	Њутн метри кубни / тон
% -	Проценти
Nm ³ -	Њутн метри кубни
m ³ /t -	метри кубни / тон
MJ/kg -	Мега џули / килограм
kWh/kg -	Киловат часови / килограм
L/kg -	Литри / килограм
m ³ -	Метри кубни
kWh -	Киловат часови
t/ha -	Тони / хектар
kg -	Килограм
m ³ /kg -	Метри кубни / килограм
MJ/m ³ -	Мега џули / метар кубен
CH ₄ -	Метан
CO ₂ -	Јаглерод диоксид
SO ₂ -	Сулфур диоксид
H ₂ S -	Сулфуроводород
pH -	Пе ха вредност
g/mol -	Грам / мол
kg/m ³ -	Килограм / метри кубни
l/sec -	Литри / секунда
t/den -	Тони / ден
Ha -	хектари

1. ВОВЕД

Брзиот развој на општеството кој се појавува како последица на техничко-технолошката револуција којашто секогаш е во тек, се заснова на можностите за задоволување на сè поголемите потреби од енергија.

Заради неусогласеноста на потребите од енергија и можностите за нејзиното обезбедување, се случуваат енергетски кризи, а како последица на тоа е зголемената заинтересираност за подобро и порационално користење на постојните, но и на нови обновливи извори на енергија.

Поттикнувањето за користење на обновливите извори на енергија е стратешка цел на ЕУ, бидејќи е во согласност со Стратегијата за одржлив развој и овозможува остварување на целите од Кјото протоколот во смисла на намалување на емисиите на стакленичките гасови и заштитата на животната средина.

Обновливи или алтернативни извори на енергија веќе се користат, но некои се во развојна фаза и нивната примена допрва се очекува да се развие.

Паралелно со енергетските кризи, во светот се случува и една друга криза, глобалната еколошка криза, којашто е создадена како резултат на проблемите со одлагањето на отпадот, бидејќи неконтролирано и неодговорно одложен отпад, го загрозува здравјето на луѓето и животната средина.

Поради тоа, во рамките на глобалната економска политика, се покренува и прашањето за производство на енергија од Биомаси и отпад.

Со оглед на тоа што постои сè поголема загриженост за преголемото испуштање на стакленички гасови во атмосферата и нивното влијание за намалување на озонот, неговото влијание врз здравјето на луѓето и глобалното затоплување, повторно се проучувани добро познатите технологии за производство на биогаз од отпад.

Преку процеси на анаеробна ферментација на биоразградливиот отпад, се добива биогаз кој најмногу содржи метан како енергетски ресурс, потоа јаглероден диоксид, а помалку водород, кислород, амонијак и друго.

Во светот веќе наголемо се востановени различни технологии за искористување на биомасите како обновлив енергенс за добивање електрична и топлинска енергија, како и горива за возилата.

Во Европската унија инсталирани се повеќе стотини поголеми и помали инсталации за производство на биогас како гориво во постројки за добивање електрична енергија, постројки за процесна топлина, гориво за возилата и друго.

Енергетскиот потенцијал на биомасите кај нас е значаен до тој степен што ниедна енергетска стратегија не смее да го занемари.

Со овој материјал сакам да придонесам за подобро разбирање и развој на производството на биогасот, свесен дека материјалот не е идеален, но во секој случај ќе пополни барем дел од познавањата на оваа проблематика, и ќе обнови или покрене иницијативи за преземање на соодветни активности.

2. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Брзиот раст на технологијата, придонесува за зголемување на потребите од енергија. Но, со користење на фосилните горива, се зголемуваат емисиите на стакленичките гасови, а со тоа и загадувањето на животната средина. Од тие причини потребно е изнаоѓање на нови обновливи или алтернативни извори на енергија. Голем дел од овие алтернативни или обновливи извори се користат во светот, но исто така дел од нив сè уште не се добро истражени. Целта на ова истражување е да ги видиме можностите кои ги има во Македонија за користење на алтернативните или обновливите извори на енергија. Како алтернативни или обновливи извори можеме да ги спомнеме: хидроенергија, фотоволтаични системи, сончеви колектори, геотермални потенцијали, ветерници, биомаса и друго. Дел од овие извори веќе се користат во Република Македонија, но дел од нив сè уште се во почетна фаза и не се доволно искористени.

Република Македонија располага со голем воден потенцијал, кој може да се искористи за инсталирање на хидроцентрали.

3. БИОРАЗГРАДЛИВ ОТПАД - БИОМАСА

Како биомаса, во склад со Директивата на ЕУ (1.2) се подразбираат биолошки разградливи материјали добиени од земјоделство, сточарство и со нив поврзаните индустрии и дејности, како и биолошки разградливиот дел од индустрискиот и комуналниот градски отпад.

Биомасата е органски материјал кој потекнува од живите организми; растенија, животни, човекот и микроорганизмите, а која во себе содржи складирана енергија од Сонцето, при што ја врзуваат сончевата енергија преку процесот на фотосинтеза.

Биомасата по своите карактеристики е многу квалитетно гориво со тоа што за нејзиното користење треба да се преземаат активности за: собирање, транспорт, складирање, третман и слично.

После јагленот и нафтата, во светски размери, биомасата е најголем класичен примарен енергетски извор како обновлива и широко распространета суровина, за разлика од фосилните горива, чии количини се ограничени и исцрпливи.

Биомасата може да се смета за стратешки ресурс бидејќи е не само обновлива, туку е и достапна насекаде и од неа може да се добијат производи важни за напредокот на човекот, со што ќе може да се подобри социоекономскиот статус.

Тоа што биомасата ја прави конкурентна е што истата не спаѓа во групата загадувачи на животната средина, не содржи сулфур, при што со нејзина преработка не се ослободува сулфурдиоксид, а отпадот од постапките со биомасите се користи како многу добро минерално ѓубриво.

Согласно Законот за управување со отпадот, биоразградлив отпад е секој отпад што може да биде разграден со анаеробни (без присуство на кислород) или аеробни (со присуство на кислород) процеси на разградба; како што е отпадот од храна, градинарски отпад, хартија и картони.

Бројни научни и практични испитувања насочени се на можноста за искористување на биомасите за добивање биогаз, како потенцијален енергенс. Општо земено, сите органски материјали се подложни на ферментација, од кои процеси се добива биогаз.

Отпадот кој се создава во земјоделството, шумарството, прехранбената и дрвната индустрија, претставува количински значаен дел во вкупно создадениот отпад.

Биоразградливиот отпад од домаќинствата, зелениот отпад од градските зелени површини и одвоено собраниот биоотпад, исто така претставуваат значаен дел од вкупно создадениот отпад.

Во сточарството се создаваат големи количини на остатоци (гној и урина) кои заедно со постилките создаваат гноиво, биомаса што може понатаму да се искористува.

Освен саканите производи (млеко, месо), интензивното сточарство генерира и нус производи со ограничена применливост како што се фекалии, гноива, кои треба да се отстранат, односно адекватно да се искористат.

Најголеми производители на суровина за инсталации за производство на биогас се: животинските фарми, кланици, ресторани, болници и сите други субјекти кои продуцираат органски отпад.

Одгледувањето на растенија за добивање поголема биомаса, набрзо ќе стане баран бизнис, ќе заживее земјоделството, обработливото земјиште ќе биде заштитено, водотеците ќе бидат сочувани.

Растенијата со голема содржина на скроб и маслени материи се потенцијален избор за биомаса, а посебно се испитуваат генетски модифицирани дрвенасти растенија и одгледување на брзорастечки специјални видови врби и јаблани.

Во комуналниот отпад, главно доминираат отпадни материјали кои можат да се користат во енергетски цели.

Животински отпад се создава и во кланиците, објектите за преработка на месо, риба, јајца, млеко, ладилниците, складиштата, пазарите, продавниците за месо, рибарниците, угостителството, објектите за товење и држење на животни, и насекаде каде што се држат животни, се одгледуваат и се произведуваат производи од животинско потекло.

Овие видови отпад претставуваат огромни количини на суровина за инсталациите за анаеробна ферментација и добивање на биогас како енергенс и компост како квалитетно ѓубриво.

Биомасата претставува обновлив извор на енергија, а од техничка односно електроенергетска точка на гледање, најважни органски материјали за добивање на биогас се:

-Комунален отпад:

- ❖ Комуналните отпадни води, канализациона вода
- ❖ Отпад од септички јами
- ❖ Талог од фекална канализација
- ❖ Мил од пречистителни станици
- ❖ Комуналниот цврст отпад; органски дел одложен на депонија
- ❖ Комунален цврст отпад, новосоздаден
- ❖ Отпад од одржување паркови и градини

-Земјоделско стопански отпад

- ❖ Отпад од оранжери
- ❖ Животинско гноиво, шталски отпад, осока
- ❖ Живинарско гноиво
- ❖ Отпад од овоштарници; дрвен, плодови
- ❖ Отпад од зеленчук
- ❖ Земјоделски остатоци; слама, царевковина, окласок, стебла, коски, луспи,
- ❖ Плантажно одгледување на растенија наменети за биомаса

-Индустрискиот органски отпад:

- ❖ Дрвна индустрија; одржување шуми, обработка на дрво, градежни дрвени остатоци,
- ❖ Остатоци од хемиска индустрија,
- ❖ Прехранбена индустрија
- ❖ Пиварска индустрија
- ❖ Фармацевтска индустрија
- ❖ Индустрија за хартија

-Отпад од кланици, лешеви

-Кујнски отпад, ресторани

-Медицински отпад

-Други видови биоразградлив отпад

Табела 1. Вид биоразградив отпад како сировина

Table 1. Type of biodegradable waste as a raw material

Ред. Број / No.	Отпад / Waste		Број од Листата на видови отпад / Number of the list of types of waste
I.	Група/Group	Отпад од земјоделство, хортикултура, аквакултура, шумарство, лов и риболов, подготовка и преработка на храна/ Waste from agriculture, horticulture, aquaculture, forestry fishing and hunting, preparation and utilization of food	02
1	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од земјоделство, хортикултура, аквакултура, шумарство, лов и риболов/ Waste from agriculture, horticulture, aquaculture, forestry fishing and hunting	02 01
1.1.	Вид на отпад / Type of waste	Отпад од животинско ткиво/ Waste from animal tissue	02 01 02
1.2.	„	Отпад од растително ткиво/ Plant tissue waste	02 01 03
1.3.	„	Животински измет, урина и ѓубриво (гној), отпадни води посебно собрани/ Animal dung, urine and	02 01 06

		manure (pus), effluent collected separately	
1.4	„	Отпад од експлоатација на шумите/ Waste from exploitation of forests	02 01 07
2.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од подготовка и преработка на месо, риба и друга храна од животинско потекло/ Waste from the preparation and processing of meat, fish and other foods of animal origin	02 02
2.1.	Вид на отпад / Type of waste	Мил од миење и чистење/ Sludge from washing and cleaning	02 02 01
2.2.	„	Отпад од животинско ткиво/ Waste from animal tissue	02 02 02
2.3.	„	Материјали несоодветни за консумирање или преработка/ Materials for non appropriate to the consumption or processing	02 02 03
2.4.	„	Мил од третирање на отпадни води на местото каде се создаваат/ Sludge from wastewater treatment to where produced	02 02 04
3.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од подготовка и преработка на овошје, зеленчук, житни култури, масло за јадење, какао, кафе, чај/ Waste from the preparation and processing of fruit, vegetables, cereals, cooking oil cocoa, coffee, tea	02 03
3.1.	Вид на отпад / Type of waste	Мил од миење, чистење, лупење, центрифугирање и сепарирање/ Sludge from washing, cleaning, peeling, centrifuging and separation	02 03 01

3.2.	„	Материјали несоодветни за консумирање или преработка/ Materials are not appropriate to the consumption or processing	02 03 04
3.3.	„	Мил од третирање на отпадни води на местото каде се создаваат/ Sludge from wastewater treatment to where produced	02 03 05
4.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од индустрија за млечни производи/ Waste from dairy industry	02 05
4.1.	Вид на отпад / Type of waste	Материјали несоодветни за консумирање или преработка/ Materials are not appropriate to the consumption or processing	02 05 01
4.2	„	Мил од третирање на отпадни води на местото каде се создаваат/ Sludge from wastewater treatment to where produced	02 05 02
5.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од индустрија за пецива и слатки/ Waste from industry baked goods and sweets	02 06
5.1.	Вид на отпад / Type of waste	Материјали несоодветни за консумирање или преработка/ Materials are not appropriate to the consumption or processing	02 06 01
5.2.	„	Мил од третирање на отпадни води на местото каде се создаваат/ Sludge from wastewater treatment to where produced	02 06 03
6.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од производство на алкохолни и безалкохолни пијалаци/ Waste from the production of alcoholic and non-alcoholic drinks	02 07

6.1.	Вид на отпад / Type of waste	Отпад од дестилација на алкохоли/ Waste from the distillation of alcohol	02 07 02
6.2.	„	Материјали несоодветни за консумирање или преработка/ Materials not appropriate to the consumption or processing	02 07 04
6.3.	„	Мил од третирање на отпадни води на местото каде се создаваат/ Sludge from wastewater treatment to where produced	02 07 05
II.	Група/Group	Отпад од преработка на дрво и производство на панели и мебел, пулпа, хартија и картон/ Waste from wood processing and the production of panels and furniture, pulp, paper and board	03
1.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од преработка на дрво и производство на панели и мебел / Waste wood processing, and the production of panels and furniture	03 01
1.1.	Вид на отпад / Type of waste	Отпадна кора и плута/ Waste bark and cork	03 01 01
1.2.	„	Стружинки, сеченки, деланки, дрво, делови од штици и фурнир што не содржат опасни супстанции/ cut-outs, chips, wood, pieces of boards and veneers that do not contain hazardous substances	03 01 05

2.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од производство и преработка на пулпа, хартија и картон/ Waste from the production and processing of pulp, paper and board	03 03
2.1.	Вид на отпад / Type of waste	Отпадна кора од дрво/ Waste tree bark	03 03 01
2.2.	„	Зелен мил од преработка на течност за извривање/ Green kind of processing fluid boilings	03 03 02
2.3.	„	Отпад од сортирање на хартија и картон наменети за рециклирање/ Wastes from sorting of paper and cardboard destined for recycling	03 03 08
2.4.	„	Остатоци од влакна, мил од влакна полнила и превлеки од механичка сепарација/ Remains of fiber sludge from fiber fillers and coatings of mechanical separation	03 03 10
III.	Група/Group	Отпад од пакување, апсорбенти, крпи за бришење, материјали од филтри и заштитна облека што не е специфициран поинаку/ Packaging waste, sinks, towels, supplies of filters and protected clothing that is not otherwise specified	15
1.	Подгрупа/ Subgroup	Пакување (вклучувајќи го и пакувањето издвоено од комуналиот отпад)/ Packaging (including packaging waste separately from communal waste)	15 01

1.1.	„	Пакување од дрво/ Packing wood	15 01 03
1.2.	„	Пакување од текстил/ Textile packaging	15 01 09
IV.	Група/Group	Отпад од постројките за постапување со отпадот, постројките за обработка на отпадна вода, надвор од местото на создавање и за подготовка на вода за пиење и вода за индустриска употреба/ Waste treatment plants for waste treatment plants sewage outside their place of creation and preparation of drinking water and water for industrial use	19
1	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од аеробна обработка на цврст отпад/ Waste from aerobic treatment of solid wastes	19 05
1.1.	Вид на отпад / Type of waste	Некомпостирана фракција од комунален и сличен отпад/ Non-composted fraction of municipal and similar waste	19 05 01
1.2.	„	Некомпостирана фракција од животински и растителен отпад/ Non-composted fraction of animal and vegetable waste	19 05 02
1.3.	„	Компост што не ги задоволува спецификациите за квалитет/ Compost that does not meet quality specifications	19 05 03
2.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од анаеробна обработка на цврст отпад/ Waste from anaerobic treatment of solid wastes	19 06

2.1.	Вид на отпад / Type of waste	Течност од анаеробна преработка на комунален отпад/ Liquid from anaerobic treatment of municipal waste	19 06 03
2.2.	„	Остаток од дигестија при анаеробна преработка на комунален отпад/ Residue from anaerobic digestion of municipal waste processing	19 06 04
2.3.	„	Течност од анаеробна преработка на животински и растителен отпад/ Liquid from anaerobic treatment of animal and vegetable waste	19 06 05
2.4.	„	Остаток од дигестија при анаеробна преработка на животински и растителен отпад / Residue from anaerobic digestion treatment of animal and vegetable waste	19 05 06
3.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од станици за прочистување на отпадни воид што не се поинаку специфицирани/ Waste stations for waste wasters that are not otherwise specified	19 08
3.1.	Вид на отпад / Type of waste	Мил од преработка на комунални отпадни води/ Sludge from the processing of municipal wastewater	19 08 05
3.2.	„	Смеса од мазива и масла од разделување на масло од вода што содржат само масла и масти за јадење/ A mixture of grease and oil from the separation of oil from water containing only oils and fats for eating	19 08 09

4.	Подгрупа/ Subgroup	Отпад од механичка обработка на отпад, неспецифициран на друг начин/ Waste from mechanical treatment of waste not otherwise specified	19 12
4.1.	„	Текстил/ Textiles	19 12 08
V.	Група/Group	Комунален отпад, отпад од домаќинства и сличен отпад од комерцијална, индустриска и административна дејност/ Municipal waste, household waste and similar waste from commercial, industrial and administrative activity	20
1.	Подгрупа/ Subgroup	Одвоено собрани фракции/ Separately collected fractions	20 01
1.1.	Вид на отпад / Type of waste	Биоразградив отпад од кујни и кантини/ Biodegradable waste from kitchens and canteens	20 01 08
1.2.	„	Масло и масти за јадење/ Oil and fats	20 01 25
2.	Подгрупа/ Subgroup	Градинарски отпад и отпад од паркови/ Garden waste and parks	20 02
2.1.	Вид на отпад / Type of waste	Биоразградив отпад/ Biodegradable waste	20 02 01
3.	Подгрупа/ Subgroup	Друг комунален отпад/ Another municipal waste	20 03
3.1.	Вид на отпад / Type of waste	Измешан комунален отпад/ Mixed municipal waste	20 03 01
3.2.	„	Отпад од пазари/ Waste from markets	20 03 02

3.3.	„	Мил од септички јами/ Sludge from septic tanks	20 03 04
3.4.	„	Отпад од чистење канализација/ Waste from sewage cleaning	20 03 06

Според листата на видовите отпад, според оваа класификација, не можат да му се припишат карактеристики на опасен отпад.

Постојат верификувани, искусвени податоци за количината на биогаз што може да се генерира од различни видови биоразградлив отпад, енергетскиот потенцијал и енергетската вредност на биомасите.

Информативните податоци се врз база на искуства од разни производители на биогаз и опрема за инсталации за производство на биогаз.

Разликите во еднородните информации се како резултат на составот на биомасата, и начинот на практикување на технолошките процеси.

Табела 2. Количество од екстремитети на животни и живина

Table 2. Quantity of the limbs of animals and poultry

Животно-Живина / Animal-Poultry	Екстремитети т/год (5-10% сува маса) / Limbs t / yr (5-10% dry mass)
Говедо / Beef	14
Свиња / Pig	1,5
Овца / Sheep	0,85
Живина / Poultry	0,04

Табела 3. Количество биогаз од различни видови супстрат

Table 3. Amount of biogas from different substrate types

Супстрат / Substrate	Удел на органска сува материја / Share of organic dry matter	Количина биогаз / Quantity of biogas Nm ³ /тон	Учество на метан во / Share of Methane in %
Гнојница од товни говеда / manure of the fattened cattle	85,0	34,0	55,0 или 18,7 Nm ³
Гнојница од млечни говеда / manure of dairy cattle	85,0	20,2	55,0 11,11
Свинска гнојница / pig manure	85,0	20,4	60,0 12,24
Коњски гној / horse manure	75,0	63,0	55,0 34,64
Говедски гној / cattle manure	80,0	90,0	55,0 49,50
Свински гној / pig manure	82,5	74,3	60,0 44,58
Овчки гној / sheep manure	80,0	108,0	55,0 59,40
Гној од живина / Manure poultry	75,0	56,3	65,0 36,60
Слама јачмен / barley straw	93,7	312,0	50,5 157,56
Слама зоб	93,5	313,9	50,7 159,15
Слама рж / rye straw	94,4	285,5	50,9 145,32
Слама пченица / wheat straw	91,9	291,8	50,8 148,23
Зоб зрно	96,7	501,1	54,1 271,10

Царевка зрно / corn grains	98,3	590,3	52,8	311,68
Семки маслена репка / Seeds of oil turnip	95,5	644,5	65,7	423,44
Рж зрно / rye grains	97,8	597,0	52,0	310,44
Тритикала зрно / triticale grains	97,7	586,7	52,4	307,43
Пченица зрно / wheat grains	98,1	598,2	52,8	315,85
Овошна комиња, јаболка / Fruit marc, apples	97,6	111,6	51,7	57,70
Погача од коски 15% масти / Expeller bones 15% fat	91,7	572,3	64,4	368,56
Погача од лен / Expeller linen	93,6	509,4	60,4	307,68
Остаток од екстракција на царевковини клици	95,7	573,1	52,6	301,45
Остаток од екстракција на палма / Residue from the extraction of palm tree	95,7	499,1	54,2	270,51
Остаток од екстракција на маслена репка / Residual extraction from oil turnip	92,1	496,1	59,8	296,67
Остаток од екстракција на сончоглед / Residue	93,0	420,5	61,3	257,77

from the extraction of sunflower			
Погача од ладно пресување на сончоглед / Expeller cold pressing of the sunflower	91,9	438,4	62,8 275,32

Табела 4. Производство на биогаз од 1 тон течен материјал

Table 4. Production of biogas from 1 ton of liquid material

Материјал / material	биогаз / biogas Nm³
Биолошки отпад / biological waste	100-200
Отпад од храна / Food waste	120-150
Маст од колектори / Grease collectors	80-150
Користено масло, маст за јадење / Used oil, fat eating	1.000
Млечна сурутка / dairy whey	25
Отпад од кланици / Waste from slaughter houses	100
Течен отпад, балера / Liquid waste, manure	20-70
Дестилерија / distillery	20

Табела 5. Принос на биогаз и метан од различни сировини

Table 5. Contribution of biogas and methane from different raw materials

Сировина / Raw materials	Принос на метан / Contribution of methane %	Принос на биогаз / Contribution of Biogas m³/t свеж субстрат / fresh substrat
Говедска гнојница / bovine manure	60	25
Прасечка гнојница / pig's manure	65	28
Житни остатоци од дестилација / Cereal residues from distillation	61	40
Говедски гној / bovine manure	60	45
Прасечки гној / pig's manure	60	60
Живински гној / poultry manure	60	80
Смеса / mixing	53	88
Органски отпадоци / organic waste	61	100
Шекерна трска / sugarcane	54	108
Крмна смеса / fodder mixture	51	111
Тревна силажа / grass silage	54	172
Пченична силажа / wheat silage	52	202

Табела 6. Енергетска вредност на горива од биомаса

Table 6. Energy value of biomass fuel

Биомаса/Гориво / Biomass / Fuel	Содржина на влага / Moisture content %	MJ/kg
Даб / Dab	20	14,1
Бор / Pine	20	13,8
Слама / straw	15	14,0
Семки / Seeds	15	14,2
Репино масло / Repin oil		37,1
Депониски гас / landfill gas		16,0
Гас од дрва / Gas from trees		7,0
Биогас од животински остатоци / Biogas from animal remains		22,0
Природен гас / natural gas		31,7
Водород / hydrogen		10,8
Растителни остатоци / plant remains		6-17
Дрво / Trees		8-19
Етанол / ethanol		26,8
Биодизел / biodiesel		37,2
Нафта / Oil		42
Камен јаглен / hard coal	4	30-35
Мрк јаглен / Coal	20	10-20
Масло за горење / Burning oil		42,7
Биоетанол / bioethanol		25,5

Табела 7. Искористеност и состав на гасот при разградување на јаглено-хидрати, масти и протеини

Table 7. Utilization and composition of the gas in the decomposition of carbohydrates, fats and proteins

Супстрат / Substrate	Количина биогаз / Quantity biogas L/kg	Удел на метанот / Proportion of methane %	Удел на јагленохидратите / Proportion of carbohydrates %	Бруто енергија / Gross power kWh/kg
Јагленохидрати / carbohydrates	790	50	50	4,0
Масти / Fat	1250	68	32	9,9
Протеини / Protein	700	71	29	8,0

Табела 8. Принос на биогаз од сува материја

Table 8. Contribution of Biogas from dry matter

Суровина / Substrate	% сува маса / dry mass	% на органски состојки на сува материја / of organic ingredients dry matter	% на удел на метанот / Proporti on of methane	Nm³ Метан/кг сува маса / dry mass	Nm³ Метан/тон Супстрат / substrate	Nm³ биогаз/ тон
Говедско гноиво / beef manure	3	80-85	55	0,2	4,8	20-34
Свинско гноиво / pig manure	2,5	80-85	60	0,3	6	20
Говедски гној / beef manure	20	80	55	0,2	32	90
Свински гној / pig manure	20	82,5	60	0,3	48	74
Живински гној / poultry manure	20	75	65	0,3	48	56
Содржина од желудник на говеда / content the stomach bovine animals	12	80	-	0,4	38	-
Содржина од желудник на свињи /	12	80	-	0,48	44	-

content the stomach pigs						
Остатоци од екстракција на масленици / remains of extracting olive	90	93	58	0,8	680	500
Зрна од житарки / grains cereals	-	97	52	-	-	590
Слама од житарки / straw cereals	-	93	50	-	-	300
Биоразградлив отпад / biodegradable waste	30-50	85	-	0,4	102	-

3.1. Податоци за биомаса и биогаз

Комуналниот отпад има;

Енергетска вредност – 6 - 15 MJ/kg

Еден тон домашен отпад содржи;

120-200 kg органски материјал

Од 1 тон органски отпад се добива

60-150 m³ Биогаз (50-60% метан), што е еквивалент на 35-70 литри течно гориво

Од 1 тон органски отпад може да се добие;

До 100 m³ метан, односно

0,235 MWh електрична енергија и

0,155 MWh топлинска енергија

350 kg компост ђубре

450 kg течно ђубриво

Просечно производство на метан од комунален цврст отпад

75-120 Nm³/t

Просечно производство на метан по метрички тон третиран отпад (мил, ђубрива)

50-90 Nm³/t

Од 25 тони органски отпад, се обезбедува

Електрична енергија за 1 домаќинство/годишно

Од 1 хектар земјиште може да се добие како биомаса;

3 t слама од пченица, маслена репа, соја

5 t царевковина

4 t стебла од сочоглед

Од 1 тон силажа; царевка, трева, лисната маса (органска сува материја), се добива;

600-640 m³ биогаз со топлотна вредност

5,5 - 6,0 kWh/m³

Од берба на царевка просечен однос

Зрно : биомаса, изнесува 53:47

Од 1 хектар царевкова силажа, се добива

10.000 m³ биогаз, од кој се добива

22.000 kWh струја и

25.000 kWh топлина

Доволно за околу 5 домаќинства на годишно ниво

Од 1 тон произведена царевка останува

0,89 t биомаса

Од 1 хектар силажа на растителна маса може да се добие

12.000 m³ Биогаз односно

66.000 kWh енергија или истовремено

25.000 kWh струја и

25.000 kWh топлина

Од 1,0 хектар земјиште може да се обезбеди производство на

8.000 m³ Биогаз

При обработка на дрво останува како отпад

35-40%-65% од влезната суровина,

Од сува маса дрвен отпад, од 1 кг, се добива

2 m³ гас со енергетска вредност

1,6-2,4 kWh/ Nm³

Енергетска вредност на растителни остатоци

5,8-16,7 MJ/ kg

Од 1 хектар брзорастечки енергетски насади се добива прираст годишно

Брзорастечки дрва и кинески трски - 17 t/ha

Еукалиптус - 35 t/ha

Зелени алги - 50 t/ha

Тополи, врби - 10-12 t/ha

Брзорастечка трева - 16 t/ha

Со 2,5 кг слама може да заштеди;

1 литар масло за горење

1,06 m³ гас

9,72 kV електрична енергија

2,2 kg дрва

1,94 kg јаглен

Од годишен принос на биомаса од 1 хектар, возило со потрошувачка од 7,4 литри/100 км, може да помине

70-80.000 km

Од индустриски отпадни води (шекерани, меласа, компири, овошни сокови, млекарници, пивара, хартија, целулоза и слични), се произведува метан,

0,20-0,40 m³/ kg ХПК со удел на метан 60-80%

На сточните фарми, може да се произведат

20-40 m³ Биогаз/m³ осока

Од биомаса со мала содржина цврсти материјали, се произведува

1,5-2,5 m³ метан (Биогаз)/m³ реактор, односно

0,25-0,45 m³ Биогаз/kg отпад

Од биомаса со поголема кличина на цврсти материи (25-35%), се произведува

5-8 m³ метан/m³ реактор, односно

0,14-0,20 m³ метан/kg отпад

Еден тон биомаса заменува

0,214 t нафта

Од човечи измет од 70 домови годишни возило може да помине

16.000 km

Отпад од прехранбена индустрија има енергетска вредност од

21-25 MJ/m³ Биогас

Биогасот содржи;

Метан	40-75%
Јаглероден диоксид	25-55%
Водена пареа	0-10%
Азот	0-5%
Кислород	0-2%
Водород	0-1%
Амонијак	0-1%
Сулфуроводород	0-1%

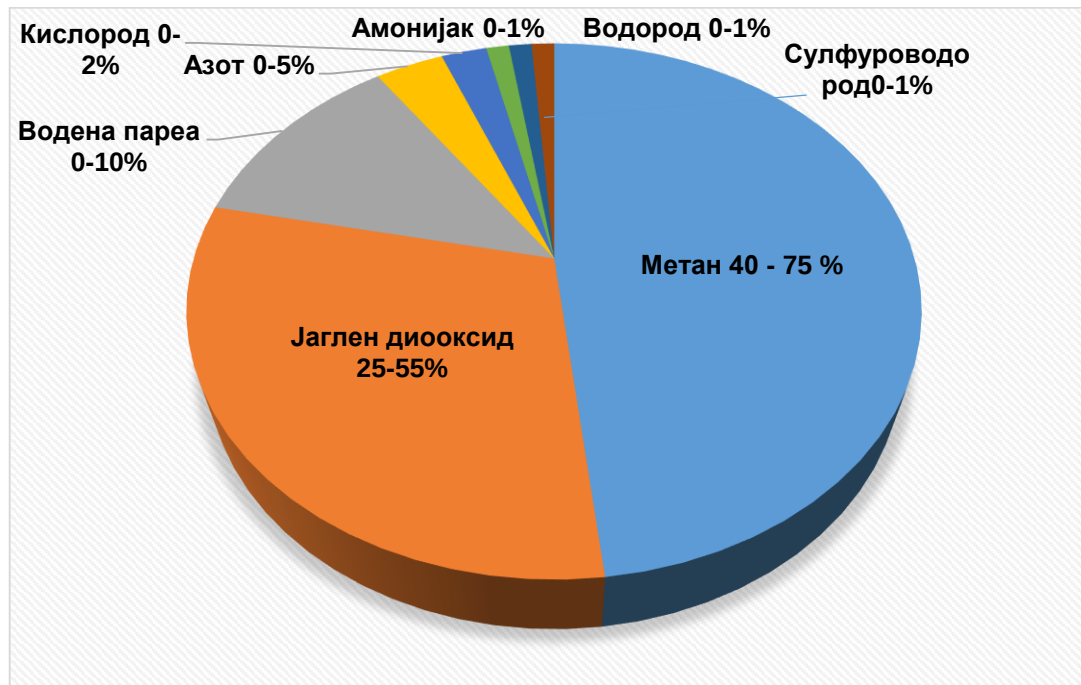


График 1. Содржина на биогасот

Figure 1. Contents of biogas

Биогасот има топлотна вредност

6,5 kWh/Nm³

Биогасот има калориска вредност

20 MJ/Nm³

Биогасот има енергетски потенцијал околу

23 MJ/m³ (25-26 MJ/m³)

Од 1 m³ биогас (65% Метан, 6,4 kWh/m³) се добива

2,5 kWh електрична енергија и

3,3 kWh топлинска енергија

Биогас 1m³ има енергија како;

0,6 L масло за ложење

0,65 Nm³ природен гас

Од сточните фарми, се добива

20-40 m³ биогас/m³ осока

За производство на 1 kW електрична енергија потребно е бала од;

5 крави или

60 свињи или

600 кокошки

Еден kWh електрична и 1,24 kWh термо енергија се добива од;

5-7 kg биолошки отпад

5-15 kg отпад

8-12 kg шталско ѓубре и органски отпад

4-7 m³ комунални отпадни води

За производство на 100 kW електрична енергија, потребно е гној од

30-60 говеда или

400-600 свињи или

32.000-35.000 пилиња, во комбинација со силажа од

30-50 На земјиште

За производство на 1.000 kW електрична енергија, потребно е гној од

2.000-3.000 свињи или

1.800.000 пилиња, во комбинација со силажа од

300-500 на земјиште

За производство на 100 MW електрична енергија, потребна е

Површина од 50.000 на засадена со разни растенија

Од 0,6-1,2 крави молзници (1 условно грло 500 kg), се добива

1,3 m³ Биогаз/дневно со силс на биогасот

6 kWh/m³ топлотна вредност

Од 2-6 свињи (1 условно грло) се добива

1,5 m³ биогаз/ден или сила од

6,0 kWh/m³ топлотна вредност

Од 250-320 кокошки несилки (1 условно грло) се добива

2,0 m³ биогаз/ ден со

6,5 kWh/m³ топлотна вредност

Фарма од 100 товеници (по 100 кг) произведува

330 t отпад, со додаток на зелена растителна маса, може да се произведе

13.000 m³ биогаз/год.

26.000 kWh струја

Од 100 крави молзни, отпадната бала со додаток на зелена маса, би се добило

80.000 m³ биогаз

Од 4 крави молзни годишно се добива

2.200 m³ биогаз или

5.200 kWh струја и

5,800 kWh топлина што задоволува

едно четиричлено домаќинство/годишно

Фарма од 760 крави може да ги покрие

сопствените потреби од енергија и уште

енергија за 45 домаќинства

Од гнојот од 160 крави може да се произведе електрична енергија

60 kW електрична енергија што е доволно за едно помало село

Гној од говеда има енергетска вредност од

23-25 MJ/m³ биогаз

Гној од бројлери има енергетска вредност од

21-23 MJ/m³ биогаз

Од 110 тони шталско ѓубре и 250 тони царевкова силажа, се добива

8.000.000 kW/h струја, што заменува

16.000 t лигнит

**Еден еквивалент жител, во пречистителна станица за комунални води,
произведува:**

25 L Биогас/жител/ден

со 1 m³ метан, возило може да помине 8,5 km

4. ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕ НА БИОМАСАТА

Согласно Законот за управување со отпадот, биоразградливиот отпад-биомасата, може да биде разграден со анаеробни (без присуство на кислород) или аеробни (со присуство на кислород) процеси на разградба.

Во овај магистарски труд ќе дадеме предност и информации за анаеробната ферментација-дигестија на биоразградливиот отпад-биомасата.

Анаеробна ферментација е биохемиски процес во кој определени бактерии, во неколку фази ја разградуваат биомасата во анаеробни услови, без присуство на кислород, односно биолошкиот материјал; органскиот јаглерод, преку оксидационен процес се претвора во највисок степен на оксидација (CO_2) и највисок степен на редукција (CH_4 -Метан.), односно биогаз.

Во процесот, како катализатори кои го забрзуваат ферментирањето, се користат голем број микроорганизми, бактерии.

4.1. Создавање на биогаз

Биогаз се создава за време на различни процеси (распаѓување и ферментација) од анаеробни микробиолошки активности, односно со комплетно исклучување на кислород. Развојот на овие процеси зависи од посебните услови, особено од видот на супстратот, температурата и pH вредноста. Бидејќи микроорганизмите се многу прилагодливи, речиси секоја органска материја може да се разложи.

Во процесот секогаш се формираат остатоци од ферментацијата, кои се состојат од мешавина на вода, органски материи кои не се разложуваат (обично богати со целулоза и содржат лигнин) и неоргански супстанции (песок, остатоци од почвата, соли и други минерали). Ферментацијата секогаш се одвива во влажна средина, бидејќи на микроорганизмите им треба најмалку 50 % вода во почетниот супстрат.

- Прва фаза: Хидролиза

Во оваа фаза големите органски материи се разделуваат на тој начин што бактериите ги носат молекулите на водата до местата на пукнатини (хидролиза). Хидролизата на дрвни супстанции (лигнин и целулоза) од микроорганизми е особено тешка. Поради тоа, овие супстанции не можат да се разложуваат по пат на ферментација, или само многу бавно.

- Втората фаза: Ацидификација

Простите молекуларни единици се претвораат во прости органски киселини (на пример, оцетна киселина, пропионска киселина, бутерна киселина и млечна киселина) за време на процесот. Водород, алкохоли и CO_2 исто така се произведуваат во помали количини. Оптималната температура за формирање на киселина е 30°C и оптималната pH вредноста е околу 6.

- Третата фаза: Формирање на оцетна киселина

Органските киселини понатаму се разложуваат од страна на бактерии до оцетна киселина, CO_2 и водород.

- Четврта фаза: Метаногенеза

Тука бактериите формираат метан од оцетна киселина, јаглерод диоксид и водород. Но, јаглерод диоксидот, исто така, останува како значителен процент од биогасот.

Во однос на различните микроорганизми, постојат два различни оптимални температури за целокупниот процес - мезофилниот спектар на приближно 35°C и термофилниот спектар на околу 55°C . pH оптимумот е 7.

Главен дел на инсталацијата за производство на биогас е ферментаторот (дигестор), којшто претставува затворен непропустлив сад со различни форми и димензии, изграден најчесто од бетон, а се користат и други материјали; метал, цигла, полимери и други материјали, но треба да одговара на условите за природно разлагање на биомасата и производство на биогас.

Во суштина при биохемискиот процес во дигесторот се одвиваат неколку процеси; термофилна и мезофилна дигестија, како што спомнав и претходно.

-Со термофилната дигестија - дигесторот се загрева на 55°C и процесот на загревање трае 12-14 дена, при што се продуцира метан и се уништуваат патогените бактерии и вируси. Од вкупните цврсти материи во дигесторот, 30-60% се претвораат во биогас.

-Со мезофилната дигестија, дигесторот се загрева на $30-35^\circ\text{C}$, и процесот трае 15-30-40 денови, реакцијата е помалку осетлива на промените на условите

во дигесторот, но генерирањето на биогаз е побавно и бара поголем простор за дигестор.

Следната табела дава преглед на стандардните системи и ги класифицира според критериуми

Табела 9. Стандардни системи

Table 9. Standard systems

Критериум / Criterium	Опис / Description	Својство
Концентрација на сува супстанца / Concentration of dry substance	Влажна фементација / wet fermentation	До / to 15% TDM
	Сува ферментација / dry fermentation	Помеѓу 25% и 35% / between 25% и 35% TDM
Број на фази / Number of phases	Едно-фазни / One phase	Сите фази на разложување истовремено / All stages of decomposition simultaneously
	Дво-фазни / Two phase	Поделба на хидролиза и метаногенеза / Separation of the hydrolysis and methanogenesis
	Повеќе-фазни / Multi-phase	Поделба на хидролиза, ацидификација и метаногенеза / Separation of the hydrolysis, acidification and methanogenesis
Вид на напојување со супстрат / Type supply substrate	Неконтинуирано / discontinuous	Постројката целосно се полни и после одреден период целосно се испразнува / The plant is fully charged and after a certain period completely empties

	Квази-континуирано / quasi-continuous	Поделба на хидролиза и метаногенеза / Separation of the hydrolysis and methanogenesis
	Континуирано / continuous	Иста количина на супстрат се доведува и се одведува на дневна основа / The same amount of substrate leads is expelled on a daily basis
Вид мешање / Type of mixing	Неконтинуирано / discontinuous	Постројката целосно се полни и после одреден период целосно се испразнува / The plant is fully recharged and after a certain period completely empties
	Континуирано / continuous	Иста количина на супстрат се доведува и се одведува на дневна основа / The same amount of substrate leads is expelled on a daily basis
Температура / Temperature	Мезофилни	35 °C
	Термофилни / thermophilic	55 °C
Форма на ферментатор / Form of degister	Хоризонтален резервоар / horizontal tank	Челичен резервоар / steel tank
	Цилиндричен резервоар / cylindrical tank	Силос од челик или бетон / Silo of steel or concrete

4.2. Процес на ферментација

Процесот во ферментаторот се одвива во три фази;

1-Фаза Хидролиза; органските материи се разложуваат под дејство на екстра целуларните ензими, бактериите ги разложуваат сложените јаглени хидрати, протеини и липиди, на помали молекули.

2-Фаза Киселинска фаза; киселинските бактерии кои се вклучени во киселинската фаза ги претвораат интермедиерите од првата фаза во оцетна киселина, водород и јаглероддиоксид, и го трошат растворениот или врзан кислород и на тој начин создаваат анаеробни услови за одвивање на третата фаза.

3-фаза Метанска фаза; во оваа фаза се вклучуваат метаногените бактерии кои понатаму ги разложуваат соединенијата со мала молекуларна маса, тие користат водород, јаглероддиоксид и оцетна киселина за да продуцираат метан и јаглероддиоксид.

Во процесите за ферментација неопходно е да се обезбедат определени услови и постапки, со цел резултатите од ферментацијата да бидат попродуктивни;

-Температурата е еден од главните фактори која влијае врз растот на бактериите, поради што во процесот треба истата да се наголемува во потребната граница.

-pH вредност; метаногените бактерии се многу осетливи на pH вредноста и оптимумот му е меѓу 6,5 и 7,2.

-Нутритивен состав; За раст на бактериите, потребни се не само органски материи, туку и минерални нутриенти.

-Мешање; Мешањето при анаеробната дигестија има за цел да обезбеди пренос на органските материи до активната микробна биомаса, да овозможи хомогенизација на ферментационите течности и униформност на температурата, да ги ослободи меурите со биогаз и да спречи таложење на материјалите со поголема густина.

-Време на траење на процесот; Времето зависи од видот и составот на сировината и од температурата на ферментацијата, за што потребно е 20-30 денови, а за некои видови биомаса од 50-80 денови. Со наголемување на

температурата, брзината на дигестијата се наголемува, а времето на траење на процесот се намалува.

-Со предтретман на материјалите, се зголемува производството на биогаз, се намалува содржината на испарливи супстанции и се наголемува растворливоста на цврстите соединенија (термички предтретман, механички предтретман, хемиски предтретман, оксидација, ултразвучен предтретман)

-Степен на разградливост; претставува удел на органската сува материја разградена во определено време за ферментација, кој во пракса изнесува од 50-80%

-Количината на биогазот добиен после анаеробната ферментација, најдобро се изразува на 1 килограм сува биомаса.

Анаеробната дигестија се смета за многу важна технологија за третман на биоразградливиот отпад и добивањето енергија, и има значаен потенцијал за индустриските создавачи на органски отпад; производство на храна, текстилна индустрија, индустрија за хартија, фармацевтска индустрија и слични.

Со комбинација на различни видови отпад; шталско ѓубре и органски индустриски отпад, може да се зголеми продукцијата на биогаз.

Земјоделскиот отпад (слама, сено, царевковина, трска и друго), треба да биде во фаза на распаѓање за да се олесни протокот низ дигестерот и да се зголеми ефикасноста на бактериското дејствување.

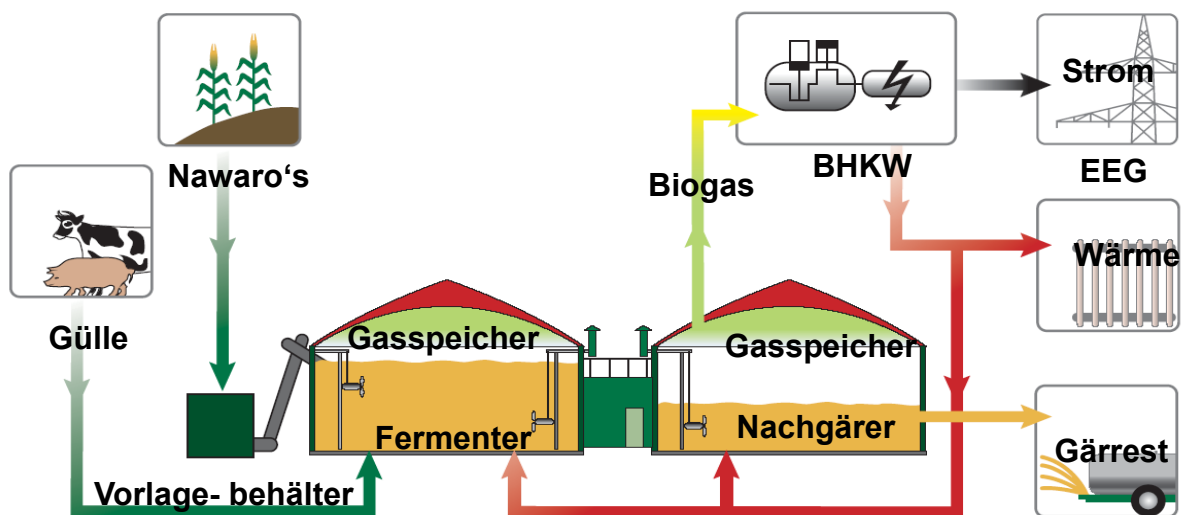
Атмосферата во ферментаторот мора да се контролира, температурата мора да се движи во предвидениот распон.

На горната страна на ферментаторот, се наоѓаат цевки кои служат за прифаќање и транспорт на биогазот за во понатамошните процеси; десулфуризација, дехидратација, складирање.

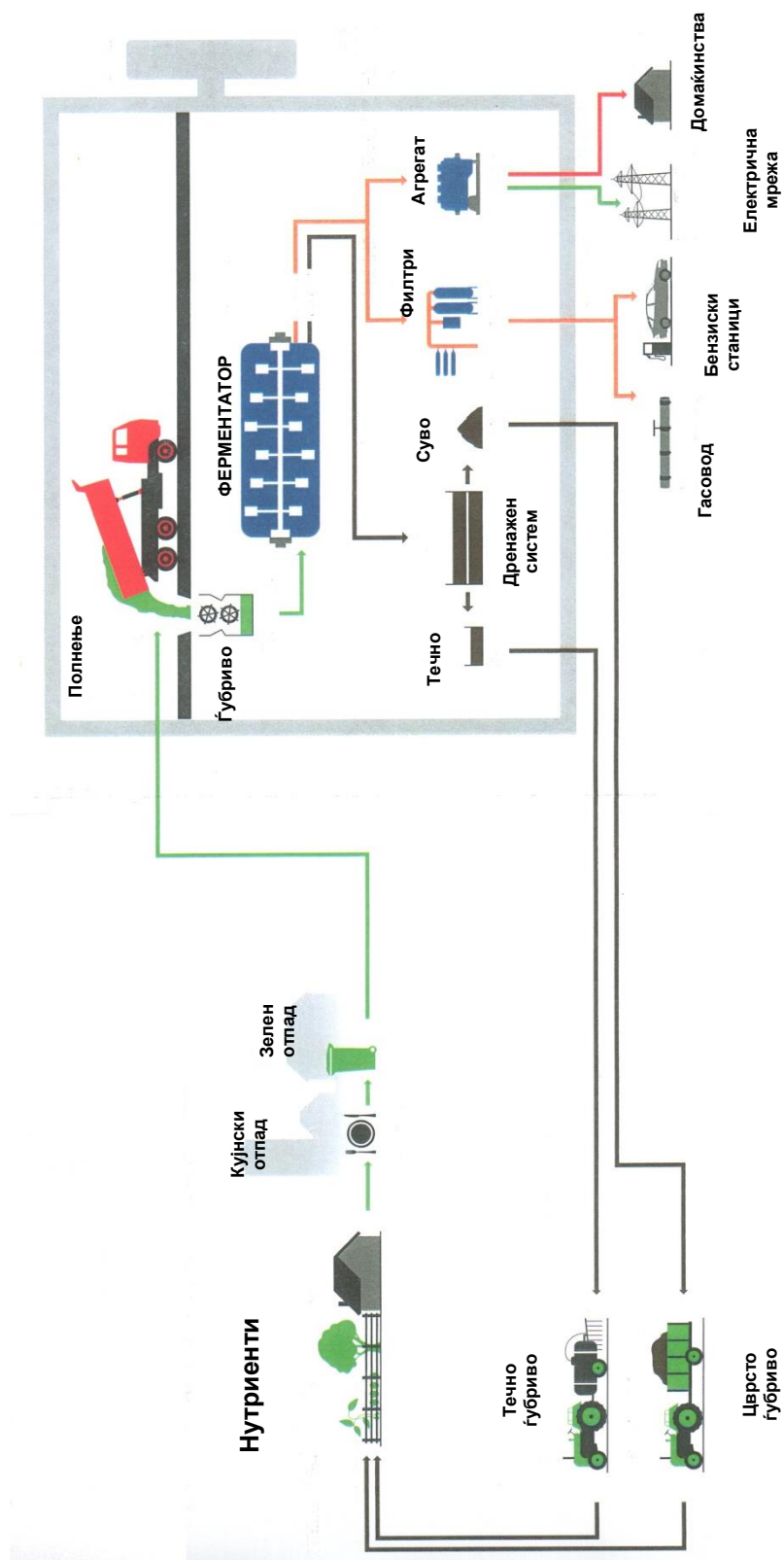
На количинскиот удел на главните продукти кои се добиваат со анаеробното разградување (метан и јаглероддиоксид), во голема мера влијае составот на почетната биомаса, која содржи јаглехидрати, маснотии и протеини.

Постојат искуствени податоци за количината на биогаз што би се добил, уделот на метан, уделот на јаглехидрати и бруто-енергијата што се добива од јаглехидрати, масти и протеини.

Постојат искуствени податоци и за приносот на биогаз во однос на сува материја од биоразградливиот отпад (податоци кои се претходно презентирани).



Слика 1. Главни компоненти на постројката за биогас од земјоделството
 Picture 1. The main components of the plant for biogas from agriculture



Слика 2. Постројка за добивање биогаз

Picture 2. The plant for biogas

4.3. Инсталација за производство на биогаз

Инсталацијата за производство на биогаз, затвора еден цел кружен тек на процеси; отстранување отпад, рециклирање, хигиенизација, производство на енергија, производство на гноиво- хумус.

Во суштина, во инсталацијата функционираат следните процеси:

-Предтретман, Ферментација, Десулфуризирање, Енергетски дел, Команден простор, Резервоарски простор

Конструктивно, објектот може да биде изведен од поединечни типски елементи согласно капацитетот на инсталацијата, со тоа што командниот дел и делот со агрегат, десулфуризација и помпната постројка, ќе бидат затворени во посебни простории и покриени.

Производството на Биогазот најмногу зависи од квалитетот на сировината и основните услови и постапки во производството на биогазот.

Изборот на опремата, сепак зависи од барањата на потенцијалните инвеститори.

Во Македонија до скоро време немаше никакво искуство за работа на инсталации за производство на биогаз, но до овој момент веќе е отпочната изградбата на неколку такви постројки, со најава и на други заинтересирани субјекти за изградба.

Во Република Македонија, метан не се произведува и покрај тоа што се располага со огромни количества ресурси, и покрај тоа што метанот како енергенс е прифатен во светот и во Европа.

Фирмата Макпетрол веќе дистрибуира метан во нејзините бензински и плински станици, за снабдување со метан на моторните возила.

Метанот во форма на земјен гас веќе почнува да се употребува за гасификација на градовите во Република Македонија, првенствено во; Скопје, Куманово, Струмица и други, но пред сè како резултат на тоа што истите се поблиску до гасоводниот систем на државата, за што ќе се увезува метан.

Меѓутоа, некои заинтересирани потенцијални инвеститори, веќе ги согледуваат сите предности и погодности за производство на метан, па нивните идеи почнуваат да се реализираат.

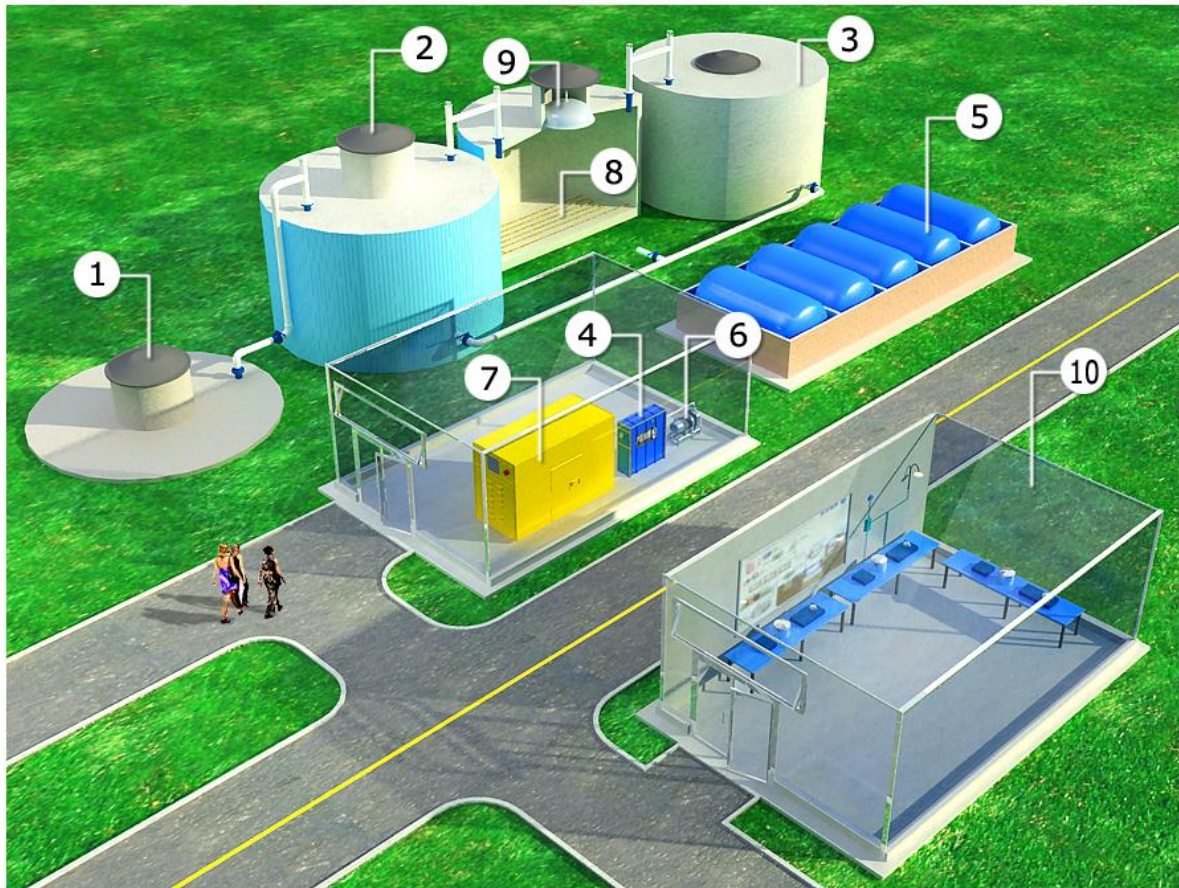
Направен е Еколошки проект за инсталација за производство на биогаз, заради оцена на влијанијата врз животната средина, и на истиот надлежното

министерство даде позитивна оцена и одобрување, со што нашироко се отвораат вратите за изградба на вакви инсталации.

Инсталацијата веќе се гради во Западна Македонија, врз основа на согласноста од Локалната самоуправа и изработен Главен градежен проект со сите потребни содржини и со добиено одобрение за градење. Опремата за инсталацијата е обезбедена од одбран потенцијален добавувач на опремата.

Се надеваме дека овај значаен потфат, набрзо ќе биде прифатен и од други општини, а особено од општината Прилеп.

На ваков начин, наголемо се создаваат услови за сопствено производство на метан којшто би се користел: во стопанските објекти за производство на процесна енергија или во други објекти за загревање во зимскиот период или за користење во домаќинствата; за производство на електрична енергија и нејзино индивидуално користење или вклучување во електричната енергетска мрежа; за самостојни гасни пумпи за снабдување на моторни возила со биогас; за дотур во инсталациите за гасификација на некои градови во Република Македонија; и за многу други потреби.



Слика 3. Типична технолошка линија на инсталација за производство на биогаз

Легенда:

1. Резервоар за отпад, предтретман
2. Ферментатор, анаеробна дигестија
3. Резервоар за остаток од дигестијата
4. Десулфуризатор
5. Резервоари за биогаз
6. Пумпа за биогаз
7. Генератор за струја, на гас
8. Цевковод за затоплување
9. Чување на гас
10. Командна соба

Постојат многу типови и системи за добивање на биогаз од органски материи и истите можат да се користат за различни намени.

Во поново време се направени и мали станици за искористување на биоотпадот од семејни куќи, станбени згради, ресторани, хотели, како и поголеми системи за комерцијална употреба на пример за:

- Винарници
- Оранжерии
- Разни видови фарми
 - краварски
 - свински
 - фарми за кокошки и др.
- Станици за пречистување на отпадната фекална вода од села и градови

Подолу е даден еден мал систем за добивање биогас, кој е наменет за семејни куќи, ресторани, хотели и други помали објекти, кои се со помал капацитет.





Слика 4. Преносни биогаз-системи

Pisture 4. Portable Assembly Biogas System

4.4. Преносни биогаз- системи - карактеристики

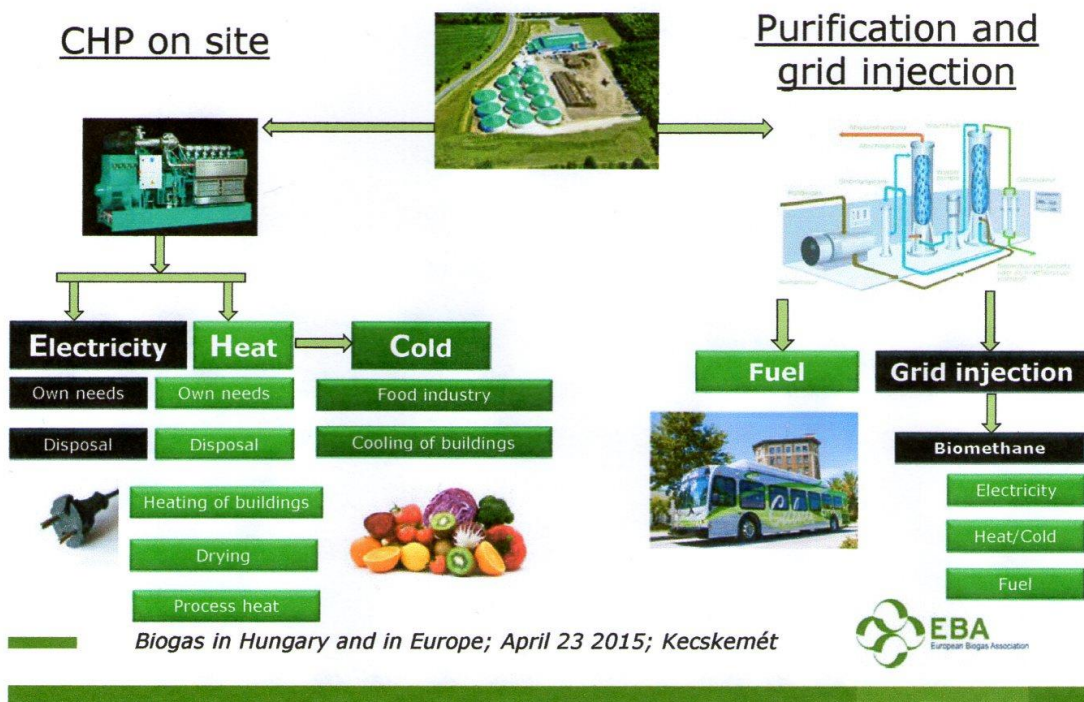
Преносните биогаз-системи се компактни системи (DIY) кои се лесни за транспорт и едноставно се поставуваат - поврзуваат во домовите, рестораните и хотелите. Истите се наменети за површинска монтажа, не постои потреба за копање или некој друг вид градежни работи. Истите можат да се постават во рок од 30 минути од страна на самиот клиент без никаква обука.

Преносните биогаз-системи се високо ефикасни системи за производство на биомаса.

Предноста на овие системи е тоа што се искористува целокупниот органски отпад кој се создава во домовите, рестораните, хотелите и други објекти, при што се добива гас, а понатаму и топла вода и електрична енергија која се користи за потребите на домовите. Исто така се добива и отпадна вода која може да се користи како техничка вода или вода за полевање на градините или цвеќињата и губриво кое може да се искористи во градините.



Options for the use of biogas



Слика 5. Примери од биогас постројки

Figure 5. Examples of biogas plants

5. ПРОИЗВОДИ ОД ТЕХНОЛОШКИОТ ПРОЦЕС

5.1. Биогаз

Биогазот се создава преку процеси на анаеробна ферментација на биомасата и претставива смеса на неколку гасови при што метанот и јаглероддиоксидот учествуваат со 90%., а остатокот е од мали количини на водород, кислород, амонијак, сулфурдиоксид, водена пареа и други.

Енергетската вредност на биогазот се движи од 25-26 MJ/m³.

Состав:

-Метан 40-75%; Јаглероддиоксид 25-55%; Водена пареа 0-10%; Азот 0-5%; Кислород 0-2% ; Водород 0-1%; Амонијак 0-1%; Сулфуроводород 0-1%

Хемиски биогазот е еднаков на природниот гас добиен од фосилните горива, а неговото производство се темели на процес во кој бактериите се хранат од биоразградливиот отпад. Резултат од тоа е, две третини метан, една третина јаглерод диоксид и остаток кој е корисен за земјоделството.

Биогоривата претставуваат прв сериозен предизвик на фосилните горива, после повеќе од еден век на нивната употреба.

5.2. Метан

Метанот е хемиско органско соединение со формула CH₄ и е наједноставен заситен јаглеводород и главна компонента на земјениот гас. Запалин гори со светло модрикав пламен и од неговото согорување се добива јаглероддиоксид и вода. Течниот метан не е запалив се додека не се изложи на притисок од 4-5 атмосфери.

Метанот не е отровен, многу е запалив и во смеса со воздухот може да биде експлозивен, бурно реагира со оксидациони средства.

При согорување метанот, дава повеќе топлина по единица маса, отколку другите јаглеводороди. Со согорувањето се продуцира помалку CO₂ отколку при согорување на фосилните горива.

Метанот е стакленички гас, без боја, без мирис и без вкус, растворлив е во вода

Моларна маса	16,042 g/mol
Тежина	0,66 kg/m ³
Густина	0,7171 kg/m ³ на 0°C 415 kg/m ³ ако е во вид на течност
Точка на вриење	-164°C
Точка на топење	-182°C
Точка на палење	-188°C
Енергетска вредност	39 MJ/m ³
Топлотно согорување	13.264 kcal/kg или 55,53 MJ/kg
Продукција на топлина	890,8 KJ/mol
Безбедносни фрази	R-12, S-2, S-9, S-16, S-33

Енергетката содржина на биогасот зависи точно од количината на метан. Уделот на метанот во биогасот, зависно од биомасата, се движи од 55-70%.

Прочистениот метан може да се користи за секаква употреба, како што се користи и земјениот гас, односно за; дистрибуција во гасоводи, за производство на струја, греење, загревање на вода, за разни технолошки процеси, а компримиран метанот може да се користи и како погонско гориво за возилата.

5.3. Ферментиран остаток, биогноиво

По завршување на процесот, ферментаторот се празни, и содржината-остатокот од ферментацијата, оди во сепаратор каде што се одвојува цврстата и течната фаза од материјалот.

Овој остаток, претставува биомаса, разградена и трансформирана во маса со високи хранливи вредности, што ја прави идеално гноиво, со високи содржини на хранливи материји; азот, фосфор, калиум.

Со понатамошна обработка на цврстата и течна фаза од материјалот: сушење, стерилизација, анализа на хемискиот состав и евентуална интервенција на содржината и формата, се добива еколошко и високо квалитетно цврсто и течно ѓубриво кое може да се користи во земјоделството, за наводнување на земјоделски површини и домаќинствата.

Ферментираниот остаток има неколку предности кога се користи како биогноиво, а тоа се: висока содржина на хранливи материји, хумусни

карактеристики и големо количество вода и може да се користи како течно и цврсто гноиво.

Гноивото е без губитоци на растителните хранливи материи, разградените минерални состојки, а особено азотот остануваат во целина задржан и така се спремни за гноидба.

За разлика од ѓубривата со неферментирани органски состојки, ферментираното органско гноиво побрзо делува, бидејќи хранливите материи после ферментацијата се во минерализирана форма и така можат да бидат подобро искористени од растенијата.

Предностите на ферментиран остаток во однос на неферментирано ѓубриво се:

- Поголемиот дел на расположив азот кој пред ферментацијата е во форма на амонијак NH_3 , а после анаеробната ферментација се претвора во амониев јон NH_4^+ и нитратен јон NO_3^- , кои се растопени во ферментираниот остаток. Таквите облици на азот се подостапни за растенијата во текот на гноидбата, па растенијата го користат побрзо и помалку се испира во земјиштето и подземните води.

- Поголемиот дел од органските состојки полесно се инкорпорира во земјиштето со тоа што останува повеќе азот кој е достапен за коренот на растението.

- Органските киселини во биогазната постројка се разградуваат до таа мера што за растенијата во земјиштето се безопасни. Со тоа се постигнува подобар раст на растението и поголем удел на организмите кои придонесуваат за стабилна структура на земјиштето.

6. КОЛКУ И КАКОВ ОТПАД СОЗДАВАМЕ

Отпадот, постојано се создава како резултат на човековите активности. Така, покрај секојдневните проблеми поради сè поголемите загадувања на воздухот, водата и почвата, огромен е порастот на количините на отпадни материјали, кои во еколошка смисла, доведуваат до сè поголемо загадување на животната средина.

Создаваме сè поголеми количини на отпад со кои што сè потешко можеме да се справиме на соодветен начин, така што наскоро можеме да се соочиме со состојбата да се затрупаме во отпад.

Како резултат на прекумерното искористување на природните ресурси, а истовремено и како резултат на создавање на сè поголеми количини на отпад и неговото несоодветно одложување и неискористување, денеска, во светот, а и кај нас се случува еколошка криза.

6.1. Расположливи количества биоразградлив отпад од регионот на Прилеп

Расположливите количества биоразградлив отпад-биомаса од регионот на Прилеп, во досегашниот период не се во доволна мера и постудиозно проучувани во рамки на некаква посеопфатна идеја за нејзино искористување.

Најважни органски материјали во вид на биоразградлив отпад-биомаса, можат да се добиваат од:

- Комуналниот отпад што се собира дневно од создавачите:
- Одложениот отпад на депонијата
- Редуцираниот отпаден канализационен мил
- Пречистителната станица за отпадни води
- Отпадоци и остатоци од дрво
- Отпадоци и остатоци од агрокомплексот
- Отпадот од фармите
- Дополнителни количества
биоразградлив отпад,

6.1.1. Комунален отпад

Според одговорот на прашалникот на Европската комисија за подготовка на мислење за барањето на Република Македонија за членство во Европската

унија, согласно направени анализи за количествата генериран комунален отпад дефинирана е дневната продукција на комунален отпад по жител, која изнесува;

-за урбаните средини 0,70 кг/ден/човек

-за руралните средини 0,50 кг/ден/човек

Имајќи го предвид вкупниот број жители во општината Прилеп 76.768 жители (69.704 жители во градот и 7.064 жители во 58 населени места), комуналниот отпад којшто се генерира дневно треба да изнесува вкупно 52,300 тони/ден (48,800 тони од градот и 3,500 тони од руралните средини).

Податоците се пресметковни, со напомена дека од населените места не се собира редовно комуналниот отпад, а од градот дел од отпадот не се предава на комуналното претпријатие, кое сепак има поверодостојни и поточни податоци.

Според Планот и програмата за управување со отпадот на општината Прилеп, ЈКП Комуналец врши услуга за собирање, транспортирање и депонирање на комуналниот отпад на 20.626 физички лица (домаќинства) и 1.382 правни лица, (фирми правни лица, дуќани, училишта и цркви) од кои реално се очекува да се собираат околу 35.200 тони отпад/годишно, односно околу 98 тони отпад/дневно. Притоа да напоменеме дека со тоа се опфатени градот Прилеп и само 12 населени места (со 4.543 жители), така што комуналниот отпад не се собира од 46 населени места со 2.521 жител, кои создаваат повеќе од 7,0 тони на ден комунален отпад, којшто најверојатно завршува на дивите депонии.

Од повеќе расположливи податоци за процентуалното учество на отпадните материји во вкупниот комунален отпад од општината Прилеп, усвоена е средна вредност на процентуалното учество и тоа:

Табела 10. Содржина на комуналниот отпад во Прилеп

Table 10. Contents of municipal waste in Prilep

Хартија и амбалажа / Paper and packaging	35%
Пластика / plastic	9%
Железо / Steel	3%
Стакло / Glass	4%
Гума / Rubber	3%
Дрво / Tree	3%
Текстил и кожа / Textiles and leather	8%
Кујнски отпадоци / kitchen waste	14%
Отпадоци од паркови / Waste parks	15%
Останато / Other	6%



Графикон 2. Содржина на комуналниот отпад во Прилеп

Figure 2. Contents of municipal waste in Prilep

Според ова процентуално учество на разните видови отпад во комуналниот отпад, биоразградливиот отпад процентуално учествува со 75%.

Според видовите отпад од регионот на општина Прилеп се планира годишно да се соберат, транспортираат и депонираат следните видови отпад:

Табела 11. Видови отпад кои се собираат

Table 11. Types of waste collected

Комунален отпад / municipal waste	30.105 t/год.
Отпад од текстил / textiles waste	1.179
Отпадна земја / land waste	2.668
Отпадно стакло / waste glass	301
Отпад од тутун / tobacco waste	12
Отпадна хартија / waste paper	725
Отпадна пластика / plastic waste	120
Отпаден најлон / waste nylon	35
Отпад од прехранбена индустрија / Waste from food industry	14

Вкупно се планира да се собираат околу 35.159 тони отпад годишно, односно повеќе од 97,0 тони отпад на ден.

Да си дозволиме дека процентот на учество на биоразградлив отпад во комуналниот отпад да изнесува 60%, што би останала количина од 18.000 тони годишно биоразградлив отпад, и заедно со останатиот веќе селектиран биоразградлив отпад (текстил, хартија, прехранбена индустрија), вкупната количина на биоразградлив отпад што ќе се собира ќе изнесува околу 20.000 тони/годишно односно повеќе од 55,0 тони биоразградлив отпад на ден, којшто може да се насочи во инсталација за производство на биогаз.

6.1.2. Депонија за цврст отпад

Според информациите од ЈКП Комуналец Прилеп, површината што ја зафаќа денешната депонија Алинци изнесува 35.000 m² земјиште, од која искористен дел се 25.000 m².

Од нејзиното формирање, па до денес, на депонијата одложена е количина од 700.000 m³ отпад, од кој можеме да оцениме дека само 30% е биоразградлив (поради загуби од досегашната природна ферментација на биоразградливиот отпад, како и селектирање на другите состојки), односно зафатнина од 210.000 m³, или околу 25.000 t веќе складиран биоразградлив отпад, (земајќи тежински по околу 120 kg од 1 m³ отпад).

Комуналниот отпад, поради својата структура, се одликува со многу мала специфична тежина во однос на зафатнината. Поради неговиот состав, зафатнината на отпадот се движи од 2,5 до 5,0 m³ по еден тон, сметано на местото каде што се создава. Согласно Планот и програмата за управување со отпад на општината Прилеп, специфичната тежина на отпадот од домаќинствата изнесува од 112-127 kg/m³, а на комерцијалниот отпад 97 kg/m³.

Со селектирање на веќе одложениот комунален цврст отпад, и искористување на неговите вредни биоразградливи состојки, може да се очекува дека сукцесивно за период од 10 години, можат да се користат по 2.500 t биоразградлив отпад годишно, односно по скоро 7,0 t дневно за тие 10 години.

6.1.3. Пречистителна станица за отпадни води

Активностите за реализација на проектот за Пречистителна станица за отпадните комунални води во Прилеп, претставува значаен капитален проект за создавање на биоразградлив отпад.

Според податоците од Главниот проект за канализација, количините на отпадни води за кои е димензионирана фекалната канализација и главниот колектор се следни

Табела 12. Количество отпадни води

Table 12. Quantities of wastewater

фекални отпадни води / sewage containing faeces	480,5 l/sec
индустриски отпадни води / industrial wastewater	90,0 l/sec
инфилтрирани води / infiltrated waters	88,5 l/sec
Вкупно / Total	659,0 l/sec

Технолошките податоци од Проектот укажуваат на тоа дека како нус производ после ферментацијата на отпадните комунални води, претставува наталожениот мил, којшто понатаму треба да се третира и искористува бидејќи не може постојано да се таложи и останува на локацијата од Пречистителната станица од едноставни причини што ќе бара огромен простор за депонирање и најмногу ќе ја загадува животната средина.

Со Студијата за оцена на влијанијата врз животната средина од работата на Пречистителната станица, една од варијаните е, со отпадниот мил од ферментацијата на отпадните комунални води, понатаму да се постапува со анаеробна дигестија. Тоа претставува своевиден директен предлог за изградба на инсталација за производство на биогаз.

Ова особено е важно за помалите населени места каде што има и не мора да се градат пречистителни станици, но отпадната вода од канализацијата може директно да се однесува во инсталација за производство на биогаз.

Исто така од поединечни субјекти (стопански, домаќинства и други), кои за комуналните отпадни води користат постројки за таложење (постројки за предтретман, септички јами), целокупната отпадна комунална вода може да се преработува во инсталацијата за производство на биогаз.

Сувиот остаток, во отпадната канализациона вода, којшто годишно се создава, изнесува по 40 кг/човек, така што од жителите на градот се создава;

-Отпаден канализационен мил 3.000 t/год, односно 8,0 t/ден

Со претпоставка дека од сувиот остаток, во фазата на ферментирање во Пречистителната станица 50% од тој остаток ќе го потрошат бактериите, тогаш логично е да се очекува најмалку.

-Редуциран отпаден канализационен мил 4,0 t/den, којшто може да се искористува во инсталација за производство на биогаз.

6.1.4. Отпадоци од дрво

Регионот на Прилеп, располага со околу 51.090 хектари шуми и шумско земјиште, од кои 28.380 хектари се квалитетни шуми, додека 24.710 хектари се деградирани шуми и шикари.

Од Регионот на Прилеп, годишно се сечат околу 34.000 m³ дрво, кое се употребува за огрев и 7.000 m³ дрво кое се употребува за обработка, а вкупната дрвна маса во регионот изнесува 1.880.698 m³.

Од сечата за огревно дрво, во шумското земјиште, остануваат како неупотребливи сите гранки помали од профил 60 мм, кои се во количина од околу 10%, односно 3.400 m³ годишно, или во тежина 663 t/годишно.

Овие гранки директно ја загадуваат животната средина и природата со тоа што, останувајќи на земјата, се спречува растењето на трева, други нискостеблести растенија, односно шумски плодови, а со тоа и се намалуваат површините каде што може да се напасува стоката и дивечот. Од друга страна гранките кои остануваат на шумското земјиште, се сушат и на таков начин претставуваат директна опасност од пожари, бидејќи лесно се подложни на запалување.

Во регионот на Прилеп, од редовно кластрење на шумите (природно и од човекот), остануваат во шумското земјиште дополнителни 700 m³ гранки годишно, односно 136 t гранки годишно.

Покрај сечата за огревно дрво, од шумите во регионот на Прилеп годишно се сечат и уште 7.000 m³ дрво кое се обработува, од кои 6.000 m³ дрво се обработува во пиланите.

Со процесот на обработка на дрвото во пиланите, се создаваат отпадоци од дрвото во вид на пилевина и иверки, кои годишно изнесуваат околу 1.800 m³, односно 540 t/годишно, кој отпад нерационално се користи, се гори на неадекватен начин или завршува на некакви диви депонии.

Вкупните количини на отпадоците од дрво изнесуваат 1.340 t, односно распоредени дневно, по 3,7 t/ден отпадоци од дрво кои можат да се користат во инсталација за производство на биогаз.

Табела 13. Количество отпадно дрво

Table 13. Quantities of waste wood

Отпад од сеча за огревно дрво / Waste from cutting firewood	663 t/год
Отпад од кастрење на шумите / Waste from trimming forests	136
Отпад од пиланите / Waste from sawmills	540

6.1.5. Отпадоци и остатоци од агрокомплексот

Земјоделското земјиште во Регионот на Прилеп, зафаќа вкупна површина од 109.316 хектари, од кои 51.416 хектари е обработливо земјиште, а 57.845 хектари се пасишта.

Од структурата на обработливото земјиште, ораниците и бавчите се застапени со 45.376 хектари, лозјата со 1.840 хектари, овоштарниците со 487 хектари и ливадите со 4.566 хектари.

Овде, во овој материјал ќе ги споменеме оние култури од агрокомплексот, кои се застапени во Регионот на Прилеп, и коишто создаваат отпадоци и остатоци кои не се користат рационално и на определен начин ја загрозуваат животната средина.

Доминантна култура којашто се одгледува во регионот на Прилеп, се житарките кои се застапуваат на површина од околу 7.420 хектари.

Од житарките, годишно останува отпадок во вид на слама по околу 2.400 кг по хектар, односно вкупно отпадок од слама во регионот на Прилеп се создава околу 17.800 тони/годишно.

Овој отпад скоро и не се користи, главно завршува на нивите, дел се користи во сточарството од што повторно се создава отпад или се запалува со што многу се загадува животната средина и природата, а добар дел се разнесува по домовите или по ѓубриштата.

Тутунот е следната култура по застапеност во регионот на Прилеп, кој се одгледува на површина од околу 3.200 хектари, годишно.

Со завршување на бербата на тутунот, на нивите остануваат стебленките со заостанати тутунови лисја, кои понатаму воопшто не се искористуваат, а се потенцијални загадувачи на животната средина.

Стебленките и заостанатите тутунови лисја кои ги има во количина од по 250 kg по хектар, создаваат вкупно околу 800 t отпад годишно.

Лозјата во регионот на Прилеп, се застапени на површина од околу 1.850 хектари. Тоа се повеќегодишни насади коишто создаваат по околу 400 kg гранки-лозинки, по хектар/годишно, односно вкупно околу 615 t, отпадни лозови прачки годишно.

И лозовите прачки, скоро и не се користат целосно. Истите завршуваат оставени по полето, домовите и други простори, што од друга страна претставуваат своевидна опасност.

Царевката во регионот на Прилеп се одгледува на површина од околу 1.100 хектари годишно, а од неа остануваат отпадоци во вид на царевковина и клипови по 2.500 kg од хектар, односно вкупно околу 2.750 t отпадок годишно. Иако царевковината делимично се искористува, сепак значителен дел останува како отпадок.

Сончогледот во регионот на Прилеп се одгледува на површина од околу 800 хектари, кој создава отпад во вид на стебленки и шапки и тоа по 780 kg од хектар, односно околу 613 t отпад годишно. И овој отпад не се користи, но останува најмногу на полето и на соодветен начин претставува загадувач на животната средина.

Во овој опис на отпадоци од агрокомплексот, да ги споменеме и отпадоците од овоштарниците кои во регионот на Прилеп се застапени на површина од околу 500 хектари и од нив, од кастрење на дрвата годишно остануваат гранки во количина од 10 m³ по хектар, односно вкупно 950 t, отпадни гранки годишно кои скоро минимално се користат.

Вкупната количина на отпад од агрокомплексот изнесува околу 23.500 t/годишно, односно пресметковно дневно по 64,0 t/ден. Да си дозволиме дека само 30% од овој отпад ќе може да се собере и користи (7.000 t/годишно), тогаш во инсталација за производство на биогаз ќе можат да одат колични од околу 19 t/ден.

Табела 14. Количество отпад од агрокомплексот

Table 14. Quantities of waste agro

Отпад од насади со житарки / Waste planted with cereals	17.800 t/год.; 30% 5.340 t/год	
Отпад од насади со тутун / Waste from tobacco planted	800	240
Отпад од лозови насади / Waste from vineyards	615	185
Отпад од насади со царевка / Waste from corn plantations	2.750	825
Отпад од насади со сончоглед / Waste from sunflower plantations	613	184
Отпад од овоштарници / Waste from orchards	950	285

6.1.6. Отпад од фармите

Отпадот од фармите, како нус производ нараснува до ниво кое оневозможува адекватно да се чува и да се употребува на адекватен начин, поради што нараснува и проблемот на животната средина и нејзиното загадување.

Фекалните животински материјали во форма на фецес (измет) и урина, претставуваат физиолошки основен нус производ, којшто во кружењето на органските материјали, отсекогаш служеле за нагубрување на земјоделското земјиште и насадите, како традиционален начин за употреба на ѓубрето.

Фецесот и урината, протирката во фармите, заедно со техничката вода која се користи за чистење на фармите, растурот од водата за поење, како и остатоците од храна, влакна и слично, создаваат спореден производ од фармите, односно отпад од фармите.

Проблемите во врска со отпадот од фармите, се создадоа со примена на новите технологии во фармерството, коишто овозможува голема популација (животинска и живинарска) да се концентрира на мал простор.

Со самото тоа, и покрај големите предности, ваквото фармерство донесе и бројни недостатоци, а посебно оние во врска со фекалните материјали

односно отпадот од фармите. Тое пред сè се однесува на правилното одложување на отпадот од фармите, неговиот третман, употребата.

Големите количини отпад од фармите со интензивно сточарство и живинарство, ја оптоваруваат животната средина, поради што отпадот се одлага на мал простор и што неговата диспозиција, во услови на класична употреба, бара поголеми земјоделски површини за негово искористување на традиционален начин.

Цврстиот отпад од фармите претставува мешавина од измет, урина, просторка, мала количина на вода која се растура при поењето, остатоци од храна, влакна и друго.

- Едно говедо со просечна тежина од 450 kg, дневно создава 22 kg фецес (измет) и 14 kg урина.

- Една свиња со просечна тежина од 180 kg, дневно создава 4, 50 kg фецес и 9,90 kg урина.

- Една кокошка со просечна тежина од 1,80 kg, дневно создава по 0,180 кг измет.

Годишните количини на цврст отпад од фармите по единично грло, изнесуваат:

- Едно говедо од 500 kg, создава околу 15 t свеж отпад, односно 11 t зрел отпад.

- Една свиња од 100 kg, создава 2,7 тони свеж отпад односно 2,2 t зрел отпад.

- Една овца од 45 kg, создава 0,90 t свеж отпад, односно 0,70 t зрел отпад.

Течниот отпад од фармите, се состои од измет, урина, употребена техничка вода за перење на боксовите и вода која се растура при поење на стоката, остатоци од храна, влакна и слично, и содржи околу 6-7% суви материји, а еден m³, содржи приближно 1.000 kg течен отпад од фармите.

- Една крава дневно создава по 53 L течен отпад

- Една свиња, дневно создава по 9,10 L течен отпад.

Отпадот од фармите, се продуцира преку цела година, а во услови на традиционален начин на негово користење со оглед на тоа што, растенијата користат отпад само во текот на сезоната на растење, голем дел од отпадот

останува на фармите така што ризиците од загадување на животната средина, се многу големи, особено во текот на мирувањето.

За да се избегнат овие ризици, фармите мора да имаат доволно складишни капацитети кои овозможуваат целокупниот опад од фармата да се користи во сезоната на растење на растенијата и посевите.

Секоја поголема фарма, има оформена таканаречена лагуна каде што се исфрла целокупниот фекален и друг отпад, а таа лагуна истовремено претставува легло на најлошите отрови кои ги контаминираат подземните води и ја загадуваат целокупната животна средина.

Од тие лагуни, не се добива ништо паметно ниту корисно, освен тоа што исцедениот отпад во некеква полусува состојба, што се користи како гноиво, кое од друга страна има многу непријатен мирис.

Вкупниот потенцијал на отпадот од фармите од регионот на Прилеп, не е доволно истражен.

Според некои податоци, бројот на говедата изнесува 19.830 грла, а бројот на овците 66.800 грла.

Само од овие видови домашни животни годишно се создава отпад со следните количини:

- Говедата; 140.000 t измет и 72.000 t урина

- Овците; 60.000 t измет.

Само од овие два вида домашни животни, вкупно годишно се создава повеќе од 200.000 t отпад во вид на измет и повеќе од 70.000 t урина.

Со оглед на тоа што добар дел од овие животни се одгледуваат на екстензивен начин, си дозволуваме да утврдиме дека барем 30% одгледувањето е на фарми, од каде што се продуцира околу; 60.000 t годишно отпад во вид на измет, и 20.000 t отпад во вид на урина.

Ако од овие количини се искористат за производство на биогаз само 30%, односно 20.000 t отпад во вид на измет односно повеќе од 50 t на ден, 6.000 t во вид на урина, односно 16 t на ден, тогаш се работи за значителни количини на производство на биогаз и квалитетно органско ѓубриво.

Да споменеме дека во овие податоци не се влезени бројот на свињите и бројот на кокошките од регионот на Прилеп.

Табела 15. Количество отпад од фармите

Table 15. Quantities of waste from farms

Отпад од измет / Waste from feces	20.000 t/год
Отпад од урина / Waste from urine	6.000

Табела 16. Вкупни количини биоразградив отпад од регионот на Прилеп

Table 16. Total quantities of biodegradable waste from the region of Prilep

Вид на биоразградив отпад / type of biodegradable waste	Количина / Quantities t/god	Количина / Quantities t/den
Комунален отпад / municipal waste	20.000	55
Одложен отпад на депонија / Delayed waste to landfill	2.500	7
Отпад од Пречистителна станица / Waste treatment plant	1.500	4
Отпадоци од дрво / Wastes from wood	1.340	3,7
Отпадоци и остатоци од агрокомплексот / Waste and residues from agro	7.000	19
Отпад од фармите / Waste from farms	20.000	55
-измет / feces	6.000	16
-урина / urine		
Вкупно биоразградив отпад / Total biodegradable waste	58.340	159,7

Напомена: Податоците за одложениот отпад на депонија, се однесуваат за користење во период од 10 години

6.2. Дополнителни количества на биоразградив отпад

Дополнителни количества биоразградив отпад, покрај веќе презентираниите видови отпад, можат да се добијат и од:

-250 kg/човек/годишно, од ископување земја, во урбани средини

- 100 kg/човек/годишно, од ископување земја, во рурални средини
- 1 kg/човек/годишно, медицински отпад, во урбани и рурални средини
- Од инсенерација на некои видови отпад за коишто се задолжени создавачите да го отстапат на овластено лице за постапување со такви видови отпад; отпадни масла за јадење, отпад од кланици, отпад од преработки на месо, отпад од касапници, отпад од ресторани.

6.3. Производствени податоци за регионот на Прилеп

Прашање е кога е корисноста поголема од биоразградливиот отпад; во услови од исфрлање и депонирање на отпадот, или претходна преработка и третман на отпадот во инсталација за производство на биогаз?

Одговорот е едноставен, со традиционалниот начин на исфрлање на отпадот на депониите, првенствено се предизвикува висок степен на загадување на животната средина, со тоа што отпадот неограничено време останува на депонијата, а со третман на отпадот во инсталација, создадениот отпад одеднаш се носи на преработка и третман, а од постапката за негова ферментација се добива биогаз како квалитетен енергенс за производство на енергија, а како супстрат се добива повторно отпад, но како квалитено ѓубриво, и течен отпад во вид на техничка вода коишто се користат во земјоделството.

Ако ги користиме информативните искуствени податоци, кои се разбира можат да бидат различни и кои зависат од квалитетот на биомасата и начинот на практикување на технолошкиот процес, само заради ориентациони информации, производните податоци на годишно ниво би изгледале вака:

Од 1 t биоразградлив отпад со различна содржина, може да се добијат од 60-150 m³ биогаз, 0,150-0,350 t цврст отпад и 0,450 t течен отпад, или 90-225 kW електрична енергија.

Од дневен влез само на околу 50 t биоразградлив отпад (30% од количините што се создаваат), во зависност од видот на отпадот, во инсталација што би одговарала за Прилеп, би се добиле

2.500 -7.500 m³ биогаз дневно и околу

7,5-17,5 t биоѓубриво, како и

11-22,5 t течно ѓубриво.

Од биогазот би можело да се добие 4.500-11.250 kW струја на ден.

Еквивалент на околу 1.500-4.500 L течно гориво

Според ова претходно кажано можеме да заклучиме дека во Прилеп, а воедно и во другите градови на Република Македонија, може да се направат голем број на станици за преработка на отпадот и добивање гас, а потоа од него добивање на електрична енергија, топла вода и квалитетна вода и ѓубриво. Притоа во Прилеп може да се направат како индивидуално, така и на општинско ниво повеќе станици за добивање на гас и тоа:

- **Од фармите**

- **Краварски** – во Прилеп има неколку краварски фарми и тоа една голема со околу 300 грла и седум помали со по 20 до 40 грла. Притоа од фармата со 300 грла се добиваат околу 18000 kg/дневно цврст и течен отпад и од тоа може да се добијат околу 1200 m³ гас / дневно или околу 1,8 MWh/den електрична енергина, додека од малите фарми кои имаат околу 35 грла имаме дневно производство на органски отпад од 2100 kg/ден и од нив можеме да добиеме околу 120 m³ гас / дневно и соодветно на тоа околу 150 kWh/den електрична енергија од фарма. Истот така треба да се каже дека се јавува и нус продукт, а тоа е квалитетна технолошка вода и квалитетно ѓубриво.
- **Свињарски** – има неколку помали свињарски фарми со околу 150 до 200 маторици или вкупно околу 600 маторици кои вкупно создаваат околу 11000 kg/дневно цврст и течен отпад и од тоа може да се добијат околу 800 m³ гас / дневно или околу 1,0 MWh/den електрична енергина.

Табела 17. Вкупни количества биоразградив отпад од регионот на Прилеп и количества добиен гас и соодветно електрична енергија

Table 17. Total quantities of biodegradable waste from the region of Prilep and amounts of produced gas and electricity respectively

Вид биоразградив отпад / Type of biodegradable waste	Количество / Quantities t/ден	Количество добиен гас / Quantity of gas produced m³/ден	Количество ел. енергија / Quantity of electrical power kWh/ден
Комунален отпад / Municipal waste	55	2500-7500	4.500-11.250
Отпад од Пречистителна станица / Waste treatment plant	4	300-400	450-600
Отпадоци од дрво / Waste from tree	3,7	300-400	450-600
Отпадоци и остатоци од агрокомплексот / Waste and residues from agro	19	1500-2000	2500-3500
Отпад од фармите / Waste from farms	55	2000-3000	2700-4000
-измет / feces	16		
-урина / urine			
Вкупно биоразградив отпад / Total biodegradable waste	159,7	6500-13000	10000-18000

На годишно ниво би се добиле

1.200.000-4.500.000 m³ биогаз односно,

2.620.000-6.500.000 kW електрична енергија.

Еквивалент околу 540.000-1.620.000 L течно гориво

Предноста на ваквите инсталации е во тоа што осигуран е пласманот на производите (енергија, ѓубриво) и има сигурност во работата.

7. ПОТЕНЦИЈАЛНИ КОРИСНИЦИ НА БИОГАСОТ

7.1. Гасификација на Прилеп

Најавениот проект за Гасификација на Прилеп, како еден од најголемите инфраструктурни проекти, со користење на земјен гас како енергенс, во голема мера ги покрева иницијативите за замена на фосилните горива со алтернативно гориво од обновливи извори на енергија.

Такви иницијативи пред сè ќе се покренуваат кај стопанските субјекти кои имаат потреба од процесна енергија, како и топлинска енергија за грејната сезона, потоа кај јавните објекти и институции, образовните објекти (училишта, детски градинки), здравството, а најмногу кај домаќинства кои живеат во колективни или индивидуални објекти, како и во објектите на бизнисот, занаетчиството, во земјоделството, односно и како гориво за сите возила.

Тоа од друга страна укажува на фактот дека секоја произведена количина гас е добредојдена за системот на гасификацијата, поради што производство на биогаз во инсталацијата, преку рециклирање на биоразградлив отпад, ќе биде од тројна корист; ќе се добива гас за потребите на градот, ќе се намалува увозот на земјен гас, и драстично ќе се намалува создадениот отпад.

7.2. Биогаз- пумпи

Сè позачестени се податоците дека биогазот како метан, со оглед на неговите квалитети е значителен енергенс за користење во сите видови возила.

Со оглед на тоа што фосилните горива се исцрпливи и со ограничен век на експлоатација, биогазот како неограничен ресурс, претставува гориво на иднината.

Производни компании на возила веќе произведуваат возила на метан, постојните возила веќе се преадаптираат за работа на метан. Во Македонија веќе на некои од бензинските пумпи, се дотура метан во возила, а се врши и преадаптација на возилата.

Тоа ни дава за право да нагласиме дена инсталацијата за производство на биогаз, нуди изградба на наменски биогаз пумпи кои не бараат голем простор и можат да се изградат во населени и надвор од населени места.

7.3. Сервис за производство, инсталирање и одржување

Сопственото производство на Метан, како и најавената можност за негово користење, нуди организирање на Сервис за инсталирање и одржување, којшто би ги вршел следните работи:

- Инсталирање на опрема во возила за преадаптација за користење на метан како гориво, и одржување на возилата.

Опремата би се набавувала од познат производител, и би ги опфатила сите видови возила; лесни коли, камиони, автобуси, особено возилата на автотранспортните претпријатија. Возилата на метан ќе танкираат од биогаз-пумпа.

- Инсталирање на опрема за преадаптација, изградба и одржување на постројки - Котлари за производство на процесна енергија во фирми, обезбедување садови за складирање на метанот, сервисирање и дотур на метан.

- Инсталирање на опрема за преадаптација, изградба и одржување на постројки-Котлари за производство на топлинска енергија во грејна сезона во сите видови на корисници, обезбедување садови за складирање на метанот, сервисирање и дотур на метан.

- Инсталирање на опрема за преадаптација, изградба и одржување на индивидуални системи за производство на топлинска енергија во грејна сезона за индивидуални станбени, деловни и други слични корисници, обезбедување садови за складирање на метанот, сервисирање и дотур на метан.

- Инсталирање на опрема, преадаптација и одржување на постројки-агрегати за производство на електрична енергија на енергенс метан, за сите видови корисници, со обезбедување на садови за складирање на метан, сервисирање и дотур на метан.

- Инсталирање на опрема, преадаптација и одржување на биогаз-пумпи, по постојните бензински станици или во специјализирани наменски самостојни пумпи, со обезбедување на садови за складирање метан, сервисирање и дотур на метан.

- Дотур на самостојна произведена електрична енергија во електроенергетските системи на државата.

- Дотур на самостојно произведена енергија во поединечни електроенергетски инсталации на корисници на електрична енергија.
- Дотур на метан во гасификационен систем на градовите и населбите.

8. ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ

Потенцијален придонес на анаеробната дигестија, претставува можноста за намалување на антропогените емисии на гасови кои ја загадуваат атмосферата и предизвикуваат ефект на стаклена градина.

Технологијата на анаеробна дигестија ги намалува несаканите и неконтролираните емисии на метан од депониите, со искористување на енергетскиот потенцијал на метанот, а со тоа се редуцира и волуменот на отпадот којшто се носи на депониите.

Анаеробната дигестија комбинира неколку предности во поглед на заштитата на животната средина: како технологија може да се смета за CO₂ неутрална затоа што нема емисија на CO₂ во атмосферата.

- Во текот на процесот, во ферментаторот се уништуваат дури 99% од патогените бактерии, истовремено се елиминираат големиот број инсекти кои обично го следат отпадот.

- Супстанциите кои кај нетретираниот отпад доведуваат до непријатни мириси, какошто се масните киселини, феноли, деривати на феноли, во инсталацијата за производство на биогаз, се разградуваат и емисијата на непријатни миризби се намалува за 90%.

- Најголемо еколошко значење е тоа што со процесите на анаеробната ферментација, се спречуваат огронни количини на метан кои се продуцираат од депонираниот отпад на депониите, и распаѓањето на биоразградливиот отпад во природата, да не се емитираат во атмосферата и да не ја разградуваат озонската обвивка, но метанот се зафаќа, се складира и се користи како енергенс.

Метанот во глобалното затоплување учествува со 10%, при што со негово искористување како енергенс, се придонесува овој процент да се намалува.

Разликата од загадувањето на животната средина и природата преку овој обновлив извор на енергија и класичните извори на енергија се согледува преку следниот пример:

Термоелектрана со сила од 1.000 мегавати, за една година ќе потроши околу 2,5 милиони тони јаглен, а ќе произведе 8 милиони тони јаглероддиоксид, 40 милиони тони сулфур диоксид, 6 милиони тони прашина, 0,5 милиони тони летечка пепел.

Секоја година, на секој хектар во круг со полупречник од 100 km околу термоелектраната, паѓа по 326 kg сулфурна киселина, а само 30 kg сулфурна киселина на еден хектар годишно доведува до еколошка катастрофа, па така во круг со полупречник од 100 km околу термоелектраната, истовремено се случуваат 11 еколошки катастрофи.

При согорување на 1 тон јаглен, се ослободува околу 2,5-3,3 t CO₂ и други загадувачи на воздухот; азот, јаглероденмоноксид, сулфурдиоксид, прашина.

Со оглед на тоа што резервите на јаглен (во случајот) се ограничени, а загадувањата на животната средина се големи, во сите поразвиени земји во светот со години наназад се обраќа сериозно внимание на производство на енергија од обновливи извори; енергијата на сонцето, ветерот, геотермалните води, биомасите, и слично.

Биогоривата помагаат во борбата против глобалното затоплување затоа што даваат помал ефект на стаклена градина, емитураат помалку јаглеродендиоксид од фосилните горива. Смалени се и количините на токсични материји како што е азотоксид кој влијае врз наголемувањето на заболувања на дишните органи, особено во градовите.

Процесот за добивање метан е CO₂ неутрален бидејќи јаглероддиоксидот произведен за време на користењето на биогасот, претходно е апсорбиран од атмосферата од страна на растенијата и плодовите за време на процесот на фотосинтеза, поради што не постои друго добивање на јаглероддиоксидот во атмосферата како што тоа се случува при согорувањето на фосилните горива.

9. ЗАКЛУЧОК

Со оваа тема се надевам дека ќе дадам соодветен придонес за развивање на свеста за ефектуирање на производството на биогазот и ќе возобнови или покрене иницијативи за преземање на соодветни активности.

Во функција на поконкретни и практични согледувања на опремата, технологијата и работата на инсталација за производство на биогаз, од голема важност ми беше посетата и соработката со фирми од Европа и Азија, каде што се произведува опрема и каде функционираат вакви инсталации. Соработката и понатаму ја негувам и сметам дека ќе биде од голема корист за развивање на вакви инсталации во Република Македонија.

Посебно радува фактот дека идеите за изградба на инсталација за производство на биогаз, веќе ја разбудија свеста кај определени потенцијални инвеститори кои ги согледаа бројните погодности и корисноста од овие инсталации, и овозможија да се почне со имплементација на инсталации за производство на биогаз во Република Македонија.

Од друга страна изградбата на вакви постројки за биогаз претставува можноста за намалување на антропогените емисии на гасови кои ја загадуваат атмосферата и предизвикуваат ефект на стаклена градина. Значи со изградба на вакви постројки како сировини можеме да ги користиме постоечките депонии кои континуирано ја загадуваат природата, подземните води и воздухот. Со тоа се заштитува животната средина.

Постројките за биогаз имаат предности и во поглед на заштитата на животната средина: како технологија може да се смета за CO₂ неутрална затоа што нема емисија на CO₂ во атмосферата.

И на крај би рекол дека биоразградливиот отпад е идеална сировина за производство на биогаз, а со тоа ја чуваме нашата земја од загадување и имаме евтина електрична енергија.

10. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Закон за животната средина (Сл.весник на РМ бр. 53/05....44/15)
2. Закон за управување со отпадот (Сл.весник на РМ бр. 68/04163/13)
3. Просторен план на Република Македонија (Сл.весник на РМ бр.39/04), Секторска студија; Управување со цврстиот отпад, Риком Скопје -Собрание на Република Македонија
4. Програма за управување со отпад на територијата на Општина Прилеп за 2015 година - Единица за локална самоуправа Општина Прилеп, Септември 2014 година
5. Статистика за животната средина 2013 - Државен завод за статистика
6. План и програма за управување со отпад на Општина Прилеп за период 2013-2015 година - Единица за локална самоуправа Општина Прилеп, Ноември 2012 година
7. Градење на капацитетите за имплементација на ЕУ Директива за депонии - Затворање на нестандартните депонии и инспекции - Министерство за животна средина и просторно планирање - Република Македонија, - Шведска академија за заштита на животната средина, Шведска - Скопје 2011 год.
8. Национален план за управување со отпад на Република Македонија 2009-2015-Министерство за животна средина и просторно планирање Октомври 2008 година
9. Стратегија за управување со отпад на Република Македонија (2008-2020 година), Влада на Република Македонија - Скопје Март 2008 година
10. Локален еколошки акционен план на општината Прилеп, ЛЕАП - Општина Прилеп, Декември 2003 година
11. Национален акционен план за заштита на животната средина на Република Македонија, НЕАП Сепаратен извештај; Управување со цврсти и опасни отпадоци - Влада на Република Македонија - Скопје, Декември 1996 година
12. Одговор на Прашалникот на Европската Комисија за подготовка на мислење за барањето на Република Македонија за членство во Европската Унија Поглавје 22, Секторска политика; Управување со отпад -Министерство за животна средина и просторно планирање

13. Еко 2; Зборник на материјали од научното советување “Состојбите на отпадните води и тврдите отпадоци на подрачјето на град Прилеп и мерки за нивно решавање” - Друштво за наука и уметност – Прилеп 1997 година

14. Елаборат за заштита на животната средина Оцена на влијанијата врз животната средина на Проектот “Инсталација третман и преработка на биоразградлив отпад”, Оператор “Био Гас” ДООЕЛ с. Жубрино, Осломеј - Кичево, јануари 2013 година

15. Проект “Отпадот, градската депонија и дивите депонии во општината Прилеп-богатство за граѓаните, а не загадувач на животната средина”, - Поддржан од Проектот на УСАИД за граѓанско општество, -Реализација на Здружението Центар за стратегии и развој “Пактис” од Прилеп 2015 година

16. Национален Еколошки Акционен План- НЕАП I Дел „Анализа и процена на условите и управувањето со цврстиот отпад”, 1996 година

17. Национален систем за управување со цврст отпад, Кругер/ВКИ/Смондс, 1999 година

18. НЕАП II; Предлог ДПСИР извештај - отпад; 2004 година

19. Концепт и физибилити студија за управувањето со цврстиот отпад во југозападна Македонија (2002/2003 година, ЕРМ ГмбХ, KfW)

20. Национален план за управување со отпад, 2009 година

21. Thanh Nguyen, (2014). Biomethane potential test for rapid assessment of anaerobic digestion of sewage sludge: co-digestion with glycerol and trace organic removal, University of Wollongong

22. Prof. Dr.-Ing. Frank Scholwin (2015). Future directions of technical developments in the European biogas industry. Biogas in Hungary and in Europe; April 23 2015; Kecskemét

23. I. Angelidaki, M. Alves, D. Bolzonella, L. Borzacconi, J. L. Campos, A. J. Guwy, S. Kalyuzhnyi, P. Jenicek and J. B. van Lier (2009). Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. Water Science & Technology—WST.