

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжињерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Обновљиви извори енергије 2

Број индекса: 332/2009

Маринковић Н. Предраг

КОГЕНЕРАЦИЈА У СЕОСКОМ ДОМАЋИНСТВУ

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Душан Гордић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да изврши анализу еколошких оптерећења хидроакумулације „Гружа“ и припрему одговарајућих предлога мера за смањење њихових утицаја на квалитет воде.

Препоручена литература:

[1] <http://www.ekoforum.org>

[2] www.staklenozvono.rs

[3] Александар Остојић, Љиљана Чомић: Акумулационо језеро Гружа,

[4] <http://guzanskojezero.sos4um.com/forum.htm>

Крагујевац, датум

ментор:

др Милун Бабић

Резиме

Формирањем акумулационог језера Гружа обезбеђене су довољне количине воде за потребе Крагујевца и околних насеља. Језеро је за Крагујевац и околна насеља од виталног значаја па је веома битно да језеро заштитимо од загађивања.

Велики је број извора загађивања: обрадиве површине (56% сливног подручја), одакле спирањем доспевају ђубрива и пестициди, бројна домаћинства која немају адекватно изграђене септичке јаме, веома фреквентан саобраћај преко моста на језеру, дивља градња (етно село)..

Потребно је да се читав простор језера огради тако да се убудуће контролише приступ води, да се или направи обилазница око језера или адекватно заштити мост, да се онемогући дивља градња.

Кључне речи: језеро, вода, загађивање, контролисати, заштита.

Abstract:

The formation of the lake Gruža has provided enough water for the needs of Kragujevac and surrounding settlements. Lake Gruža is vital for them so it is very important to protect the lake from pollution.

There are many sources of pollution: arable land (56% catchment area), from where fertilizers and pesticides come from into the lake, many houses without protected septic tanks, very frequent traffic across the bridge on the lake, illegal construction (ethno village) ..

It is necessary to fence entire area around the lake, so the access to water can be controlled in the future, to make detours around the lake or adequately protect the bridge, to prevent illegal construction.

Keywords: lake, water, pollution, control, protection

Сажетак:

Једно од прихватљивих техничких решења рационалног коришћења енергије је когенерација, па је у овом раду анализирана могућност примене малих когенерацијских постројења у сеоским домаћинствима. У раду је дефинисан поступак избора когенерацијског постројења са гасним мотором (са свим саставним деловима) на основу енергетских потреба разматраног домаћинства. Пошто је реч о сеоском домаћинству, енергија за покретање мотора добија се из биомасе. У раду је изведена и техно-економска анализа којом су утврђени основни параметри рентабилности.

Кључне речи:

Когенерација, енергија, биогаз, домаћинство, постројење, мотор, биомаса.

Summary:

One of the acceptable technical solution is the rational use of energy industry, so in this paper we analyzed the applicability of small cogeneration plants in rural households. The paper defines the procedure for the election of a cogeneration plant with a gas engine (with all its component parts) based on the energy needs of households considered. Since it is a rural household, the energy to start the engine obtained from biomass. This work was carried out techno-economic analysis that are fortified basic parameters of profitability.

Keywords:

Cogeneration, energy, biogas, household, unit, motor, and biomass.

САДРЖАЈ:

1.0 Увод	5
1.1 Обновљиви извори енергије	5
2.0 Биомаса	8
2.1 Основни појмови и класификације биомасе - Врсте и својства биомасе	9
2.2 Енергетски потенцијал биомасе	9
2.3 Проблеми и активности	11
2.4 Дозволе и сагласности	11
2.5 Финансијски и економски аспекти	12
2.6 Предности коришћења биомасе	12
2.7 Подстицајне тарифе за производњу електричне енергије	12
2.8 Постојеће баријере за интензивније коришћење биомасе	13
3.0 Биогаз	14
3.1 Зашто биогаз?	14
3.2 Састав биогаза	14
3.3 Најчешћи начини употребе биогаза су	16
3.4 Предности употребе биогаза:	16
3.5 Производња и подстицање коришћења биогаза у ЕУ	16
3.6 Производња биогаза у Србији	18
3.7 Добијање биогаза у постројењима на фармама	18
3.8 Заштита животне средине са аспекта примене биогаз технологије на фарми	22
4.0 Биохемијска конверзија течне биомасе-анаеробна дигестија	24
4.1 Ко-супстрати у процесу анаеробне дигестије	24
5.0 Биогаз постројења	26
5.1 Величине биогаз постројења	28
5.2 Биогаз постројења за пољопривреде фарме	29
5.3 Коришћење стајњака у пољопривредним биогаз постројењима	31
5.4 Дигестор	32
5.5 Резервоари са стајњаком	35
5.6 Разни начини складиштења различитих врста стајњака	35

5.6.1 Возни силос	35
5.6.2 Предјама	36
5.6.3 Уношење чврстих материја	36
5.7 Грејање	37
5.8 Системи за загревање третираног материјала	37
5.9 Техника мешалице	39
5.10 Системи за мешање третираног материјала	39
5.11 Техника супстрата	40
5.12 Одвајач водониксулфида	40
5.13 Складиште биогаса	41
5.14 Електротехника / управљање постројењем	43
5.15 Финално складиште	43
5.16 Јединица за складиштење ко-супстрата	43
5.17 Јединица за претретман обрађиваног органског материјала	43
5.18 Гасни мотор	44
5.19 Резервоари за складиштење дигестата	44
5.20 Мерни и регулациони уређаји	44
5.21 Систем за пречишћавање биогаса	45
5.21.1 Одвајач влаге	45
5.21.2 Одвајач угљендиоксида	46
5.22 Крајњи супстрат	46
6.0 Стајњак	48
6.1 Чврсти стајњак	48
6.2 Процена дневне производње свежег чврстог стајњака	48
6.3 Течни стајњак	48
6.4 Процена дневне производње течног стајњака	49
6.5 Складиштење стајњака	50
6.5.1 Разлози за складиштење стајњака	50
6.5.2 Складиште чврстог стајњака	50
6.5.3 Складиште за течни стајњак	51
6.6 Третман стајњака, принципи третмана стајњака и отпадних Вода	52
7.0 Когенерација	53
7.1 Кључни фактори исплативости	56
7.2 Зашто когенерација на бази биомасе?	56

7.3 Економски показатељи примене биомасе за когенерацију	57
7.4 Когенерација на биогаз	58
7.5 Мотори са унутрашњим сагоревањем у когенерацијским постројењима	59
7.6 Постојења са гасним мотором	59
7.7 Консеквенце за Србију	60
7.8 Цена електричне и топлотне енергије	60
8.0 Пројекат	61
8.1 Потрошња електричне енергије у домаћинству	62
8.2 Потреба за топлотном енергијом	63
8.3 Прорачун потребног топлотног капацитета генератора топлоте	65
8.4 Прорачун локалних отпора протицању флуида	65
8.5 Прорачун пада притиска у цевној мрежи	65
8.6 Коришћење стајњака са фарме	65
8.7 Услови за конструисање дигесторских постројења	67
8.8 Прорачун добијања гаса из стајњака:	68
8.9 Коришћење когенерационог модула	73
8.10 Акумулатор топле воде са измењивачем топлоте	74
8.11 Упоредни приказ потреба за топлотном енергијом у домаћинству	75
8.12 Упоредни приказ потреба за електричном енергијом у домаћинству	77
8.13 Услов когенерације	78
8.14 Уредба о подстицајним тарифама електричне енергије из ОИЕ	79
8.15 Могући приходи	79
8.16 Улагање и време отплате система	82
9.0 Закључак	83
ПРИЛОГ	84
<u>Прилог 1</u>	85
<u>Прилог 2</u>	86
<u>Прилог 3</u>	89
<u>Прилог 4</u>	95
<u>Прилог 5</u>	96
Литература	99

1.0 Увод

У свету у ком данас живимо све више расте забринутост у погледу глобалних климатских промена. Човечанство је суочено са великим бројем изазова, првенствено са аспекта обезбеђивања потребних извора енергије, побољшања стања животне средине, повећања сигурности снабдевања енергијом, смањења загађености ваздуха, уз истовремено промовисање даљег економског развоја и смањења сиромаштва. Имајући у виду актуелну ситуацију, решавање претходно наведених проблема захтева примену иновативних и у појединим ситуацијама неконвенционалних техничкотехнолошких решења.

Енергија је основни предуслов за економски развој. Сваком од привредних сектора: пољопривреди, индустрији, транспорту, трговини и другим требају улази енергије за функционисање.

Као резултат тога, потрошња енергије у свим облицима стално расте свуда у свету. Ова растућа потрошња енергије такође резултира тиме да многе земље постају све више зависне од фосилних горива као што су угаљ, нафта и гас. Раст цена нафте и гаса и њихов пројектовани дефицит у будућности доводе до забринутости за безбедност снабдевања енергијом која је потребна да би се одржао привредни раст. Повећано коришћење фосилних горива такође изазива проблеме загађења животне средине.

Како би ово предупредиле, већина енергетски увозно-зависних земаља хитно треба да развије сигуран и трајан пут снабдевања енергијом. Промоција обновљивих извора енергије, очување животне средине и планирање у складу са потребама садашњих и будућих генерација императив су одрживог снабдевања енергијом.

Енергетска постројења у свету била су претежно у власништву јавних предузећа. Нагли пораст цена горива изазвао је потребу за развијањем енергетских технологија и повећањем ефикасности постројења за производњу електричне енергије. Истовремено, повећана еколошка свест, као и сазнања о све сиромашнијим изворима енергије, захтевала је све већу пажњу очувању околине и преосталих ресурса. Оваква нова ситуација навела је индустријске земље на стварање законске регулативе која уводи конкуренцију на отвореном тржишту електричне енергије. Нова регулатива је полазила од претпоставке да ће оштра конкуренција на отвореном тржишту довести до ефикасније производње енергије, смањења потрошње горива по јединици производа, а тиме и смањења загађења околине. Мала когенерацијска постројења постала су ефикасни и конкурентни произвођачи електричне енергије.

Следећи овај концепт, рад представља осврт на биогас као један од видова обновљивих извора енергије, на његове особине и техничке захтеве постројења за његову прераду, као и на могућности његовог коришћења у процесу когенерације у Србији.

1.1 Обновљиви извори енергије

Енергија је кључна компонента развоја сваког друштва. Одрживост у вези са употребом енергије се односи на:

- способност обезбеђивања енергије са минимизирањем негативних утицаја на животну средину,
- разумну и рационалну потрошњу енергије,
- обезбеђење употребе обновљивих извора енергије,
- редуковање потребе за енергијом из необновљивих извора,
- праведну расподелу енергетских ресурса.

Обновљиви извори енергије, не укључујући хидроенергију, дају мање од 1% укупно потребне енергије у свету. Тај удео у будућности треба знатно повећати јер необновљивих извора енергије има све мање, а њихов неповољан утицај на животну средину и здравље људи све је израженији у последњих неколико деценија. Главни извор енергије у свету су још увек фосилна горива која дају 85-90% енергије [8]. Нафта је најзначајнија са 35%, а угаљ и природни гас су подједнако заступљени. Готово 8% енергије добија се из нуклеарних електрана, а тек 3,3% енергије долази од обновљивих извора [4].

Иако се обновљиви извори енергије троше, они се не исцрпљују, већ се обнављају у одређеним циклусима. Развој технологија искоришћавања обновљивих извора енергије (нарочито ветра, воде, сунца и биомасе) важан је због неколико разлога:

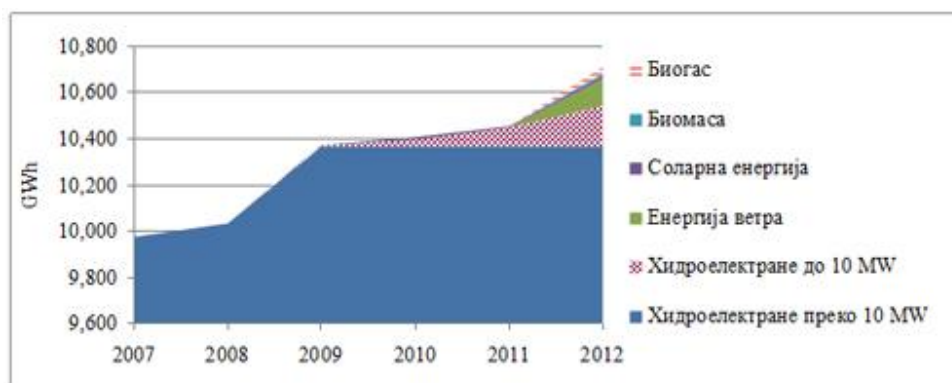
- ✓ обновљиви извори енергије имају врло важну улогу у смањењу емисије гасова стаклене баште у атмосферу,
- ✓ повећање удела обновљивих извора енергије повећава енергетску одрживост система,
- ✓ помаже побољшању сигурности снабдевања енергије на начин да смањује зависност од увоза енергетских сировина и електричне енергије.

Циљ Републике Србије је да до краја 2012. године повећа учешће електричне енергије произведене из обновљивих извора за 2,2%, посматрано у односу на укупну националну потрошњу електричне енергије у 2007. години, као и да заступљеност биогорива и других обновљивих горива на тржишту износи најмање 2,2% у односу на укупну потрошњу горива у саобраћају рачунато на основу енергетског садржаја [4].

Реализација постављеног циља ће се обезбедити повећањем производње „зелене електричне енергије“ у обиму од 739,1 милиона киловат-часова у 2012. години, што је довољно да покрије годишње потребе за енергијом 179 хиљада домаћинстава (са просечном месечном потрошњом од 350 киловат-часова), и стављањем у промет више од 130 хиљада тона биогорива на тржиште у периоду до 2012. године.

За остварење постављеног циља за учешће електричне енергије у укупној потрошњи до 2012. године планирано је привлачење и ангажовање приватних извора финансирања у изградњи капацитета снаге 102 MWe који за производњу електричне енергије користе обновљиве изворе, чиме би се створили услови за повећање производње „зелене електричне енергије“ за 739,1 GWh. У посматраном периоду ће се производња електричне енергије из обновљивих извора повећати за 7,4% - са 9.974 GWh у 2007. на 10.713,1 GWh у 2012. години.

Планирани капацитети обухватају изградњу најмање 45 MWe малих хидроелектрана, 45 MWe ветроелектрана, 5 MWe соларних фотонапонских постројења, 2 MWe постројења на биомасу и 5 MWe постројења која користе биогас, уз укупну вредност инвестиција од око 200 милиона евра у периоду до 2012 [4].



Слика 1: Планирана производња електричне енергије из обновљивих извора у Републици Србији, по врстама

Привлачење и ангажовање приватних извора финансирања, као и финансирање подстицаја и подршке развоју ОИЕ, ће се реализовати спровођењем политике подстицаја и механизма за подршку развоју ОИЕ.

Планирано повећање учешћа биогорива у саобраћају у Републици Србији је могуће обезбедити коришћењем биодизела, с обзиром да постоје могућности за производњу - од сировина до производних капацитета (процењена могућност производње од 141.750 до 250.600 т биодизела годишње, у зависности од структуре сетве) [9].

2.0 Биомаса

2.1 Основни појмови и класификације биомасе - Врсте и својства биомасе

Биомаса је биоразградиви део производа, отпадака и остатака пољопривредне производње (биљног и животињског порекла) шумарске и сродних индустрија. Енергија из биомасе долази у чврстом, течном (нпр. биодизел, биоетанол, биометанол) и гасном стању (нпр. биоplin, биоplin из расплињавања биомасе и депонијски plин). Енергија биомасе најчешће се користи за добијање топлотне и електричне енергије.

Биомаса се може поделити на дрвну, недрвну и животињски отпад, унутар чега се могу разликовати :

- ✓ дрвна биомаса (остаци из шумарства, отпадно дрво),
- ✓ дрвна узгајана биомаса (брзорастуће дрвеће),
- ✓ недрвна узгајана биомаса (брзорастуће алге и траве),
- ✓ остаци и отпаци из пољопривреде,
- ✓ **животињски отпад и остаци**,
- ✓ градски и индустријски отпад.

Биомаса има карактеристичан хемијски састав и физички облик и особине које је разликују од фосилних горива. Поред низа заједничких особина свака биомаса има и неке своје карактеристичне које је разликују од осталих. Заједничке особине, али и међусобне различитости утичу на начин коришћења, технологије коришћења, већу или мању употребљивости одређене биомасе. Све ове специфичности захтевају анализу употребљивости расположиве биомасе, избор горивог циклуса и изналажење рационалног начина коришћења.

Енергија биљног порекла представља акумулирану светлосну енергију којом се светлост трансформисала у хемијску енергију процесом фотосинтезе. У току фотосинтезе биљке користе угљен диоксид из ваздуха и воде у циљу стварања угљених хидрата, односно шећера, који представљају основне градивне елементе биомасе – просечан хемијски састав биомасе биљног порекла је 25% лигнина и 75% угљених хидрата). На овај начин се сунчева енергија акумулира у хемијским везама структурних компоненти биомасе. Како је енергија акумулирана у биомаси хемијске природе у њеној експлоатацији нема прекида рада, као што је то случај са соларном енергијом или енергијом ветра. Биомаса се може претворити у топлотну енергију, електричну енергију и горива за транспортна возила. Директним сагоревањем биомасе добија се топлота која се може користити за грејање у индустрији или домаћинствима, или за производњу водене паре, помоћу које се у малим термоелектранама може добити електрична енергија (когенерација). Хемијском трансформацијом енергије садржане у биомаси могу се добити течна и гасовита горива (биогорива – етанол, метанол, биодизел..). Најразвијенија метода хемијске трансформације биомасе јесте ферментација у алкохол, а остали савремени поступци коришћења енергије биомасе укључују пиролизу, расплињавање и добијање водоника.

Енергија из биомасе се може добити на више начина:

- непосредним спаљивањем ради добијања топлотне енергије (дрво, биљни остаци, отпадно дрво),
- **дигестијом – прерадом отпадака животињског порекла (стајњак) у биогаз**,
- прерадом биомасе у алкохол (етанол) или производњом биљних уља.

Мала запреминска густина биомасе ствара тешкоће при транспорту и складиштењу. Ова особина биомасе основни је разлог због којег економичност коришћења биомасе опада са повећањем транспортног растојања. Транспортне трошкове биомасе повећава њена расејаност по великој површини, односно мала густина „производње“. Слама, кукурузовина, па и дрвени отпад у воћњацима и шумама распрострајени су на великим површинама. Сакупљање отпадне биомасе ради њеног транспорта и даљег коришћења, повећава цену енергије добијене сагоревањем биомасе.

За разлику од угља, биомаса има велики проценат кисеоника, мањи проценат угљеника и нешто већи проценат водоника. Овакав хемијски састав биомасе не ствара проблеме при сагоревању. Међутим, велика количина испарљивих горивих материја захтева посебна решења котлова и ложишта. У неким врстама отпада из индустрије прераде дрвета могуће је присуство једињења хлора. При сагоревању у тим случајевима, и због знатног процента угљоводоника, у продуктима сагоревања може се наћи значајан проценат хлорних једињења, диоксида, фурана и полиароматских угљоводоника, чија је емисија штетна по околину.

Највећа предност биомасе у односу на угаљ је њена еколошка вредност. У биомаси нема сумпора, тако да се њеним сагоревањем не ствара сумпордиоксид, највећи загађивач при сагоревању фосилних горива. Ипак, при сагоревању отпадне биомасе класичним технологијама у продуктима сагоревања значајан је проценат оксида азота, а при неправилном вођењу процеса и значајан проценат СО, хлорних једињења, цикличних угљоводоника.

Технологија	Емисија угљеника
Биомаса	5-10 g/kWh
Угаљ	199-220 g/kWh

Табела 1 : Емисије угљеника биомасе и угља

2.2 Енергетски потенцијал биомасе

У светским размерама, после угља и нафте, биомаса је највећи примарни енергетски извор. Међу обновљивим изворима енергије (сунце, ветар, геотермална енергија), енергетски потенцијал биомаса је на првом месту. Рачуна се да је у глобалним размерама биомаса учествује са око 13% у светском примарном енергетском потенцијалу, док је учешће ветра и геотермалне енергије испод 1%, хидропотијал мање од 6%, а енергија сунчевог зрачења такође мање од 1%.

Србија са површином од 77.474 km^2 , од чега је шумом покривено око 24.000 km^2 док је око 45.000 km^2 пољопривредно земљиште, има релативно велики енергетски потенцијал у биомаси. Укупни енергетски потенцијал биомасе процењен је на 115.000 ТЈ/год. од чега 50.000 ТЈ/год. потенцијал шумске масе која преостане после експлоатације шума, а око 65.000 ТЈ/год. је остатак пољопривредне биомасе. Шумском биомасом је већ обухваћена количина дрвета која се користи као огрев (20.000 ТЈ/год.). Ради процене значаја овог енергетског потенцијала могу послужити подаци о производњи домаћег угља. Према подацима за 2000. годину производња угља из колубарског и косточачког басена је 34,84 милиона тона или изражено у енергетским јединицама око 247.000 ТЈ, што је два пута више од енергетског потенцијала биомасе[4].

Коришћење процењеног потенцијала биомасе не може елиминисати потребу државе за увозом горива, али се у сваком случају може значајно смањити увоз течног готива, које уколико се купује по нижој цени истовремено садржи више сумпора и тешких метала. Колико ће се овај енергетски

потенцијал остатака биомасе рационално, или чак уопште користити у енергетске сврхе, зависи од више фактора: расположивости технологија, набавне цене опреме, поузданости снабдевања горивом, цене биомасе, а такође и од цене других енергената. Један од кључних фактора који значајно утиче на формирање цене биомасе као горива је концентрација биомасе, тј. да ли је биомаса која се користи за производњу енергије већ прикупљена због потреба основног процеса или је биомасу неопходно прикупљати по терену само за енергетске потребе. Потребно је нагласити да постоје места где се остаци биомасе јављају као нуспроизводи основног производног процеса што значи да је цена остатака биомасе нула, а да се истовремено као енергент за добијање топлоте користи увозно течно гориво или чак електрична енергија.

Поред парцијалног интереса сваког потрошача да користи што јефтиније гориво, постоји општи интерес, који се може односити на регион, државу или глобално. Интерес пољопривредних региона или региона богатих шумом је да што више развијају делатност које су у директној или индиректној вези са пољопривредом и шумарством, што подразумева коришћење биомасе у енергетске сврхе, како би се смањила потрошња увозних течних горива, електричне енергије или угља. Сличан интерес би морала да има и држава. Поред смањења трошкова за увоз енергената, коришћењем остатака биомасе као енергента, додатно се ангажују локална радна снага за припрему и коришћење биомасе. Тиме се радно способно становништво задржава у сеоским подручјима, у слабо насељеним регионима и индустријски недовољно развијеним регионима.

Укључивањем Србије у европске интеграције прихватиће се и обавеза да свака земља да свој допринос смањењу емисије угљен-диоксида. Свакој земљи је постављена вредност емисије угљен-диоксида коју не би требало прећи, чиме се приморавају све земље да део енергије добијају из обновљивих извора енергије, а то значи и један део биомасе. Следствено споразуму из Кјота, може се очекивати да ће Србија у догледно време бити приморана да знатно више користи обновљиве изворе енергије. Повећање коришћења биомасе у производњи енергије може се постићи једновременим активностима у више области. Неопходно је успоставити однос цена енергената који неће давати предност увозним енергентима и електричној енергији. Поражавајуће је да је последњих година у сеоским домаћинствима све значајна употреба електричних термоакумулационих пећи јер цена електричне енергије и комфор то омогућавају. Заједничко ангажовање домаће привреде и истраживачких институција кроз поједине демонстрационе пројекте, било би изузетно значајно за освајање појединих технологија и знања из области енергетског искоришћења биомасе. У пољопривреди треба створити услове да пољопривредна газдинства што више користе сопствене остатке биомасе за производњу енергије, односно стимулисати организовање што више енергетски независнијих фарми. На крају потребно је отворити питање промене структуре пољопривредне производње у процесу прилагођавања условима Европске уније, која се може оријентисати и на производњу брзо растућих биљака погодних за коришћење у производњи енергије.

Као што је већ споменуто да је влада РС поставила циљеве за производњу електричне енергије из ОИЕ (да до краја 2012. године повећа учешће електричне енергије произведене из ОИЕ за 2,2%, посматрано у односу на укупну потрошњу електричне енергије у 2007. години, и да заступљеност биогорива и осталих горива из обновљивих извора на тржишту износи најмање 2,2% у односу на укупну потрошњу горива у транспорту рачунато на основу енергетског садржаја), према Уредби о изменама и допунама Уредбе о утврђивању Програма остваривања Стратегије развоја енергетике Републике Србије до 2015. године за период од 2007. до 2012. године, главни циљеви програма у вези са биомасом у Србији су:

- ефикасно коришћење расположивих ресурса за производњу енергије,
- смањење емисије ГЕСБ (гасова ефекта стаклене баште),

- смањење увозне зависности и
- отварање нових радних места.

Међутим, да би се максимално искористили потенцијали ОИЕ у Србији, потребно је унапредити тржишне услове [9].

У прилогу 1 се налазе **Правни оквир ЕУ и Србије** за коришћења биомасе за производњу енергије.

2.3 Проблеми и активности

За коришћење биомасе као ОИЕ, потребно је створити одговарајуће услове и превазићи различите препреке и проблеме :

- сигурност снабдевања и обезбеђивање сировина
- дозволе и сагласности
- комуницирање
- наука и технолошки развој
- финансијски и економски аспекти
- реализација и праћење.

2.4 Дозволе и сагласности

Да би се биомаса користила, потребно је обезбедити одговарајуће сагласности, дозволе и сертификате, као што су: дозволу за изградњу постројења, сертификат за уређаје или биогорива (пелете, биогорива за транспорт). Инвеститори који желе да улажу у сектор биомасе треба да добију јасне информације о потребним дозволама и процедурама. Поступак прибављања дозвола и сагласности треба поједноставити и реализовати у што краћем временском року, а да се при том и даље води рачуна о факторима као што су безбедност постројења, испуњеност енергетских и еколошких захтева, итд. Инвеститори треба да знају које институције и на ком нивоу су овлашћене за издавање дозвола.

Изградња постројења за производњу електричне енергије из ОИЕ мора да буде у складу са Законом о планирању и изградњи (Службени лист Републике Србије, бр. 72/09). Тај поступак је врло сложен и дуготрајан и састоји се из следећих фаза: информација о локацији, издавања локацијске дозволе, припреме техничких докумената (генералног пројекта, идејног пројекта, главног пројекта, коначног пројекта/извођачког пројекта, пројекта изведеног стања), техничког надзора, захтева за издавање грађевинске дозволе, пријаве почетка изградње, припреме градилишта/земљишта, изградње, техничког прегледа постројења и употребних дозвола.

Поступак добијања грађевинске дозволе и сертификата за различите производе (уређаје/апарате и горива) мора бити јасно дефинисан, као и институције које учествују у њиховом издавању. Нарочито је важно да се дефинише списак дозвола и потребних докумената (дозволе за локацију, техничка документација, технички надзор, грађевинске дозволе, процене утицаја на животну средину, употребне дозволе, повезивања на мрежу, веза са мерама подстицаја за мала и велика постројења, као и постројења за производњу топлотне енергије из биомасе, производњу електричне енергије, производњу и коришћење биогаса, биогорива, итд.) и одговорности институција које учествују у овим активностима (од националног до покрајинског и локалног нивоа). Поступке за добијање дозвола/ сертификата би требало дефинисати за различите врсте постројења, уређаја/ апарата и горива, при чему процес успостављања ефикасног и јасног система за прибављање дозвола и сагласности треба да се базира на искуствима земаља у ЕУ [9].

2.5 Финансијски и економски аспекти

Главна препрека за повећано коришћење биомасе за производњу електричне енергије је ниска цена електричне енергије. Усвојени подстицаји за електричну енергију произведену из биомасе су створили атрактивне услове за инвеститоре који су заинтересовани за изградњу ових постројења. Што се тиче коришћења биомасе за производњу топлотне енергије, садашњи услови оправдавају употребу биомасе уместо природног гаса или течних горива. Угаљ, који производи много веће загађење, је јефтин и не постоји мотивација инвеститора да пређу са угља на биомасу. Финансијска и економска подршка коришћењу биомасе представља сложено питање и неопходна је у периоду увођења. Према искуству других земаља, могло би се очекивати да период увођења траје од 5 до 10 година када ће се стећи услови за даљи самоодрживи развој сектора биомасе.

Развој сектора биомасе није могућ без страних инвестиција и различитих финансијских и економских мера. Тренутно је пет различитих кредитних линија намењено за обновљиву енергију, укључујући и коришћење биомасе. У будућем периоду, могло би се очекивати да подстицаји Србије за инвеститоре буду међу најбољима у региону, имајући у виду и период ослобађања од плаћања пореза на добит предузећа, пореске кредите за отворена радна места, једну од најнижих стопа пореза на добит предузећа у југоисточној Европи и јефтину радну снагу.

2.6 Предности коришћења биомасе

Коришћењем биомасе се на првом месту смањује емисија гасова са ефектом стаклене баште.

- Неутрална емисија угљен диоксида
- Емисија сумпор диоксида је безначајна
- 10 пута мања емисија пепела у односу на угаљ
- Далеко мања емисија азотових оксида у сектору саобраћаја и транспорта
- Враћање минерала у тло (чист пепео)
- Далеко мањи екотрошкови у поређењу са угљем као енергентом

2.7 Подстицајне тарифе за производњу електричне енергије

Биомаса	с€/kWh
Инсталисани капацитет до 500 kW	13,6
Инсталисани капацитет од 500 kW до 5 MW	13,845-0,489*P
Инсталисани капацитет од 5 MW до 10 MW	11,4
Биогас	с€/kWh
Инсталисани капацитет до 200 kW	16
Инсталисани капацитет од 200 kW до 2 MW	16,444-2,222*P
Инсталисани капацитет од 2 MW до 10 MW	12

P – Инсталисани капацитет у MW

Табела 2 : Подстицајне тарифе за производњу електричне енергије[9]

Влада Србије усвојила Уредбу о "fid-in" тарифама:

Гарантоване откупне цене киловат-часа електричне енергије произведене из неких обновљивих извора и комбиноване производње су за:

- постројења на биогас: 12 - 16 евро центи

- канализациони и депонијски гас: 6,7 евро центи
- електране са комбинованом производњом: 7,6 - 10,4 евро цента
- електране које користе отпад: 8,5 - 9,2 евро цента
- електране на постојећој инфраструктури: 7,6 евро центи[9].

2.8 Постојеће баријере за интензивније коришћење биомасе

• не постоје јасно дефинисане обавезе оператера преносног односно дистрибутивног система да приоритетно прикључују произвођаче који користе ОИЕ на мрежу и да обновљивој енергији дају првенство у диспечирању

- недостаје знатан број стандарда опреме и поступака за експлоатацију ОИЕ
- недостају прописи за пројектовање, израду, контролу и монтажу/уградњу уређаја који користе ОИЕ
- недостају акредитоване атестне лабораторије за постројења која користе ОИЕ
- не-економске цене електричне енергије и диспаритет цена енергената
- не постоји развијено тржиште за снабдевање биомасом за производњу енергије

3.0 Биогаз

Биогаз настаје биохемијским разлагањем органских материја (биомасе) уз одсуство кисеоника, односно анаеробном дигестијом.

Према досадашњим истраживањима истиче се да почеци организоване експлоатације биогаза датирају из пре 2000. година у Кини. У Европи подаци о коришћењу биогаза датирају тек од 1630. године, док је прво постројење за пречишћавање фекалних вода и производњу биогаза изграђено 1890. године.

3.1 Зашто биогаз?

Производња "зелене енергије" из биогаза, који спада међу обновљиве изворе енергије, значи обећавајући и за околину мање штетан начин добијања енергије, пошто смањује емисије CO₂ у околину и смањује енергетску зависност од увозних извора енергије. Пошто изградња постројења на биогаз закључује природни циклус: **храна - гајење - прерада - биогаз - поље - храна**, а такође доприноси и развоју села.

3.2 Састав биогаза

Биогаз је мешавина гасова у чијем саставу доминирају: метан (CH₄), угљендиоксид и други гасови, чији је удео мањи и веома променљив - незнатне количине азота, водоника, амонијака и водониксулфида (Таб.3). У саставу биогаза садржај метана варира између 50% и 80%. Већи садржај метана у биогазу даје му и већу енергетску моћ.

Supstance	Hemijska formula	Procentualni sadržaj (%)
Metan	CH ₄	50-70
Ugljen-dioksid	CO ₂	30-40
Vodonik	H	5-10
Azot	N ₂	1-2
Vodena para	H ₂ O	0,3
Vodonik-sulfid	H ₂ S	0-0,5

Табела 3 : Процентуални састав биогаза

Својства главних компоненти гаса су наведене у наставку:

- CH₄ гас, сматра се вредним горивом. Гас је нетоксичан, без мириса и лакши је од ваздуха.
- CO₂ је инертан, безбојан гас који нема мириса и тежи је од ваздуха. CO₂ је благо токсичан, загушљив и стандардна професионална изложеност овом гасу је 5.000 ppm (ppm - од израза *parts per milion*) . Већа концентрација CO₂ у биогазу резултира његовом нижом топлотном вредношћу.
- H₂S је безбојан гас. Он је тежи од ваздуха, што за последицу има његово концентрисање у доњем слоју дигестора, што је веома опасно по раднике који одржавају дигесторе. У мањим концентрацијама тај гас има карактеристични мирис покварених јаја. При много већим, а тиме и опаснијим концентрацијама, H₂S нема мирис. Због свог отровног својства водониксулфат има вредност стандардне професионалне изложености 10 ppm.

Осим своје токсичности, H_2S је и корозиван што може узроковати проблеме током сагоревања биогаза. Сагоревањем H_2S се конвертује у SO_2 , такође токсични производ, што може узроковати појаву киселина.

- NH_3 је опор гас који надражује очи. Код овог гаса стандардна професионална изложеност је 10 ppm. Обично су концентрације NH_3 гаса у биогазу веома мале.
- Водена пара, иако безазлен производ, постаје корозивна у комбинацији са NH_3 и CO_2 , а посебно са H_2S у биогазу. Максималан садржај воде у биогазу је регулисан температуром гаса. Када из дигестора изађе биогаз који је засићен водом тада ће хлађењем биогаза резултирати кондензацијом воде.

Gorivi sastojci biogasa		Negorivi sastojci biogasa	
Naziv gasa	Zapreminski udeo (%)	Naziv gasa	Zapreminski udeo (%)
Metan (CH_4)	55÷75	Ugljen-dioksid (CO_2)	25÷45
Vodonik (H_2)	0÷1	Azot (N_2)	0÷2
Vodonik-sulfid (H_2S)	0÷1	Kiseonik (O_2)	0÷0,5
		Vodena para (H_2O)	0÷2
		Amonijak (NH_3)	0÷2

Табела 4: Гориви и негориви састојци биогаза

Komponenta	Molska masa M kg/kmol	Gustina ρ^* kg/m ³	Gasna konst. R J/kg K	Specif. toplota C_p J/kg K	Specif. toplota C_v J/kg K	Eksp. adijabatski κ	Kritična temp. T_k K	Kritični pritisak P_k bar	Dinam. viskoznost μ 10 ⁶ kg/m s
Metan (CH_4)	16,03	0,717	518,8	2225	17,00	1,31	190,85	46,2	10,3
Vodonik (H_2)	2,016	0,0895	4125	14266	10130	1,407	33,1	12,97	8,42
Ugljen-dioksid (CO_2)	44,01	1,976	189	837	653	1,3	304,1	73,9	13,7
Vodonik-sulfid (H_2S)	34,09	1,539	244,2	1058	804	1,3	373,4	191,4	11,66
Amonijak (NH_3)	17	0,771	489	2200	1710	1,28	405,4	113	9,18
Azot (N_2)	28	1,429	259,9	913	653	1,4	154,18	50,37	20,3

* - густина на нормалним условима $t=0$ оС, $p=101325$ Pa

Табела 5: Основне карактеристике компонената биогаза

С обзиром да је по свом карактеру биогаз смеша више гасова, његова густина зависи и мења се према појединачним запреминским уделима сваке од заступљених гасних компоненти. На основу

дијаграма зависности моларне масе од запреминског удела метана у биогасу констатује се да је биогас лакши од ваздуха сем у случајевима кад је удео метана у њему нижи од 40%.

На квалитет биогаса се може утицати и његовом дорадом после изласка из дигестора, нарочито у смислу поправке његових горивих особина. Поправка горивих особина биогаса креће се у правцу смањења негоривих састојака и елиминације штетних горивих састојака.

Обзиром на наведена својства главних компоненти биогаса, често је потребно биогас обрадити. Обрада биогаса је обично усмерена на одстрањивање воде, које је потребно извршити због: могућег накупљања влаге у опреми, у гасној цеви, формирања корозивног киселинског раствора када је вода у комбинацији са H_2S и у циљу стварања оптималних услова за коришћење биогаса за крајње кориснике.

3.3 Најчешћи начини употребе биогаса су:

- производња топлоте и гаса
- производња електричне енергије
- копроизводња топлотне и електричне енергије грејање и хлађење
- непосредно сагоревање за кување и освету
- погонско гориво за пољопривредну механизацију
- гориво за моторна возила
- гориво за котлове
- добијање водоника из биогаса за даљу употребу
- производња хемикалија

3.4 Предности употребе биогаса:

- То је обновљив извор енергије
- Смањује емисије угљен-диоксида и метана
- Смањује трошкове за енергију
- Смањује непријатне мирисе
- Децентрализована употреба / повећана поузданост снабдевања енергијом
- То је висококвалитетно ђубриво
- Смањује полуцију земље и подводних вода
- Производња електричне и топлотне енергије из ускладиштене енергије у складу са тренутним потребама, независно од годишњег доба
- Омогућава смислено коришћење напуштених пољопривредних површина
- Могућност додатне енергетске делатности омогућава додатни извор зараде
- Повећава тржишну вредност, а тиме и куповну моћ сеоских регија
- Обезбеђује додатни посао домаћој индустрији и погонима
- Омогућава смањење употребе вештачких ђубрива
- Битно доприноси очувању околине

3.5 Производња и подстицање коришћења биогаса у ЕУ

Пољопривредна производња у земљама ЕУ је високо субвенционирана, па и поред тога приходи од класичне пољопривредне производње су све мањи. Удружења пољопривредника, привредне коморе као и надлежни органи државе покушавају да изнађу могућности за додатне приходе из непољопривредних делатности. Једна од њих, поред туризма, свакако је производња

енергената или енергије. На такав начин биогаз постројења разлажу не само стајњаком, него и ратарским културама. Енергенти се у савременим постројењима претварају у метан, који затим сагорева у биогаз моторима и генераторима и претвара се у електричну или топлотну енергију.

Мотив за доношење закона о коришћењу обновљивих извора енергије (ОИЕ), је међународни договор из Кјота односно протокол из Кјота о смањењу емисије гасова који проузрокују ефекат стаклене баште донешен 1998. године.

ЕУ се обавезала да ће до 2010. године смањити испуштање тих гасова за 8% у односу на 1990. годину [1]. У томе је највише предњачила Немачка, која је до 2003. године, смањила емисију на 19% у односу на 1990. годину [1]. ЕУ комисија сматра да ће највећи допринос смањењу емисије дати веће коришћење биомасе. До 2001. године биомаса се углавном користила за производњу топлотне енергије, а незнатно за производњу електричне енергије.

Врсте извора	€/kWh
Фотонапонске ћелије	0,30 до 0,80
Хидроенергија	0,04 до 0,25
Биомаса (биогаз, биодизел)	0,07 до 0,19
Ветроелектране	0,04 до 0,08
Фосилна горива	0,03 до 0,05

Табела 6 : Производне цене електричне енергије из ОИЕ у ЕУ[1]

За изворе енергије од 500 kW до 200 MW, цена kWh електричне енергије добијене из биомасе варира од просечних 10 €/centu/ kWh, до 8,4 €/centu/ kWh, што зависи од величине извора. Цена такође зависи и од године експлоатације и виша је за првих пет година, као и од врсте обновљивог извора [1].

Електрична енергија из биогаза, такође има различите тарифе. Тако је удружење Биогаз - произвођача, успело да излобира да се издвоје посебне накнаде за биогаз, који се искључиво производи из основне пољопривредне производње. Основној цени од око 9-10 €/centu/ kWh, у зависности од годишње испоручене енергије, додаје се 3-8 €/centu/ kWh. Биогаз асоцијације труде се да лобирају за своју производњу, труде се да објасне политичарима да ће они доносити одлуке о будућности биомасе, те објаснити да се овим не производи само чиста “зелена” енергија, већ да ће нови облик производње енергије донети више нових радних места, чиме се постиже и развој привреде, пољопривреде, занатства и услуга [6].

3.6 Производња биогаза у Србији

Као и свуда у свету где се процени да је исплативост добијања енергије из биомасе довољна за изградњу постројења, и у Србији је потребно размотрити извесна питања економске исплативости улагања, али се чини да их треба размотрити са посебном обазривошћу због тога што је тржиште биоенергената још увек неразвијено, механизми субвенционисања нису најбоље разрађени, а период поврата инвестиција релативно велики.

Ризици и питања у погледу снабдевања са биогоривом односе се на:

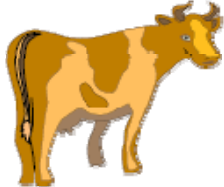
- Доступност довољне количине биомасе у региону коришћења дугорочно посматрано?
- Да ли се биомаса користи само као гориво или постоји још нека њена алтернативна конкурентна употреба?
- Постоји ли неки од спољашњих фактора који би утицао на снабдеваче биомасом, пословна мотивација?
- Да ли је питање транспорта решено за дужи период?
- Уколико је успостављен систем снабдевања биогоривом, независна тржишна студија је обавезна.
- Уколико није успостављен ланац снабдеваја биогоривом, потребна је процена различитих случајева који се могу појавити на тржишту.
- Да ли су снабдевачи поуздани у смислу дугорочног снабдевања?
- Заштита биогорива од влаге, заштита од појаве пожара, складиштење?

3.7 Добијање биогаза у постројењима на фармама

Биогаз настаје у процесу анаеробне разградње ђубрива - стајњака (без присуства кисеоника) у току серије високо комплексних реакција, под дејством бактеријских култура.

Због константног повећања цена фосилних горива, као и због посебних цена за енергију добијену из обновљивих извора енергије, на пример производња енергије на фармама живине које се узгајају за производњу меса, може бити конкурентна производњи енергије из фосилних горива. То и није линеарног карактера јер се у већини случајева, у циклусу производње енергије из сточног ђубрива користи енергија из фосилних горива, као што је прикупљање и обрада стајњака, па се тако и трошкови производње енергије повећавају, али добром организацијом и планирањем ти се трошкови свде на минимум.

Енергетски потенцијал биомасе на фармама се одређује према броју тзв. *условних грла* стоке. Условно грло (УГ) или сточна јединица (СЈ) представља животињу (или више њих), тежине 500 кг живе ваге [3] .

	- 1 УГ[СЈ]. = 0,6 - 1,2 млечна крава - приближно 1,3 м³ биогаза дневно по УГ - доња топлотна моћ: 6 kWh/Hm³
---	---

	- 1 УГ[СЈ]. = 2 - 6 свиња - приближно 1,5 м³ биогаса дневно по УГ - доња топлотна моћ: 6 kWh/Нм³
	- 1 УГ[СЈ]. = 250 - 320 кока - приближно 2 м³ биогаса дневно по УГ - доња топлотна моћ: 6,5 kWh/Нм³
	- Силажа кукуруза, траве, лисне масе... - 600 - 640 м³ биогаса по тони органске суве материје - доња топлотна моћ: 5,5 - 6 kWh/Нм³
	- Индустрijske органски загађене отпадне воде - 60-80% CH₄ у биогасу

Табела 7: Енергетски потенцијал биомасе на фарми [3]

Произведени биогас може се користити за: топлотне потребе загревања просторија, грејање воде и у кућним потребама директним сагоревањем, за производњу електричне енергије, која би се користила на фарми или би се укључивала у електроенергетски систем. У процесу добијања биогаса настаје преврели стајњак - осока, која по свом физичком и хемијском саставу може да се употреби као одлично основно ђубриво, јер су у њој после ферментације у целости задржане минералне материје, азот, калцијум и фосфор. Применом преврелог стајњака знатно се добија на уштеди минералних ђубрива и девизних средстава која се утросе за њихов увоз. За економски исплативо постројење на биогас рачуна се да је потребно стајњака од 100 крава или 1100 свиња или 12-14.000 пилаци [1].

Производња биогаса на фармама доприноси очувању животне средине, али и унапређењу пољопривредне производње тако што:

- доноси потенцијалне нове приходе пољопривредницима,
- доноси уштеду у ђубриву,
- смањује емисију гасова са ефектом стаклене баште,
- представља јефтин и чист начин рециклаже отпадних органских материја
- смањује неугодне мирисе,
- смањује број патогених организама [2].

Правилним подстицајима од стране државе или локалне самоуправе у блиској будућности могу се изградити биогаз постројења у Србији која ће бити економски исплатива. Изградњом биогаз постројења на фармама постигла би се вишеструка корист како у области заштите животне средине смањењем емисије гасова стаклене баште у атмосферу, тако и у области енергетике.

На удару критике еколошких покрета у свету нашле су се фарме с великим бројем животиња, као велики произвођачи метана.

Биогаз има значајну енергетску вредност од око 7 kWh/m³ што га чини врло исплативим и универзалним горивом далеко исплативијим од осталих фосилних горива и биомасе.

биогаз	6-7 kWh
природни гас	10 kWh
пропан	26 kwh
метан	10 kWh
водоник	3 kWh

Табела 8 : Енергија која се добија сагоревањем 1m³ гаса

Животиња	Врста отпада	Сува материја (кг/дан)	Биогаз по животињи (м ³ /дан)	Енергија по животињи (kWh/год)
Говеда	Текући	5,4	1,6	3400
Говеда	Суви	5,6	1,6	3400
Свиње	Текући	1,3	0,46	970
Свиње	Суви	2,9	0,46	970
Живина	Суви	0,047	0,017	36

Табела9 : Количина биогаза и енергије добијене из животињског отпада зависи и од врсте животиње [3]

Запремина од око 1,7 м³ биогаза је једнака једном литру бензина. Ђубриво које произведе само једна крава у току једне године може бити претворена у метан који је једнак количини бензина од око 200 литара [7].

Изградња постројења биолошке анаеробне прераде стајњака на фармама (пољопривредним газдинствима) има за циљ да се смање велике еколошке штетности услед емисије загађујућих материја. Осим тога, биогаз и ђубриво који настају као нус продукт процеса анаеробне дигестије

имају своју значајну употребну вредност. После одређеног нивоа пречишћавања, који зависи од начина коришћења биогаса, он се може користити:

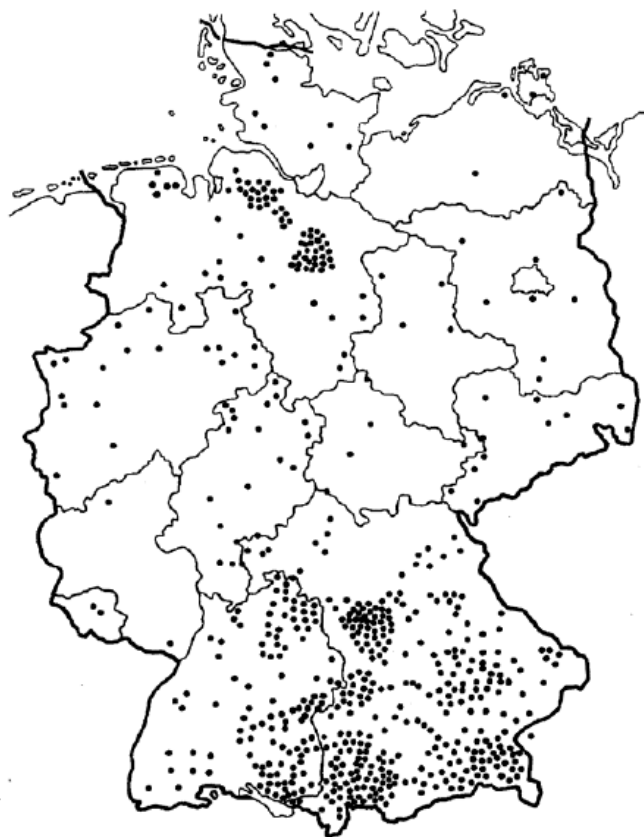
- у котловима за производњу топлотне енергије,
- у гасним турбинама,
- **у когенеративним постројењима за производњу топлотне и електричне енергије,**
- у возилима као гориво за моторе са унутрашњим сагоревањем.

Изграђен је велики број индивидуалних постројења на фармама широм света. У последњих десет година у неким државама са развијеном пољопривредном производњом, попут Данске, усвојен је концепт изградње централизованих постројења анаеробне дигестије.

До ових постројења отпадни материјал се транспортује са различитих фарми, а често се и заједнички обрађује са индустријским или комуналним органским отпадним материјалом. Уобичајено је да мешавину чини 75% органског отпада са фарми и 25% осталог органског отпада. Према расположивим подацима у Данској је у раду 18 великих централизованих постројења овог типа. На централизованим постројењима се обрађује отпад са око 600 фарми. Капацитети ових постројења су од 50 до 500 тона отпадног материјала на дан. Укупно око 1 милион тона отпадног материјала је обрађивано годишње у 1996. години.

Велики број постројења анаеробне дигестије је изграђен и у Немачкој. Укупан број ових постројења, који обрађују пољопривредни органски отпадни материјал, је преко 800. Од тога је око 30 централизованих. Само током 1998. године изграђено је преко 150 нових постројења. На овим постројењима производи се електрична енергија која се затим дистрибуира у јавну мрежу. Просечна инсталирана електрична снага ових постројења износи 60 kWel, а њихова уобичајена продукција 48 kWel.

Сви дигестори производе око 250 милиона m³ гаса годишње. Локације постројења анаеробне дигестије у Немачкој су дате на *слици 2*.



Слика 2 : Пољопривредна биогасна постројења у Немачкој

Појединачни капацитет сваког од постројења је 200 до 500 kWel. Дигесторска постројења су запремине од 100 до 500 m³, а изванредан број постројења је запремине од 1000 до 1500 m³.

3.8 Заштита животне средине са аспекта примене биогаз технологије на фарми

У појединим европским земљама присутан је различит приступ коришћења биогаз технологије. Док поједине земље користе биогаз технологију за обраду отпадних вода друге је користе за повећање вредности органског ђубрива.

Након анаеробне дигестије око 25-40% органске суве материје се претвори у метан и угљен диоксид. Ова редукција побољшава квалитет ђубрива. Додатно се повећава и флуидност што утиче на лакше руковање и већу инфилтрацију након посипања ђубрива. Такође су смањене количине компонената које проузрокују смрад, смањује се количина корова и употреба пестицида.

Многи фармери су приметили повећање приноса након коришћења дигестованог ђубрива. Мерења су показала да је принос већи за 2 до 3 процента у односу на принос када се користи необрађено стајско ђубриво.

Метан је други по важности гас који утиче на стварање ефекта стаклене баште у свету. Емисија метана се појављује у сваком анаеробном процесу органских материја. Процењује се да емисија метана из сектора пољопривреде доприноси са 33% глобалном ефекту стаклене баште. Око 7% долази само од животињских излучевина што износи отприлике око 20-30 милиона тона метана годишње.

Анаеробним третманом животињских излучевина користи се обновљиви енергетски ресурс што има следећи ефекат на климу: коришћење обновљивог ресурса смањује емисију CO_2 јер се смањује потрошња фосилних горива (1m^3 биогаса замењује 0.5 кг нафте и тако се редукује емисија CO_2 за 2.6 кг).

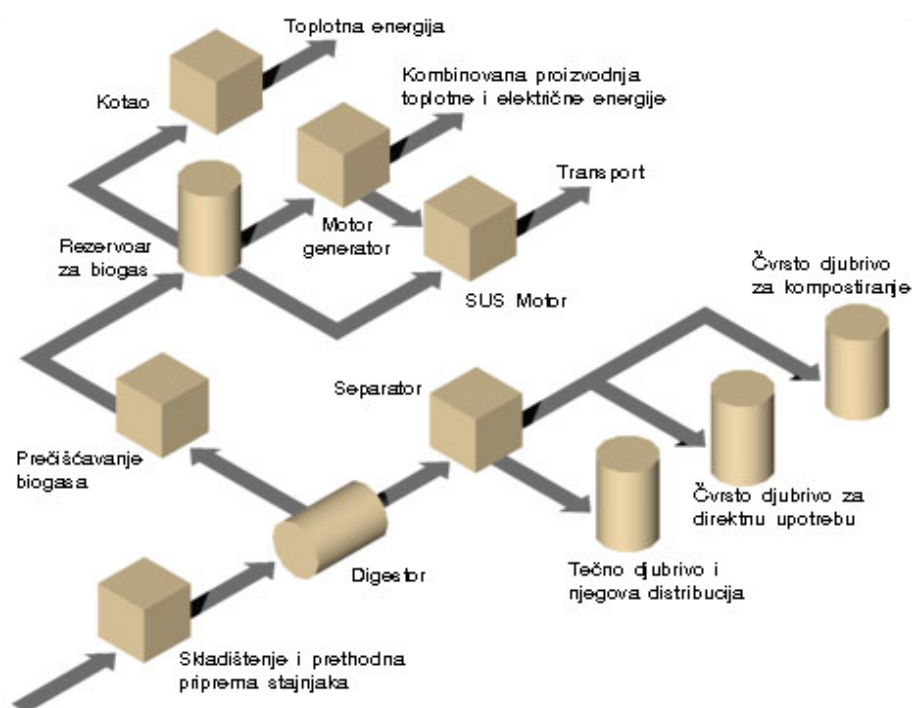
У земљама у развоју мања биогас постројења смањују потрошњу шумских ресурса за добијање енергије у домаћинствима и смањују нестанак шума и деградацију тла што резултује природним катастрофама (поплаве и сл.)

Фосилна горива су ограничени ресурс и доприносе ефекту стаклене баште. Биогас спада у обновљиве ресурсе и помаже очувању климе као и заштити ограничених ресурса.

4.0 Биохемијска конверзија течне биомасе-анаеробна дигестија

Најчешћи биохемијски процес који се користи за конвертовање енергије садржане у биомаси са високим садржајем влаге је анаеробна дигестија, код које долази до производње биогаса помоћу бактерија. Остали биохемијски процеси који се користе за конверзију енергије садржане у овом облику биомасе, углавном су намењени за производњу горива за транспорт као што су биодизел и етанол.

Анаеробном дигестијом се у постројењима за производњу биогаса конвертује енергија садржана у органском отпаду са високим садржајем влаге у гас који се може користити за производњу електричне енергије, производњу топлотне енергије, или као гориво у транспорту. Остаци који настају после анаеробне дигестије (компост) су без загађивача и представља веома квалитетно ђубриште.



Слика 3 : Општа шема постројења анаеробне дигестије

4.1 Ко-супстрати у процесу анаеробне дигестије

Код примене ко-супстрата требе водити рачуна и о хемијском аспекту, физичким нечистоћама, и присуству патогена и семена у ко-супстратима.

Хемијски аспект. Ко-супстрати могу садржати тешке метале (као што су цинк или бакар), или друге неорганске загађиваче. Када се користи остатак процеса дигестије мешавине стајњака и ко-супстрата на пољопривредном земљишту, неопходна је провера да су концентрације ових загађивача у дигестату у оквиру граница прописаних стандардима.

Физичке нечистоће. Могуће је да физичке нечистоће, као што су пластика, гума, метал, стакло, керамика, песак, и друге нечистоће, буду присутне у ко-супстрату. Ове нечистоће могу нарушити стабилност процеса дигестије, или чак оштетити поједине компоненте постројења. Већина тих

нечистоћа је, такође, веома непожељна уколико се дигестат користи на пољопривредном земљишту. Из тих разлога неопходно је обезбедити да ко-супстрат има што је могуће мање физичких нечистоћа.

Патогени и семење. Ко-супстрати могу садржати различите патогене и семење у зависности од свог порекла. Ко-супстрати који потичу од спољашњих извора могу, такође, представљати додатни ризик за ширење болести (болест „лудих крава“, слинавке и шапа), или за изазивање корова, нарочито уколико се дигестат користи на пољопривредном земљишту.

Као резултат грејања супстрата у дигестору, већи део патогена и семења се убија, и што је виша температура процеса, то је и степен елиминисања ових материјала већи.

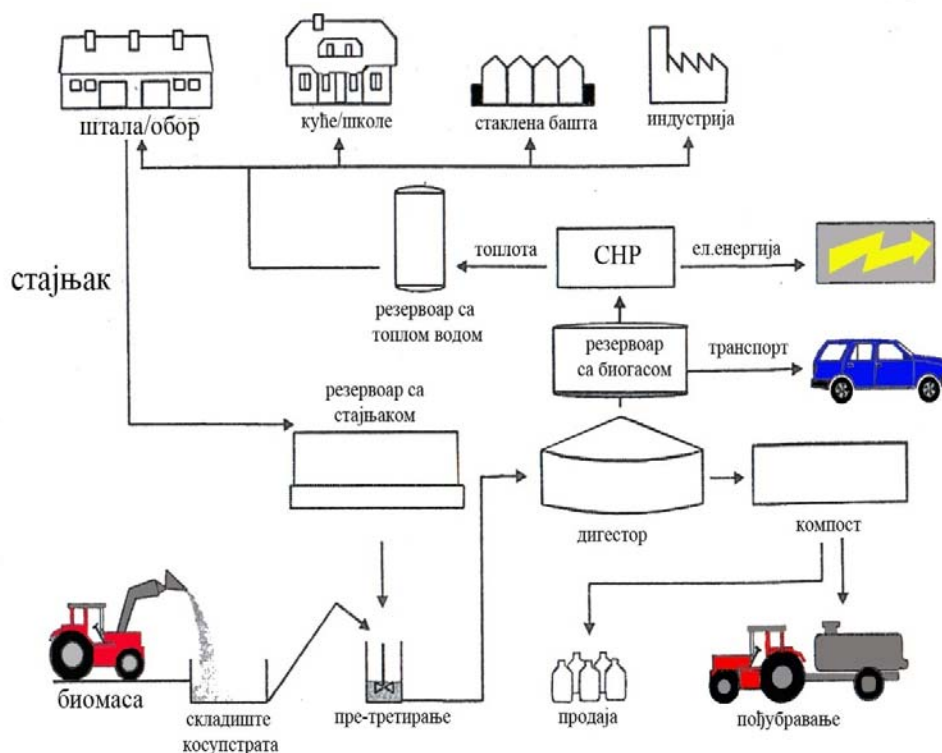
Као резултат процеса дигестије, дигестовани стајњак садржи мање патогена и семења, него нетретирани стајњак. Међутим, ко-супстрати који потичу од неког другог извора, могу садржати додатне количине патогена и семења. Класификација различитих типова ко-супстрата у односу на потенцијални ризик од патогена је:

- органски остатак биљног порекла,
- органска материја рибљег порекла,
- стајњак и органска материја животињског порекла,
- остаци хране из домаћинства и ресторана,
- канализациони материјал.

Код дигестата који потиче од органских остатака биљног и рибљег порекла, не постоји ризик од присуства патогена. Остале категорије ко-супстрата укључују додатни ризик од присуства патогена, и зато захтевају санитарни третман. У већини случајева овај третман се остварује загревањем до 70°C у трајању од сат времена, односно пастеризацијом, која се може извршити пре процеса дигестије, или након процеса дигестије. Санитарни третман редукује патогене на задовољавајући ниво. Уколико постоји несигурност око типа семења присутног у ко-супстрату, пожељно је извршити процес санитарног третмана.

5.0 Биогаз постројења

Производња биогаза путем анаеробне дигестије (АД) распрострањена је метода обраде отпада из сточарства (животињског измета и ђубрива), а као резултат има добијање обновљиве енергије, топлоте и квалитетног ђубрива.



Слика 17 : Шематски приказ типичног постројења за производњу биогаза

Топлотна моћ биогаза зависи од садржаја метана и за просечан садржај од 65% метана износи $H_u=6,4\text{kWh/Nm}^3$.

У земљама са значајном пољопривредном производњом, континуирано поштравање прописа који се односе на складиштење и коришћење стајског ђубрива и отпада органског порекла, повећало је раст интереса за поступак АД. С друге стране, развој тржишта биогаза током последњих година подстакао је интерес пољопривредника за подизање усева на којима ће се узгајати житарице и уљарице за производњу биогаза. АД главна је технологија за стабилизацију примарног и секундарног отпадног муља при обради отпадних вода органске, прехранбено-прерађивачке и ферментацијске индустрије, као и при рециклирању фракције крутог комуналног отпада органског порекла.

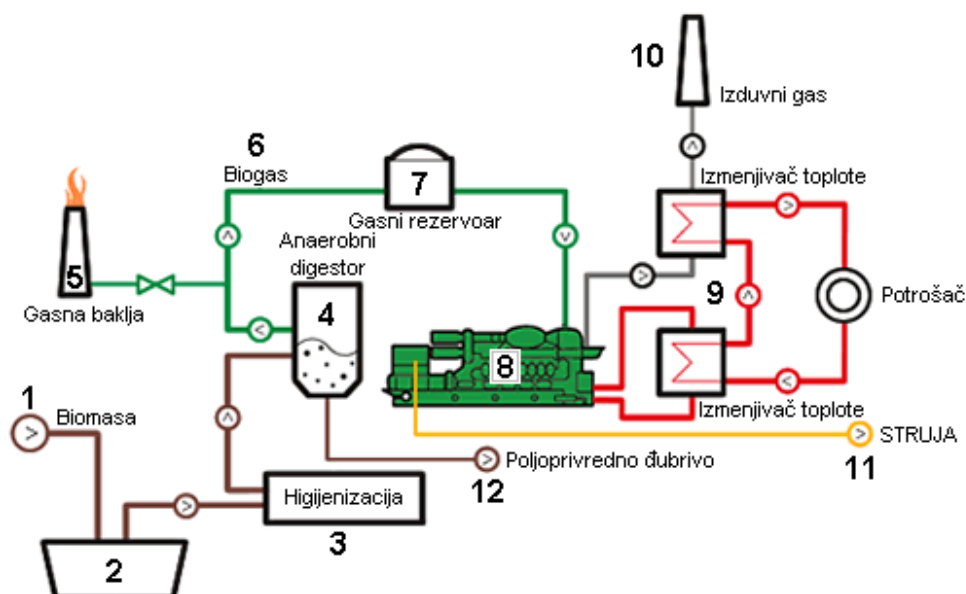
Основне компоненте типичног постројења за производњу биогаза су: дигестор, резервоар са стајњаком, резервоар за складиштење произведеног биогаза, гасни мотор (СНР генератор), јединица за пре-третман обрађиваног органског материјала, и јединица за складиштење ко-супстрата.



Слика 18 : Постројења за производњу биогаса

Предности постројења за производњу биогаса:

- економски привлачне инвестиције,
- лако управљање процесом производње са релативно једноставном опремом,
- производња електричне енергије и топлоте из обновљивих извора енергије и смањење CO₂ емисија,
- смањење емисија метана са одлагалишта ђубрива.



Слика 19 : Шематски приказ постројења за добијање електричне и топлотне енергије из биогаса

5.1 Величине биогас постројења

Разликујемо биогас постројења следећих размера:

1. Малих размера - имају дигесторе са капацитетом од око $5-100 \text{ m}^3$ за мале количине субстрата (100-1000 т). У Европи дигестори оваквих размера често нису профитабилни због високих инвестиционих трошкова за техничке компоненте постројења у вези са релативно малим приносом биогаса. Оваква постројења могу бити пронађена у Азији. Дигестори код ових постројења немају изолацију, без греања су и без опреме за мешање субстрата.
2. Богас постројења на нивоу фарме. Код ових постројења дигестри имају капацитете од око $100-800 \text{ m}^3$ и могу прерадити око 1000-15 000 т субстрата у току године. Већину од ових постројења може да снабдева једна фарма сопственим количинама ђубрива које генерише током године. У већини случајева електрична енергија произведена на овом нивоу капацитета постројења испоручује се у мрежу. Преостала топлота код ових постројења може да замени остале енергетске изворе за производњу топлоте.



Слика 10 : Биогас постројење у склопу фарме [2]

3. Биогас постројење индустријских размера. Дигестери ових постројења су капацитета преко 15000 м³ субстрата. Због величине постројења овакав приступ третману анаербном дигестијом често пружа економски атрактивне могућности за даљи третман прерађеног субстрата, нпр. производњу високо-квалитетних течних ђубрива. Постоји много оваквих инсталација где се као материје за производњу енергије користе: отпадне воде из њихових сопствених процеса, органски отпад из прераде хране или издвојени органски отпад из комуналног отпада.



Слика 11 : Биогас постројење индустријских размера [2]

5.2 Биогас постројења за пољопривреде фарме

Оваква постројења су обично пројектована у складу с количином расположивог супстрата који настаје на фарми. У већини оваквих постројења користи се стајско ђубриво и мање количине других супстрата богатих метаном који поспешују настанак биогаса. Постоје постројења за пољопривредне фарме која користе сировину која се допрема са суседних фарми .



Слика 12 : 3Д модел биогасног постројења на фарми

Постоје различити концепти биогас постројења за пољопривредне фарме широм света. У Европи су Немачка, Аустрија и Данска пионири у производњи биогаса на пољопривредним фармама. Интерес пољопривредника за производњу биогаса у сталном је порасту. Производња биогаса пружа нове пословне прилике пољопривредницима због збрињавање отпада насталог на пољопривредним фармама и производњу квалитетног ђубрива, али и могућност учествовања на тржишту обновљивим изворима енергије.



Слика 13 : 3Д модел биогасног постројења са прихватилиштем за стајњак

Пољопривредна биогас постројења могу варирати у величини, дизајну и коришћеној технологији. Нека постројена врло су мала и технолошки једноставна, док су друга већих димензија и технолошки сложена па самим тим слична централизованим постројењима за кодигестију.

Упркос разликама, принцип рада је исти за сва постројења: супстрат се прикупља у предспремнику из којег се препумпава у дигестор који је непропустан за гасове, а израђен од челика или бетона и топлотно изолован како би се температура процеса одржала константном (мезофилна, на око 35°C или термофилна на око 55°C). Дигестори могу бити хоризонтални или вертикални, обично имају састав за мешање и хомогенизацију супстрата, како би се на најмању могућу меру свео ризик стварања плутајућих слојева и седимента. Мешање супстрата омогућава боље снабдевање микроорганизама храњивим материјама јер због мешања они доспевају у све слојеве супстрата поспешујући поступак производње биогаса. Просечно задржавање супстрата у дигестору је између 20 и 40 дана, зависно од врсте супстрата и температуре на којој се одвија дигестија.

Осим дигестора опремљеног са споро ротирајућим саставом за мешање супстрата, постројење се састоји од: spremника за складиштење стајског ђубрива, spremника за складиштење дигестата, spremника за складиштење произведеног биогаса и когенерацијске јединице (генератора за производњу топлотне и електричне енергије).

Дигестат се користи као ђубриво за прихрану усева на њивама. Произведени биогас користи се за производњу топлотне и електричне енергије. Произведена електрична енергија може да се прода ЕПС-у, а топлота потрошачима у суседству или да се искористи у пластеницима итд.



Слика 14 : Сателитски снимак биогазног постројења

5.3 Коришћење стајњака у пољопривредним биогаз постројењима



Слика 15 : Пољопривредно биогаз постројење

Фекална анимална материја физиолошки је животињски основни нуспроизвод, који у кружењу органске материје у природи од давнина служи за ђубрење ратарских култура. У пробавном тракту животиња хранљиве материје које се не усвоје у организам излучују се физиолошки као отпадне материје у облику излучевина фецеса и урина. Фецес, урин са или без простирке заједно са техничком водом која се користи за чишћење објеката и воде за пиће као и осталих отпадака (остатака хране, прашине, длаке и др.) чине споредни производ у сточарству односно стајњак.

Проблеми у вези са стајњаком појавили су се применом нових сточарских технологија. Савремена технологија је у говедарству, свињарству, живинарству и другим гранама успела да велике популације животиња концентрише на малом простору. Тиме је уз познате предности донела и бројне недостатке, посебно оне у вези са фекалном материјом односно стајњаком. То се пре свега односи на правилно складиштење, његов третман и употребу. Велике количине стајњака из интензивног сточарства оптерећују околину због тога што се одлажу на малом простору и што његова диспозиција захтева довољно обрадивих пољопривредних површина. Посебно је питање течни стајњак који познаје технологија решеткастог пода. У зависности од начина држања домаћих животиња односно да ли се оне држе на простирци или не, као нуспроизвод се јавља чврсти стајњак и осока односно течни стајњак. Чврсти стајњак представља мешавину фецеса (измета), мокраће и простирке док се

течни стајњак састоји од фецеса, мокраће, употребљене тех. воде и воде која се користи за напајање, остатака хране, длаке итд.. Састав произведеног стајњака зависи од врсте животиња, врсте хранива и начина исхране, врсте простирке која се користи као и количине воде која се расипа или користи за прање.

Процењене дневне количине фецеса и урина по врстама и категоријама домаћих животиња дате су у табелама 11 и 12.

Категорија	Телесна тежина [кг]	Дневна производња	
		Фецес [кг]	Урин [кг]
Прасе у одгоју	14	0,40	0,90
Свиње у пред-тову	30	0,70	1,80
Свиње у тову	75	1,60	2,10
Свиње на крају това	120	2,00	2,50
Супрасне наз. и крмаче	180	2,40	6,40
Крмаче у лактацији	180	4,50	9,90
Нерасти	200	3,00	6,50

Табела 11 : Процењена дневна производња фецеса и урина за свиње

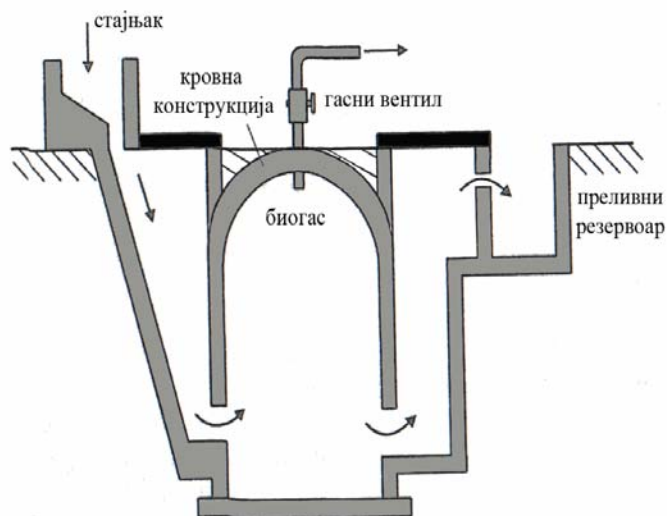
Категорије животиња	Телесна тежина [кг]	Дневна производња
		Измет [кг]
Носиља	1,80	0,180
Бројлер	0,90	0,054
Ђурка	9,00	0,301

Табела 12 : Процењена дневна производња фецеса и урина за живину

5.4 Дигестор

Дигестор представља главни део сваког постројења за производњу биогаза и служи за одржавање константне температуре третираног материјала и одвијање процеса анаеробне дигестије. Постоји много конструкција дигестора, чији се капацитети крећу у распону од 1 m^3 , па до 15000 m^3 , и који се међусобно знатно разликују по цени коштања и количини материје коју могу дигестовати.

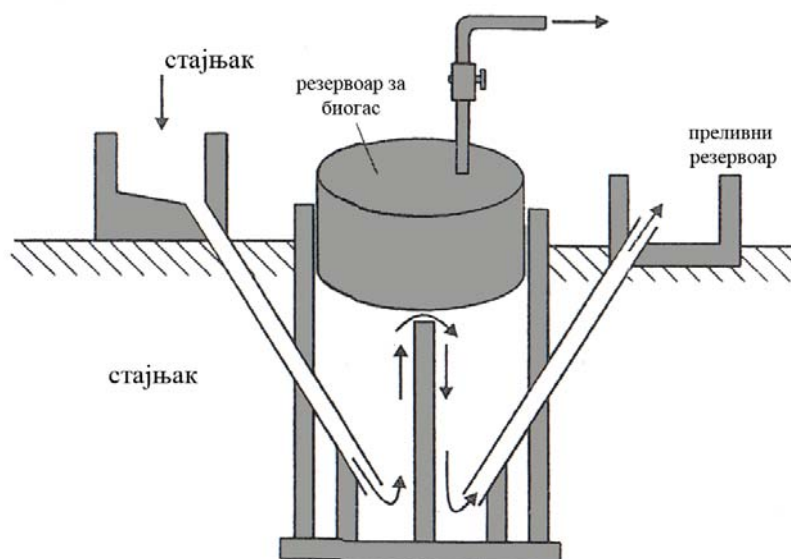
Најједноставнији дигестори масовно се граде у Кини, Индији и Бразилу где се он користи за грејање и кување у сеоским домаћинствима. Једноставан дигестор прави се тако што се у земљи ископа рупа и обложи циглом или пластичним фолијама и прекрије циравом испод које се скупља метан. Стајњак се каналима доводи директно из стаје. Савременији облици граде се од бетона, челичног лима или пластике са различитим степенима аутоматизације. Избор одговарајућег типа дигестора зависи од врсте и количине органског материјала који је потребно третирати, као и од климатских карактеристика подручја на коме се изграђује постројење за производњу биогаза. Како се у дигестору дешавају хемијске и микробиолошке реакције, овај део постројења назива се још и био – реактор или анаеробни реактор. Две основне конструкције дигестора су: дигестори са фиксном кровном конструкцијом и дигестори са покретном кровном конструкцијом, при чему је ова класификација извршена на основу начина складиштења произведеног биогаза.



Слика 16 : Шематски приказ конструкције дигестора са фиксном кровном конструкцијом

Дигестори са фиксном кровном конструкцијом имају мањи капацитет складиштења произведеног биогаса, и код ових дигестора притисак биогаса у простору изнад површине третираног материјала није константан, док дигестори са покретном кровном конструкцијом омогућавају да се купола на врху дигестора помера у складу са количином произведеног биогаса, тако да она уједно служи и као резервоар за складиштење гаса.

Ако је критеријум класификације процес увођења новог материјала за третирање у дигестор, онда се дигестори класификују на тактне и континуалне. Тактни дигестори су једноставнији за производњу и одликују се тиме да када се процес дигестије у претходном циклусу заврши, при чему време задржавања третираног материјала зависи од температуре и других фактора, остатак се одстрањује из дигестора, и убацује се нова количина материјала, чиме отпочиње нови циклус дигестије. Код континуалних дигестора, дигестор се у процесу производње биогаса, констатно и редовно допуњава новом количином материјала за третирање. Третирани материјал се у дигестору креће или механички, или услед силе истискивања која потиче од новог материјала који се убацује. За разлику од тактних дигестора, континуални дигестори производе биогас без прекида због пуњења дигестора новим материјалом и пражњења отпада који настаје процесом дигестије. Ипак, и код тактних дигестора се може остварити континуална производња биогаса, али то подразумева да је постројење за биогас опремљено са више дигестора који раде паралелно и чији су радни процеси фазно померени.

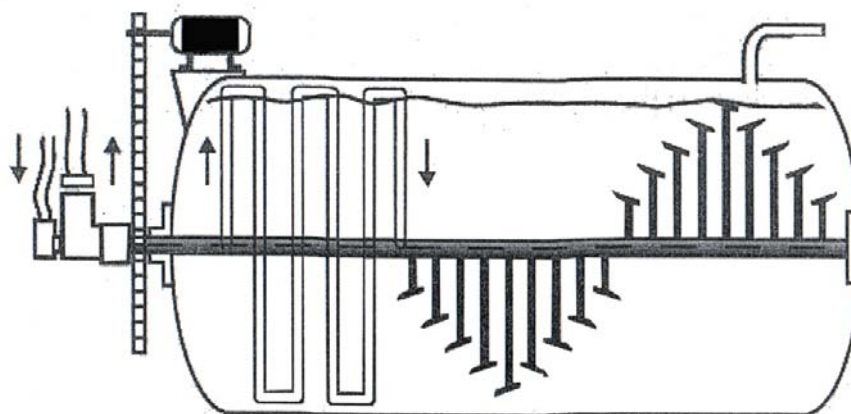


Слика 17: Шематски приказ конструкције дигестора са покретном кровном конструкцијом

У зависности од свог положаја, дигестори се могу класификовати на хоризонталне, односно положене и вертикалне, односно усправне. Хоризонтални дигестори су релативно мали и састоје се од челичног резервоара унутар кога се налази систем за загревање и мешање. Стандардна запремина хоризонталних дигестора је између 50 и 150 m^3 .

Усправни дигестори су цилиндричног облика, и њихова запремина се уобичајено креће између 300 и 1500 m^3 . Висина ових дигестора су обично 5m - 6m, а пречници њихових попречних пресека између 10m и 20 m.

Усправни дигестори су јефтинији од хоризонталних због једноставније конструкције, и због употребе јефтинијих материјала (бетон) за градњу.



Слика 18 : Хоризонтални дигестор



Слика 19 : а) 3Д модел дигестора, б) слика дигестора у природи

5.5 Резервоари са стајњаком

Уобичајени начини складиштења стајњака су у отвореним резервоарима (базенима). Пожељно је стајњак ускладиштити пре убацивања у дигестор што је могуће краће, јер стајњак садржи бактерије које започињу производњу метана одмах након излучивања (хладна дигестија), што доводи до смањења биогаса у дигестору.



Слика 19 : Резервоари за складиштење стајњака

5.6 Разни начини складиштења различитих врста стајњака

5.6.1 Возни силос

Возни силос служи за складиштење чврстих улазних материја.



Слика 20 : Возни силос

5.6.2 Предјама

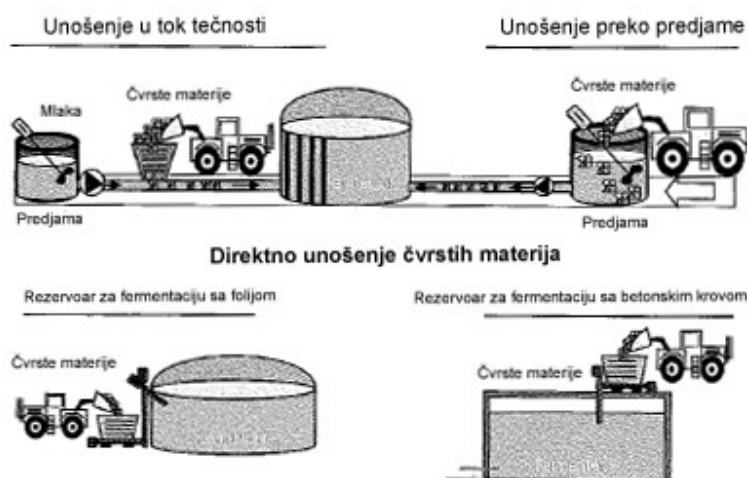
Предјама служи за складиштење течних улазних материја (нпр. ђубриво). Течни супстрат се неколико пута дневно упумпава у резервоар за ферментацију одн. претходно помеша са чврстим материјалом.



Слика 21 : Предјама

5.6.3 Уношење чврстих материја

Приликом уношења чврстих материја врши се "храњење" постројења за биогас чврстим улазним материјама. Постоје различите могућности уношења чврстих материја:



Слика 22 : Различите могућности уношења чврстих материја

- директно убацивање у ток течности
- уношење преко предјаме
- директно уношење у резервоар за ферментацију

5.7 Грејање

Грејање резервоара се врши преко претходно савијених цеви од каљеног челика које су причвршћене с унутрашње стране резервоара. Цеви се варе на лицу места и испитује се непропустљивост.

Предност:

- Дobar пренос топлоте
- Нема потенцијално пропустљивих места у резервоару
- Заштита од спољашњих утицаја

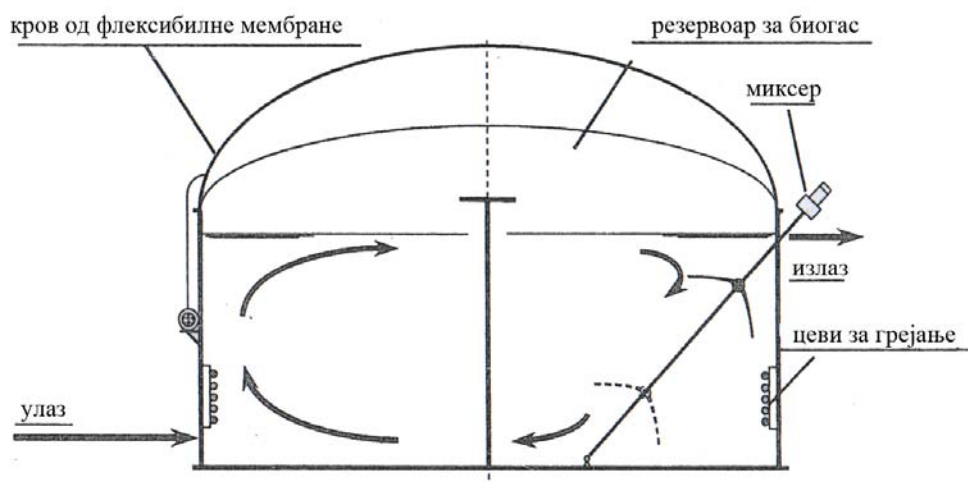
5.8 Системи за загревање третираног материјала

Процес анаеробне дигестије захтева радне температуре које су, обично, изнад температуре околине. Радне температуре код анаеробне дигестије са мезофилним бактеријама су најчешће у опсегу 25°C - 38°C , а код анаеробне дигестије са термофилним бактеријама изнад 40°C . Због тога је неопходно загревати супстрат до неопходне температуре за ефикасно одвијање процеса дигестије. Најчешће се у ту сврху користи топлотна енергија добијена у самом постројењу односно из јединице за когенерацију.

Постоје три основна начина загревања супстрата, у зависности од типа дигестора. У хоризонталним дигесторима, систем за загревање супстрата је интегрисан у уређај за мешање супстрата. Грејање супстрата код вертикалних бетонских дигестоја је најчешће изведено као зидно грејање, са грејним цевима које су инсталисане на унутрашње стране дигестора, или се уграђују у зид дигестора. Код металних вертикалних дигестора грејне цеви могу бити инсталисане и на спољашње зидове. Подно грејање, такође, може бити употребљено, али наталожени слој супстрата на дну дигестора може деловати као изолатор, односно смањити термичку проводљивост.



Слика 23 : Грејне цеви на зиду дигестора



Слика 24 : Шематски приказ вертикалног дигестора

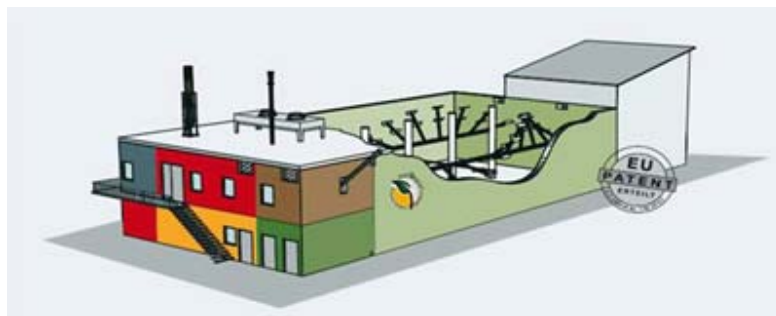
Код постројења за производњу биогаза са резервоаром за стерилизацију супстрата пре улаза у дигестор, код којих се супстрат најпре загрева до 70°C , веома се често користи супротносмерни размењивач топлоте, који користи ову топлоту за загревање. Како би се смањили губици топлоте кроз зидове дигестора, неопходно је изоловати дигестор. Уобичајени материјали за изолацију су минерална вуна, експандирани или стиропор, и полиуретанска пена. Полиуретан се користи за бочне зидове дигестора, при чему је уобичајена дебелина слоја материјала 6cm, док се полистирен уобичајено користи за дно дигестора, са дебелином од 8cm. Минерална вуна се може користити и за бочне стране дигестора и за дно дигестора, при чему је дебелина слоја 10cm. Избор одговарајућег изолационог материјала зависи од типа дигестора, специфичне цене и специфичне термичке проводљивости изолационог материјала. При пројектовању изолације дигестора, циљ треба да буде оптимум базиран на трошковима изолације и уштедама добијеним услед смањења топлотних губитака.



Слика 25 : Грејање резервоара за ферментацију

5.9 Техника мешалице

На једном постројењу за производњу биогаса могу се користити различите мешалице. Мешалица треба да измеша супстрат, да разбије пливајуће покриваче и таложне слојеве да евентуално поново промеша. Пошто су мешалице најчешће највећи потрошачи струје у постројењу за биогас, гас се испумпава са врха резервоара за ферментисање и поново се упумпава одоздо да би се постигло трајно мешање (гасна мешалица).



Слика 26 : Изглед мешалице

5.10 Системи за мешање третираног материјала

Систем за мешање третираног материјала унутар дигестора има три основне функције:

- изједначавање температуре супстрата,
- мешање старог супстрата са новом количином супстрата, како би активне бактерије биле присутне у целокупној запремини супстрата, и
- спречавање агломерације супстрата.

Системи за мешање у постројењима за производњу биогаса, могу се класификовати на механичке и хидрауличне. Уобичајени механички системи за мешање су вретена са лопатицама. Они су погодни за дигесторе капацитета до 1000 m^3 . Ови системи су реверзибилни, па се окретањем смера обртања вратила остварује струја супстрата у супротном смеру. Такође, могуће су и конструкције са заокретањем лопатице, чиме се остварује финије регулисање рада самог система и смањује могућност настајања седиментационих слојева унутар дигестора.

Хидраулично мешање супстрата, остварује се помоћу циркулационих пумпи, које на једном месту исисавају супстрат из дигестора, а затим га на другом месту поново враћају у дигестор. Улаз и

излаз из пумпног постројења морају бити на таквим местима да се оствари мешање целокупног садржаја у дигестору. У сврху мешања материјала унутар дигестора, није неопходно инсталисати додатну пумпу, већ је могуће користити и пумпни систем којим иначе супстрат доводи у резервоар дигестора. Хидраулички систем мешања је повољан за третирање материјала код кога се користи течни ко-супстрати, који не стварају седиментационе слојеве. Преднос ових система у односу на механиче је што нема покретних делова унутар дигестора. Пумпа се налази изван дигестора, и због тога је лако доступна за одржавање.



Слика 27 : Мешање третираног материјала уз помоћ вретена са лопатицама

5.11 Техника супстрата

Централна пумпна станица преноси супстрат између разних резервоара. Две греде за распоређивање ђубрива омогућавају прегледну манипулацију и упављање супстратом. Преко преливника преврели супстрат из доњег подручја резервоара за ферментацију доспева у резервоар за пост-ферментацију.

5.12 Одвајач водониксулфида

Водониксулфид је отровно једињење, мириса на покварена јаја, са изразито корозивним својствима, нарочито у додиру са водом. У извесној мери је растворљив у води, и тада, у зависности од услова реакције, ствара сумпорну киселину. Најједноставнији пречишћавања биогаза од водониксулфида је да се биогаз проводи кроз водену завесу, односно туш.

Други начин пречишћавања јесте провођење биогаза кроз суд у коме се налази оксид гвожђа. Водониксулфид том приликом ствара са оксидом гвожђа, гвожђесулфид, а биогаз, проласком кроз такав пречистач, бива у знатној мери ослобођен водониксулфида.

Контролисаним удувавањем ваздуха у резервоар за ферментацију H_2S се претвара у елементарни сумпор. Он се таложи на млаки и с њом се избацује. Згушњавач се покреће потпуно аутоматски преко команди и уређаја за анализу гаса.

5.12.1 Предности:

- Могућност константног рада
- Мала потрошња струје
- Мала емисија буке
- Потпуно аутоматизован.



Слика 28 : Десумпоризација

5.13 Складиште биогаса

Биогас се уобичајено складишти под атмосферским условима, што захтева веће запремине резервоара за складиштење. Пројектована запремина резервоара за складиштење произведеног биогаса одређује се на основу планиране производње и потрошње. Уколико гасни мотор ради констатно, онда су потребни и мањи резервоари за складиштење, него уколико гасни мотори раде само у условима укупне потрошње потрошње.

Резервоари за складиштење биогаса се према радним условима, односно притиску унутар резервоара, могу класификовати у три групе:

- 1) нископритисни резервоари,
- 2) високопритисни резервоари,
- 3) резервоари са умереним притиском.

Код нископритисних резервоара за складиштење биогаса, притисак унутар резервоара је тек нешто мало виши изнад атмосферског притиска, и ови резервоари се израђују од флексибилних фолија односно платна. Радни притисак унутар ових резервоара успоставља се помоћу вентила који се налази на цеви која спроводи биогас до ЦХП постројења, а зависи и од тежине саме фолије од које је резервоар изграђен. Резервоари са умереним притиском складиштења се одликују радним притисцима од 5 – 20 bar, док је радни притисак код високопритисних резервоара 200-300 bar. И резервоари са умереним притисцима, и високопритисни резервоари изграђују се од челика. За мања постројења за производњу биогаса углавном се користе нископритисни резервоари.



Слика 29 : Складиштење гаса

Складиштење биогаза може бити унутрашње или спољашње. Уколико се биогаз складишти интерно, изнад дигестора се инсталира флексибилна мембрана од фолије или платна, дебљине 1-2 mm, која експандира прилико производње биогаза. Једно од могућих решења је и резервоар са двоструком мембраном.



Слика 30 : Складиште гаса - унутрашњи изглед

Уколико се произведени биогаз складишти ван дигестора, могу се користити и вреће за складиштење гаса. Ове вреће складиште биогаз под ниским притисцима, који не оштећују материјал од којих су вреће направљене, што осигурава дуг животни век ових врећа. Гасне вреће имају неколико предности у односу на остале типове екстерног складиштења биогаза. Оне се могу произвести на самом градилишту, у било којој величини до 2000 m^3 , по релативно ниској цени и отпорне су на корозију.

5.14 Електротехника / управљање постројењем

Оператер има преглед свог постројења за производњу биогаза кроз визуелизацију на компјутеру. Он може да све интервале за мешалице, пумпе, пуњење итд. према својим жељама

подешава кликом миша као и да их мења. За оптимално управљање процесом наведени су разни подаци:

- Пуњење резервоара за ферментацију у пост-ферментацију, гасни резервоар
- Температура резервоара, систем грејања
- Проток супстрата, гас, грејање
- Осигурање од препуњавања
- Притисак, рН-вредност

5.15 Финално складиште

Преврели супстрат се после одређеног времена проведеног у резервоару за пост-ферментацију пребацује у финално складиште. Са грађевинског аспекта то може да буде бетонски резервоар или складиште у облику лагуне. Сељаци могу да разносе "пречишћени" супстрат као ђубриво на своја поља.



Слика 31 :Изглед једне лагуне

5.16 Јединица за складиштење ко-супстрата

Додавање органског материјала са већом густином енергије стајњака може значајно повећати принос биогаса у дигестору. Додатни органски материјал се назива и ко-супстрат. Постојање разлике у садржају воде у ко-супстрату, у односу на стајњак, повлачи за собом потребу за одвојеним складиштењем ко-супстрата.

Складиштење ко-супстрата зависи од њихових физичких и хемијских својстава. Кукуруз, на пример, се може ускладиштити као силажа, али масти захтевају резервоар за складиштење, и то најчешће са грејним системом, како би се одржавала течна фаза.

Многи чврсти ко-супстрати захтевају ситњење пре уметања у дигестор. Величина честица ко-супстрата мора бити довољно мала, да би се могла додати и ефикасно мешати са стајњаком. Ко-супстрати се могу директно убацити у резервоар дигестора помоћу система за пуњење дигестора, а могу се и у претретманској фази мешати са стајњаком пре убацивања у дигестор.

5.17 Јединица за претретман обрађиваног органског материјала

Постоје три различита метода претретмана у зависности од типа и величине честица ко-супстрата:

- механички претретман,
- предгревање
- термички третман.

Неки ко-супстрати захтевају смањење величине честица, како би се, с једне стране, спречило појављивање комада ко-супстрата који су велики за пумпу или систем за мешање, а са друге стране, то је повољније за одвијање процеса анаеробне дигестије. Неки типови ко-супстрата, као што су

нпр.масти, могу захтевати предгревање, како би се побољшала течна својства материје. Поједини ко-супстрати захтевају и потпуни термички третман, како би се испунили санитарни захтеви.

5.18 Гасни мотор

Произведени гас се најчешће користи за генерисање електричне и топлотне енергије помоћу гасних мотора, при чему се најчешће користе клипни гасни мотори. Под нормалним условима клипни гасни мотор ослобађа генерисану топлотну енергију у атмосферу. У ЦХП конфигурацији ова количина топлоте се искоришћава помоћи измењивача топлоте. Део те топлотне енергије се користи и за загревање супстрата. Преостала количина топлоте може се користити за задовољење екстерних потреба за топлотном енергијом. ЦХП мотори могу искористити до 90% енергије садржане у биогориву, трансформишући је у око 30% електричне енергије и око 60% топлотне енергије. Генерисана електрична енергија може се користити или у оквиру самог постројења, нарочито ако су у питању фармерска постројења за производњу биогаса, а може се дистрибуирати и у систем, односно мреже електричне енергије. Постоје два различита режима генерисања електричне енергије:

- режим константне номиналне производње – за постизање оптималног животног циклуса мотора, најбоље је уколико мотор ради континуално; у таквом режиму ЦХП постројења је мањих димензија; међутим, ово не оставља простора за повећање капацитета производње електричне енергије у условима укупне потрошње;
- режим производње базиран на потражњи – у овом режиму мотор ће радити, углавном, када су захтеви за електричном енергијом највећи.

Клипни гасни мотори, који се користе у ЦХП постројењима углавном су дизајнирани као четвортактни мотори, док двотактни мотори нису погодни за овакве примене због већег степена хабања. Специфични тип клипног мотора који се користи у ЦХП постројењима јесте мотор који започиње свој рад користећи дизел гориво као иницијални режим, а затим, када је мотор стартован, додаје се биогас и количина дизела се смањује на 10-20%. То је минимална количина дизела, потребна за запаљивање смеше и подмазивање мотора.

За стартовање процеса унутар дигестора, потребна је одређена количина топлоте којом се загрева садржај дигестора. Мотори који имају могућност рада са дизелом и биомасом, у овој фази се користе за стартовање процеса, и производњу топле воде, док не отпочне производња биогаса.

5.19 Резервоари за складиштење дигестата

Након што се супстрат третиран у дигестору, он се складишти у резервоару за складиштење дигестата, пре него што се користи као ђубриво. Ови резервоари су покривени, како би се спречили губици азота, и да би се сакупио додатни биогас који се, такође, формира током процеса складиштења дигестата. Ови резервоари морају бити дизајнирани да се у њима може ускладиштити дигестирани материјал настао током 6 месеци рада постројења.

5.20 Мерни и регулациони уређаји

Да би оператери ефикасно управљали процесом производње на постројењима за производњу биогаса постоје неколико мерних и регулационих уређаја:

- температурни сензори – они су прикачени на унутрашње стране зидова дигестора, и служе за мерење температуре супстрата; да би се одредила потрошња произведене топлотне енергије, помоћу температурних сензора, мери се температура на улазу и излазу грејне мреже, и у комбинацији са мерачем протока одређује се количина произведене и потрошене топлотне енергије;

- индикатори нивоа супстрата – ови мерачи омогућавају оператору да процени перформансе дигестора и количину произведеног биогаза;
- мерачи електричне енергије – обично постоје два мерача, један који мери унутрашњу потрошњу, и други који мери количину енергије која се дистрибуира у мрежу;
- мерачи за гас – најмање два мерача је неопходно за ефикасан рад постројења, који би мерили производњу и потрошњу произведеног гаса.

Све горе наведене уређаје је могуће повезати на рачунар помоћу SCADA система.

Постоје и додатни параметри које је корисно редовно мерити, као на пример:

- рН вредност – рН вредност супстрата и дигестата веома је важан параметар за обезбеђивање повољних услова за активност бактерија;
- састав биогаза – садржај метана и водоник – сулфида у биогазу, он представља показатељ перформанси дигестора, и потребе за десулфуризацијом биогаза, како би се спречила корозија;
- садржај суве материје – садржај суве материје супстрата је важан параметар за процену прионса биогаза, и оцену процеса дигестије;
- амонијак – концентратција амонијака је важан параметар који указује на степен активности бактерија; при високим концентрацијама амонијака, активност бактерија је ниска; у дигестованом материјалу, концентрација амонијака представља индикатор потенцијалне употребе дигестата, као ђубрива;
- масне киселине – концентрација масних киселина указује на перформансе процеса дигестије, и индицира оператору постројења да реагује мењајући услове у дигестору; уколико је концентрација масних киселина у дигестору ниска, то значи да је у супстрату присутна велика количина једињења која су токсична за метанске бактерије.

Горе наведене параметре на фармерским постројењима не треба мерити континуално. Међутим, рН вредност супстрата и дигестованог материјала је пожељно мерити свакодневно, како би се сагледале промене услова анаеробне дигестије, који су веома осетљиви. Ова мерења се могу спровести коришћењем једносоставних мерача рН вредности, или чак употребом лакмус папира. Састави биогаза идеално је мерити хроматографом. Ово мерење је веома важно, пошто је детектовање и елиминисање водониксулфида из произведеног биогаза предуслов за обезбеђивање дугог животног циклуса уређаја за когенерацију. Садржај суве материје, концентрација амонијака и масних киселина обично се одређује у лабораторији једном месечно.

5.21 Систем за пречишћавање биогаза

Пречишћавање биогаза представља процес уклањања влаге и водониксулфида, који се налазе у биогазу на излазу из дигестора. Под пречишћавањем биогаза подразумева се и умањивање садржаја угљендиоксида у биогазу, што доводи до побољшања његових горивих својстава. Влага се из биогаза уклања зато јер њено присуство поспешује корозивно дејство водониксулфида, а и због тога што она у одређеној мери погоршава процес сагоревања биогаза.

Пречишћавање биогаза врши се у одвајачу влаге, одвајачу водониксулфида, одвајачу угљендиоксида, или у постројењима која представљају комбинацију ових апарата.

5.21.1 Одвајач влаге

Одвајање влаге из биогаза обавља се у циљу добијања биогаза бољег квалитета и горивих својстава. Вода штетно делује на цевовод и горионик, тим пре што се са присутним водониксулфидом

повећава његово корозивно дејство. Одвајање влаге врши се након изласка биогаса из дигестора, или након неког влажног третмана биогаса. Одвајање влаге може бити механичко и хемијско.

Механичко одвајање влаге врши се на принципу постизања мале експанзије биогаса и промене смета струјања биогаса у одвајачима влаге.

Најједноставнији хемијски начин одвајања влаге из биогаса јесте провођење биогаса кроз слој зрнастог силикатног гела, који има велику моћ упијања влаге, а након одређене границе засићења влагом, може се регенерисати пропуштањем сувог ваздуха или гаса.

5.21.2 Одвајач угљендиоксида

Одвајањем угљендиоксида из биогаса смањује се његово учешће у биогасу, и у истој мери се смањује количина биогаса, али се зато повећава топлотна моћ биогаса, који тада у свом саставу има 80% – 90% метана.

Одвајање угљендиоксида из биогаса представља сложен процес, за који, иначе постоје многобројна решења. Један од најпростијих поступака јесте провођење биогаса кроз течну воду. Како је угљендиоксид до неке границе растворив у води, његово одвајање из биогаса приликом проласка кроз кречну воду је сасвим задовољавајуће.

5.22 Крајњи супстрат

Крајњи супстрат из постројења за производњу биогаса је квалитетно ђубриво. По много чему се позитивно разликује од унетог ђубрива.

• Смањење интензитета мириса

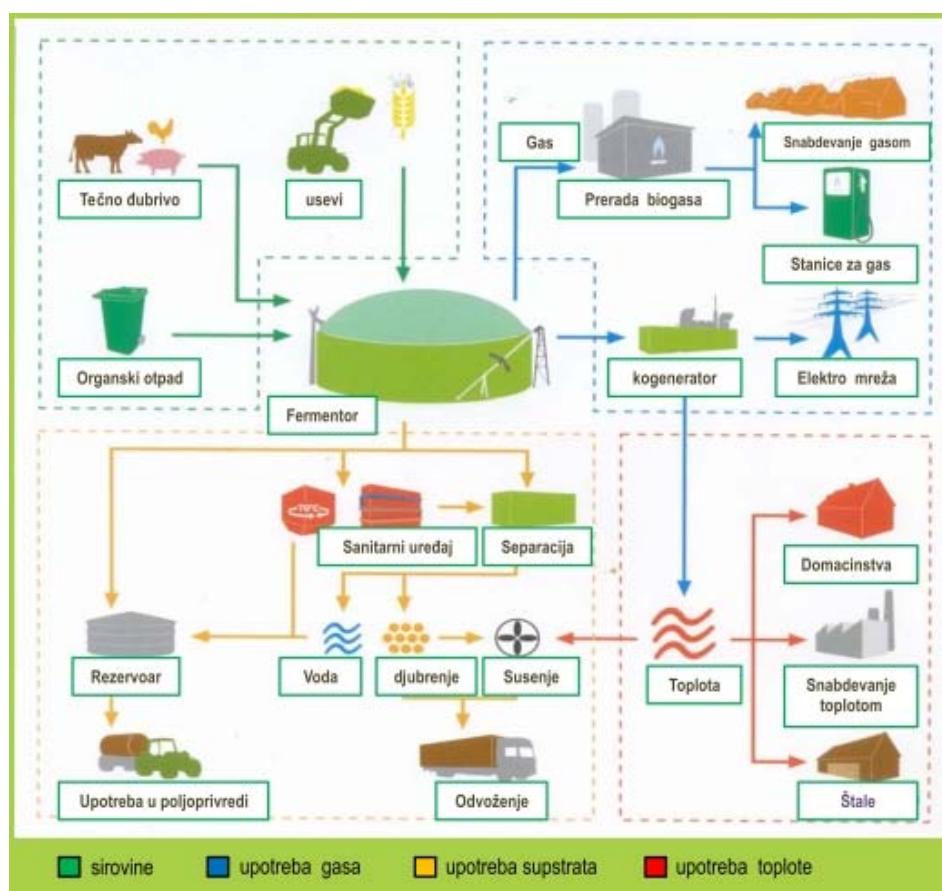
Несталне органске масне киселине непријатног мириса разграђују се током процеса производње биогаса и дају ђубриво које има и до 70% слабији смрад.

• Смањење интензитета нагризања

Виша рН-вредност ђубрива произилази из процеса разградње несталних масних киселина током процеса производње биогаса. То доводи до побољшања подношљивости биљака и до смањења штете од нагризања.

• Побољшање способности течења

Током процеса производње биогаса разградјује се сува маса и ђубриво постаје течније. Тако се ђубриво лакше распоређује и продире лакше у тло због свог вишег вискозитета. Због затвореног складиштења ђубрива не долази до губитка хранљивих материја супстрата.



Слика 32 : Избегавање губитака хранљивих материја

6.0 Стајњак

6.1 Чврсти стајњак

Чврсти стајњак преставља мешавину фецеса (измета), мокраће, простирке, мање количине воде која се просипа приликом напајања, остатака хране, длаке и др. Годишња количина стајњака зависи од врсте домаћих животиња, телесне масе и количине употребљене простирке. Тако говече од 500 кг оставља око 15 тона свежег односно 11 тона зрелог стајњака док коњ исте тежине око 10 т свежег и 8 т зрелог стајњака. Мање животиње производе пропорционално мање количине стајњака и овца (45 кг) око 0,9 т свежег или 0,7 т зрелог, свиња (100 кг) 2,7 т свежег односно 2,2 т зрелог стајњака. Чврсти стајњак богат сламом може се слагати на гомилу висине до 3 м. Током периода лагровања стајњака на бетонским складиштима под утицајем атмосферских падавина долази до цеђења воде богате нутријентима и та вода се назива осока.

6.2 Процена дневне производње свежег чврстог стајњака

Очекивана количина чврстог стајњака израчунава се на основу формуле:

$$\text{Очекивана количина стајњака (кг)} = (K/2 + П) \times 4,$$

где је:

К- сува материја хране (кг)

П- количина простирке (кг).

У оксидацијским условима крајњи продукти су CO₂ и H₂O, па слабо збијене гомиле стајњака имају велике губитке на тежини и азоту. У условима добре збијености стајњак за три месеца изгуби приближно 30% тежине и 25 % азота. Обично се сматра да је стајњак након 3-4 месеца полузрео, а након 6-8 месеци потпуно зрео.

Тип стајњака	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
Говеђи	0.6	0.3	0.5	0.3	0.1	0.04
Коњски	0.6	0.3	0.6	0.3	0.1	0.04
Овчији	0.9	0.5	0.8	0.4	0.1	0.06
Свињски	0.6	0.5	0.4	0.5	0.1	0.10
Кокошји	1.5	1.3	0.5	3.0	0.3	0.40
Бројлерски	3.1	3.0	2.0	2.0	0.4	0.70

Табела 13 : Просечан садржај макроелемената у свежем стајњаку (%)

Тип стајњака	Mn	Zn	Cu	B	Fe	Влага %
Говеђи	0.003	0.002	0.0008	0.002	---	80
Коњски	0.003	0.002	0.0008	0.002	---	70
Овчији	0.003	0.002	0.0008	0.002	---	65
Свињски	0.0005	0.010	0.0004	0.0003	0.03	80
Кокошји	0.003	0.002	0.0006	0.002	0.06	65

Табела 14 : Просечан садржај микроелемената у свежем стајњаку (%)

6.3 Течни стајњак

Течни стајњак се састоји од фецеса, мокраће, употребљене техничке воде која се користи за прање боксева или линија и воде која се расипа при напајању грла, остатака хране, длаке итд. Количина и квалитет произведеног течног стајњака зависе од количине употребљене воде за чишћење бокса или линија у објекту и исправности појилаца. Неконтролисана - прекомерна употреба воде за чишћење бокса или линија смањује садржај суве материје у стајњаку и повећава потребе за складиштење течног стајњака. Садржај суве материје у течном стајњаку свиња у већини земаља ЕУ износи 6-7%, док се код наших фарми креће од 1 до 5 % као резултат велике потрошње воде. Један кубни метар садржи приближно 1000 кг течног стајњака.

Део излучевина које простирка не упије у самом објекту и из складишта чврстог стајњака сакупљају се одвојено и називају се осока. Осока садржи просечно 0,3% азота (0,1-0,5), 0,6% K₂O (0,3-1,0) и фосфора у траговима (0,01% P₂O₅). Стајањем осоке у отвореним јамама или базенима врло брзо се губи азот у виду амонијака, поготову при вишим температурама. Азот је 70% у облику амонијака па се лако губи испаравањем. Губици азота могу се спречити додавањем формалдехида (0,1%) или гипса при чему настаје амонијум-сулфат. Поступак сулфатизације изводи се изван стаје због редукције сумпора до сулфида који су отровни за стоку. Додавањем суперфосфата (садржи гипс) у осоку снижава се рН и спречава испаравање амонијака без штетних последица за стоку а уједно повећавамо и удео фосфора. Количина осоке по једном говечету износи око 14 кг/дан односно 5 м³ у току године, а преведено у нутријенте око 10 кг N и 25 кг K₂O. По једној свињи се добија око 4 кг/дан осоке.

6.4 Процена дневне производње течног стајњака

Категорија свиња	Процењена дневна производња течног стајњака, l	Потребно складиште за течни стајњак*, l
Крмача са прасадима (у прасилишту)	16,0	22,4*
Крмача без прасади (у репродукцији)	11,3	15,9*
Одлучена прасад 7-15 кг	1,3	1,8*
Прасад 15-25 кг	2,7	3,8*
Товне свиње 25-65 кг	5,1	7,1*
Товне свиње 65-105 кг	9,1	12,7*
Нерасти	9,5	13,3*

*Процењена дневна производња стајњака помножена са фактором 1,4 који укључује воду која се расипа и вода која се користи за прање пода

Табела 15 : Процена дневне производње течног стајњака код свиња

Течни стајњака	N	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	S	Mg	Zn	H ₂ O %
Говеђи	2.76	1.13	1.68	2.52	1.20	0.37	0.58	0.03	93.0
Свињски	3.72	2.40	2.64	2.04	1.03	0.56	0.35	0.05	95.0
Јунећи	4.44	1.92	2.76	3.84	1.19	0.84	0.61	0.02	89.0

Табела 16 : Просечне вредности течног стајњака
(Virginia tech and research data from N.C State University, 1993.)

Употреба течног стајњака мора се обављати у складу са важећим прописима у прописаним ограниченим количинама и то само у вегетацијском делу године.

6.5 Складиштење стајњака

Стајско ђубриво се производи током целе године а биљке користе нутријенте из стајњака само током сезоне раста. Ризици од загађења су врло високи током сезоне мировања када је тло замрзнуто и непогодно за примену стајњака. Да би се избегли ови ризици, фарме морају имати довољно складишних капацитета који омогућују да се сав стајњак користи у сезони пораста усева. Могућност за складиштење стајњака смањује или елиминише потребу његовог учесталог сакупљања, уклањања и растурања и даје произвођачу контролу у одређивању времена када ће се стајњак уклонити и применити на земљиште. Док су сточарски објекти били мањи, дневно одвлачање или складиштење у веома кратком периоду са учесталим одвлачењем стајњака је био уобичајен систем којим се лако управљало. Данас, када постоје велики производни системи где се гаји велики број животиња, системи за управљање стајњаком су се развили од система чврстог и полу чврстог стајњака до система са течним стајњаком са неопходношћу њиховог складиштења.

6.5.1 Разлози за складиштење стајњака

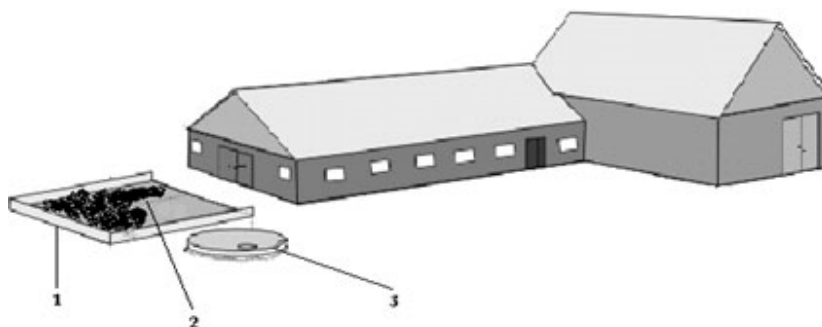
1. Како би се стајњак могао употребити на земљишту у условима који су компатибилни са климатским и карактеристикама усева где ће се стајњак растурати.
2. Употреба стајњака на земљишту током периода када је земљиште zasiћено, влажно, смрзнуто или прекривено снегом је забрањена.
3. Нутријенти из стајњака ће се најбоље искористити ако се стајњак користи непосредно пре или током сезоне пораста усева.
4. Складиштење због накнадног коришћења у дигесторима.

Стајњак у сточарству се складишти као:

1. Чврст
2. Течни стајњак

6.5.2 Складиште чврстог стајњака

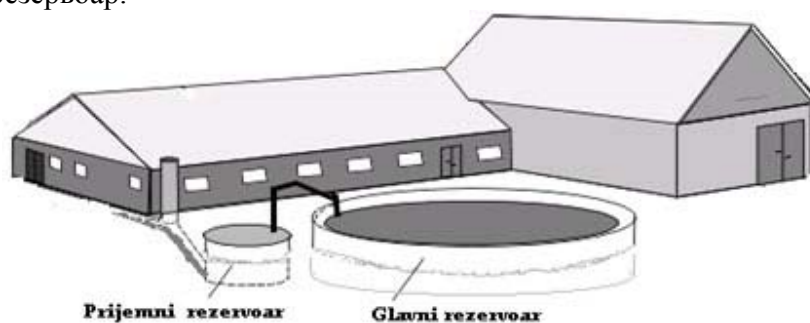
Складишни капацитет мора да се израчунава посебно за сваки тип стајског ђубрива, као и за различите врсте узгоја животиња. Принципи изградње гомила стајског ђубрета је минимална површина како би се постигла максимална стабилност складиштења шталског стајског ђубрета. У стајама са системом руковања чврстим стајњаком морају се сакупљати стајњак и осока у различитим складиштима (слика 1.). Стајњак се чува на бетонским подлогама за стајњак (1) а осока се сакупља каналима (2) заједно са прљавом водом и чува у јами за осоку (3).



Слика 33 : Складиште за чврсти стајњак и осоку

6.5.3 Складиште за течни стајњак

Складиште за системе за руковање течним стајњаком је танк (резервоар) за течни стајњак у који се сакупљају стајњак, урин и сва прљава вода. Пример доброг просторног распореда и позиционирања складишта за течни стајњак је приказан на слици 2. Танкови (резервоар) за течни стајњак могу бити изграђени од различитих материјала, као што су бетон, челик и пластика или базени типа лагуна. Међутим, неколико основни принципа мора бити узето у обзир при изградњи. Складишта за стајњак праве се тако да је гарантован радни век од најмање 20 година. Један функционалан складишни систем за течни стајњак (слика 2) се састоји од два резервоара, једног великог за складиште и другог много мањег који обезбеђује рад пумпе (пријемни резервоар). Пријемни резервоар се користи као сабирник и хомогенизатор произведеног стајњака пре него што се препумпа у главни резервоар.



Слика 34 : Складиште течног стајњака (базен)

Лагуне (слика 3.) представљају земљане структуре али су знатно веће од оних које се праве за осоку због додатног разређивања и неопходних запремина за третман. То су једноставни и релативно јефтини објекти који се граде формирањем земљишних базена, те се стога најчешће срећу на нашим великим фармама.

У циљу заштите од продирања течности из лагуне у земљиште, лагуна се облаже фолијом (зидови и дно) а испод фолије се постављају дренажне цеве спојене са контролним шахтом, преко кога се контролише исправност (непропустност) лагуне. Запремина објекта за лагеревање треба да је у складу са потребним временом задржавања стајњака у њему (6 месеци) и да су прописно удаљене од насељеног места, аутопута итд.



Слика 35 : Складиште течног стајњака (лагуна)

6.6 Третман стајњака, принципи третмана стајњака и отпадних вода

Стабилизација отпада представља физички и/или хемијски процес разлагања и претварања конституената отпада у хомогене крајње производе за поновну употребу, са смањеним непријатним мирисом и испарењем органских једињења. Принципи за третман стајњака су:

1. Гравитационо таложење
2. Механичка сепарација
3. Флокулација
4. Кружење ваздуха - аерација
5. Анаеробни процеси
6. Природни системи

У пољопривредним биогаз постројењима прерађују се супстрати који углавном потичу или су везани за пољопривредну производњу (стајско ђубриво и остали нуспроизводи усева као и енергетски усеви).

Кравље, свињско, пилеће ђубриво основни су супстрати за већину пољопривредних биогаз постројења, иако у последње време расте број постројена која за свој рад користе усеве енергетских биљака. Сирово стајско ђубриво уобичајено се користи као органско ђубриво за прихрану усева, а АД побољшава њихов квалитет на следећи начин:

- Стајско ђубриво различитог порекла (краве, свиње, перад) мешају се у истом дигестору, и на тај начин се добија бољи однос састојака
- АД разлаже сложене органске материје и повећава се количина храњивих састојака које биљка може директно искористити.

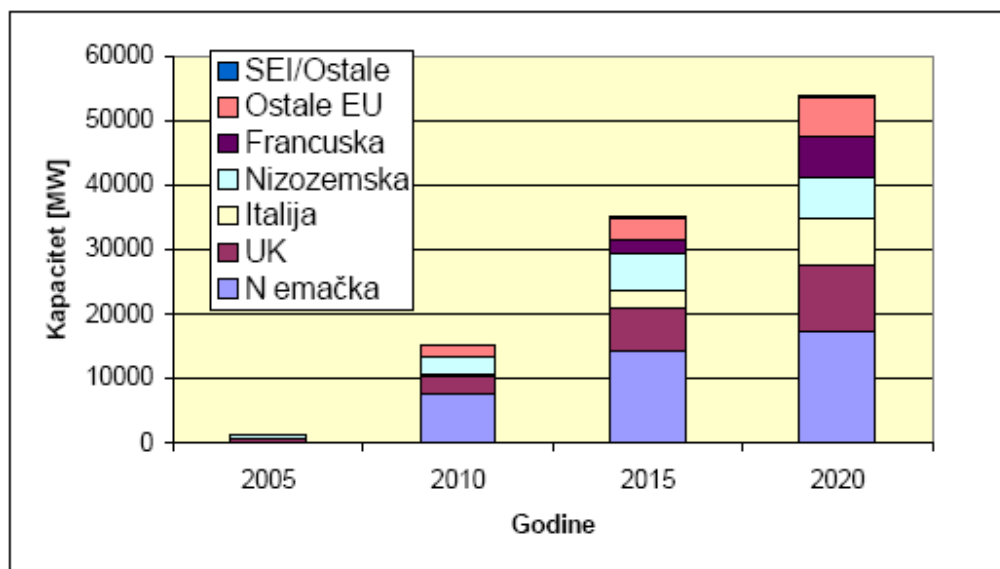
Према величини, функцији и локацији, постоје три главне категорије пољопривредних биогаз постројења:

- Биогаз постројења за породичне мање фарме (мала постројења)
- Биогаз постројења за фарме (средње велика постројења)
- Централизована биогаз постројења (велика постројења)

7.0 Когенерација

Когенерација представља процес комбиноване производње топлотне и електричне енергије (енг. Combined heat and power). ЦХП – скраћено означавање овог процеса. Дакле когенерацију можемо дефинисати као процес којим се коришћењем примарне енергије горива истовремено производе два корисна облика енергије: користан рад и топлотна енергија. Најчешћа употреба корисног рада је за производњу електричне енергије, док се произведена топлотна енергија користи у процесима грејања или хлађења. Применом когенерације у Србији, како сматрају стручњаци, производња топлотне енергије би се могла увећати три пута. Све земље Европске уније данас користе овакве системе и спремне су на велика улагања, са циљем да се когенерација користи широм света. План постоји да у неколико наредних година производња енергије когенерацијом достигне 75% укупне производње, на нивоу целе Европе. У Италији, еколошка енергија чини 30% укупне потрошње, у Холандији 33%, а у Данској и Великој Британији готово је потпуно заступљена. Разлог више да добре примере следимо и допринесемо сами својој земљи економски али и заједници уопште еколошки.

Заступљеност малих когенерацијских постројења у будућности дата је **сликом 36**. Процјењује се да ће до 2020. године мала когенерацијска постројења заузимати више од четвртине укупног капацитета когенерацијских постројења у ЕУ. Како је тај проценат у садашњости готово никакав, анализа показује знатну динамичност тржишта у следећих десетак година што потврђује битну улогу малих когенерацијских постројења у европској будућности уштеде енергије.



Слика 36 : Инсталирани капацитети [MWe] малих когенерацијских постројења

У Србији је тренутно стање приказано следећим графиком:



Слика 37 : Структура и удео у инсталисаним капацитетима за производњу електричне енергије ЕПС

Ефикасност система мора бити већа од 55% да би се он квалификовао као когенерациони.

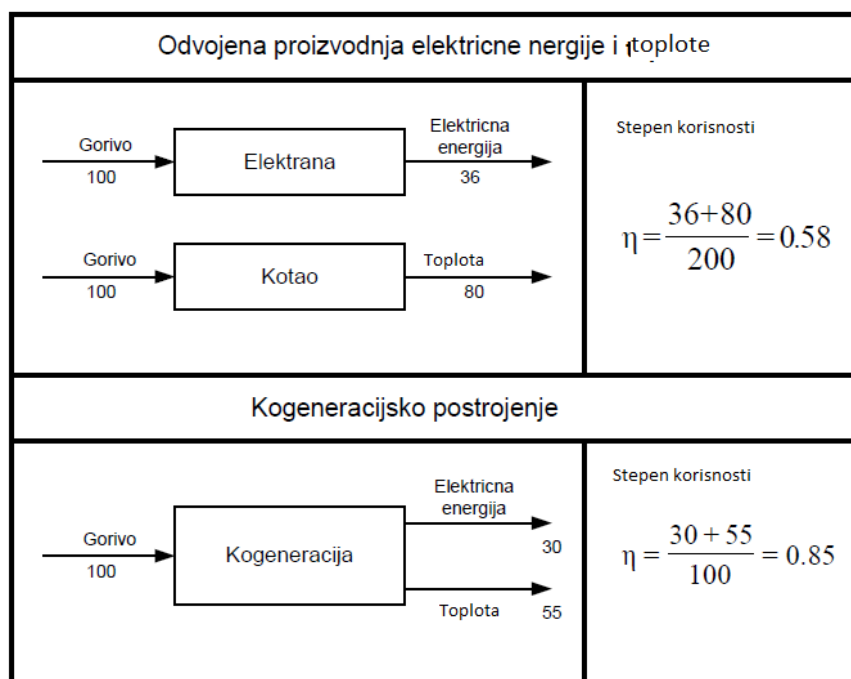
$$E + 0.5 \times T > 0.45 \times C$$

где је:

Е - годишње произведена електрична енергија (kWx)

Т - топлотна енергија коју је те године конзум употребио (kWx)

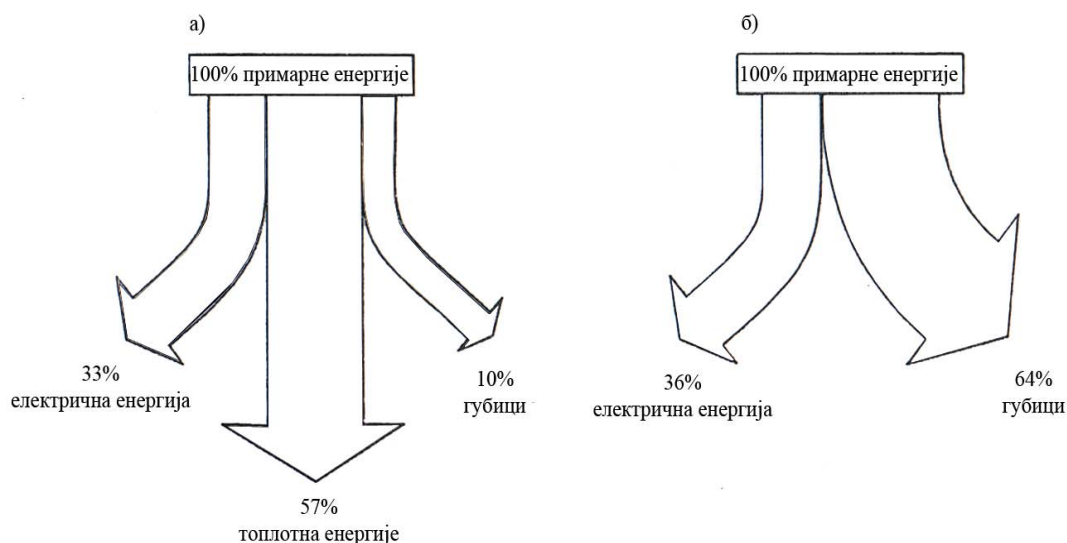
С – потрошено гориво на годишњем нивоу (kWx)



Слика 38 : Поређење степена искоришћења когенерацијског постројења са класичним електранама и котловима

Когенерацијска постројења имају врло висок степен енергетске ефикасности као што је приказано на горњој слици, и имају повезане економске и еколошке предности. Укупни степен корисности ових система варира, али у неким применама он је процењен на 90 посто, те се може утврдити да у односу на конвенционалне системе, систем когенерације представља сам врх ефикасности претварања енергије, те то за последицу осим енергетских има и врло битне економске и еколошке предности.

Применом когенерације се такође у атмосферу ослобађају издувни гасови али је количина штетних гасова стаклене баште (CO , CO_2 , NO_x) која се садржи у овим издувним гасовима много мања у односу на конвенционалне технологије и у многome зависи од тога који се примарни енергент користи у поступку когенерације.



Слика 39 : дијаграм тока снаге са наглашеним губицима – а) ЦХП постројења, б) кондезациона енергетска постројења

У ЦХП постројењима електрична и топлотна енергија се производе истовремено. За разлику од кондезационих енергетских постројења, у којима се произведена топлотна енергија практично губи у измењивачу топлоте, код ЦХП постројења користи се и електрична и топлотна енергија. Децентрализована постројења за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије могу остварити укупан степен корисности од 90%. То је значајно повећање укупног степена корисности у односу на степен корисности од 36% који остварују централизована кондезациона постројења за производњу електричне енергије.

Значај примене когенерације уочен је у Европској унији, те су Директивом 2004/8/ЕС дефинисане мере и подстицаји које земље чланице морају да спроведу ради постизања бољег искоришћења примарне енергије увођењем когенерације, где год је то могуће и економски оправдано.

Учесници у поцесу когенерације могу да стекну статус повлашћеног произвођача електричне енергије. **Уредбом о стицању статуса повлашћеног произвођача електричне енергије се добија бољи положај на тржишту за одређене врсте електрана, чија је изградња од стратешког интереса за Србију - а чији рад, без посебних подстицајних мера, не би био исплатив.**

7.1 Кључни фактори исплативости

Пошто се утврди да је неко кандидат за когенерацију и постројење правилно изабере, утврђује се период исплативости и то на основу више параметара а то су цена и квалитет саме опреме, трошкови одржавања и експлоатације, цена гаса, цена уља и фактор оптерећења. Квалитетан гасни генератор сет је предвиђен да се експлоатише преко 100 хиљада сати односно преко петнаест година у континуитету. На том временском хоризонту утврђено је да је куповина опреме само 15% укупних трошкова а да је рецимо одржавање и сервисирање самог система 25%, потрошња уља 5% и наравно највећи део потрошња горива 55%.



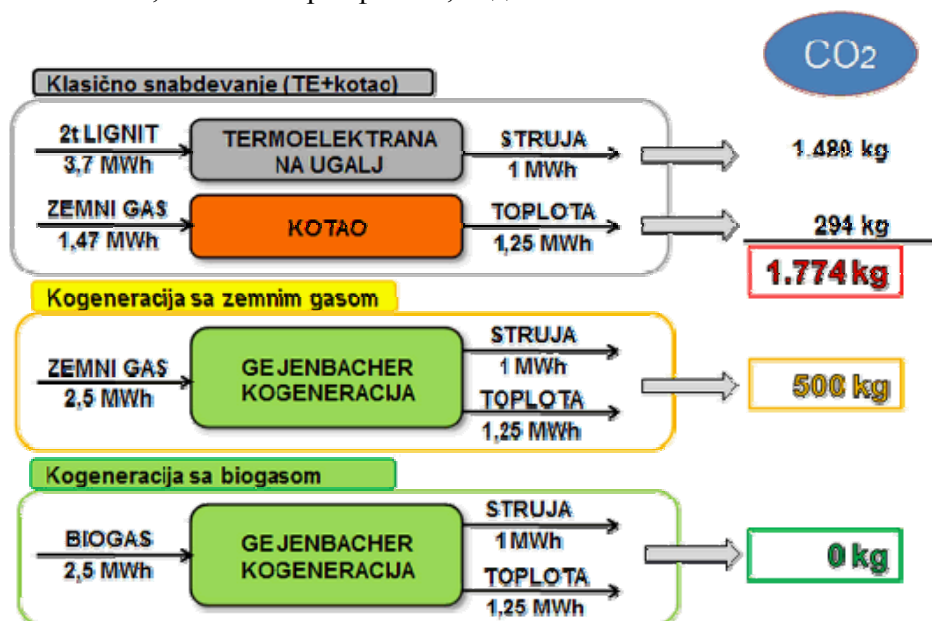
Слика 40 : Трошкови

Наравно систем је пожељно што максималније оптеретити у што дужем временском интервалу јер тада цена произведеног KWh електричне у топлотне енергије експоненцијално опада. Дакле фактор оптерећења би требао да тежи 100%. Да би постројење било расположиво односно да би ремонт и евентуално отклањање кварова кратко трајало а трошкови и последице застоја биле мање неопходно је осим квалитетно изабране опреме имати 24h на располагању локалног дистрибутера и сервисера ове специфичне опреме коју могу опслуживати једино добро обучени инжењери овлашћени од самог произвођача. Ово је нарочито важно ако се зна да у делу одржавања и сервисирања у оних 25% трошкова најзначајнији удео претстављају трошкови човек-сат и цене самих делова који ако је то могуће требају бити локално доступни.

7.2 Зашто когенерација на бази биомасе?

Смањење залиха минералних извора енергије – нафте, природног гаса и угља је евидентно. Последњих деценија друштво је постало свесно негативних ефеката које изазива дебаланс CO₂ и других гасова, који стварају ефакат стаклене баште, такозвани GHG (*Greenhouse Gases*). Решење се види у повећању енергетске ефикасности у свим сегментима и већем коришћењу нових и обновљивих извора енергије (НОИЕ), међу којима биомаса заузима прво и најзначајније место. При томе појам биомаса обухвата чврсту (остатке пољопривредне производње и пољопривредне производе, дрвну масу, остатке шумарства и прераде дрвета, остатке разних прерада, чврсти комунални отпад...), течну (биљна уља, биодизел, биоетанол и течне остатке прераде) и гасовиту (биогаз) материју. Најпре је решаван једноставнији задатак, да се обновљиви извори енергије користе за добијање топлотне енергије, за грејање и процесне потребе. Последњих година све више се подстиче производња најплеменитијег облика енергије, електричне енергије. Досадашња искуства показала су да је производња електричне енергије ветрогенераторима и коришћењем фотоволтаичних ћелија скупа и зависи од расположивости тих извора. Поред коришћења енергетских потенцијала водотокова, биомаса је најзначајнији потенцијални обновљиви извор, иако се она већ масовно користи као извор топлотне енергије, а све већа је и примена за транспортна средства, као горива за моторе с унутрашњим сагоревањем. У том смислу, комбинована производња електричне и топлотне енергије, когенерација па и тригенерација, представљају повољан технички и економски начин примене. Досадашњи резултати коришћења биомасе за когенерацију у развијеним земљама показали су да је

цена електричне енергије виша од оне која се добија коришћењем фосилних горива. Ипак, првенствено због заштите животне средине, Европска унија прокламовала је обавезу коришћења ОИЕ. То је дефинисано такозваном *Белом књигом*, а реализација је подстакнута подстицајним мерама. *Белом књигом* дефинисано је да ЕУ до 2010. оствари удео примарне енергије обновљивих извора енергије од најмање 12%. У јавности је мање познато да је посебном директивом предвиђено да удео електричне енергије произведене из обновљивих извора достигне 22,1%. Да би се тај циљ остварио у већини земаља ЕУ уведене су посебне цене за такозвану „зелену“ електричну енергију (*Feed-in* тарифа), систем квота, зелених сертификата, итд.



Слика 41 : Емисија CO₂

7.3 Економски показатељи примене биомасе за когенерацију

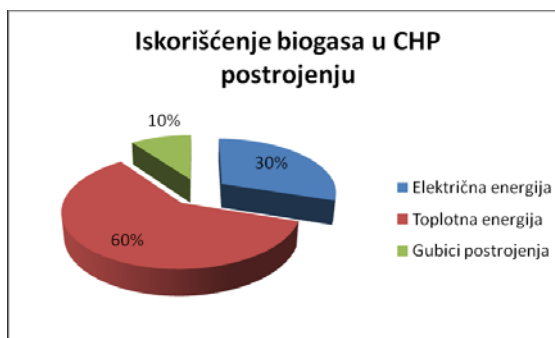
На основу прегледа искустава приказаних у претходном поглављу јасно је да когенерацијом биомасе не може да се оствари цена производње електричне енергије нижа или једнака од оне добијене коришћењем фосилних горива. Ипак, циљ је да се когенерација коришћењем биомасе спроведе тако да економски показатељи буду што повољнији. На економске показатеље утиче:

1. цена постројења,
2. цена горива,
3. ангажовање постројења у току године и искоришћење топлотне енергије,
4. трошкови рада постројења,
5. степен корисности, електрични, термички, укупни,
6. цена електричне и топлотне енергије.

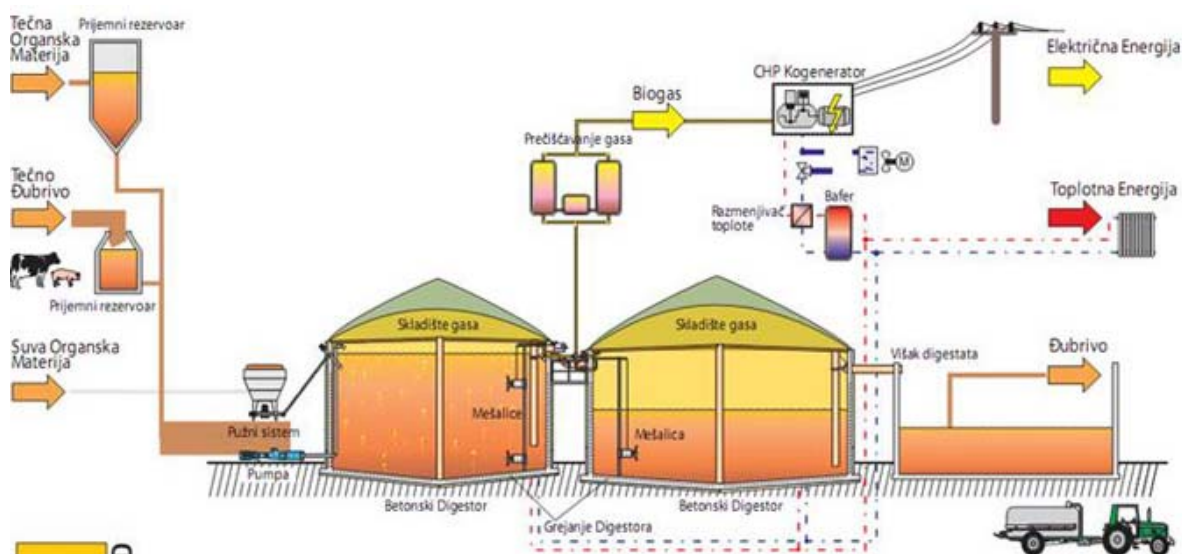
7.4 Когенерација на биогаз

Разлози за примену ЦХП постројења су економске природе и леже у енергетској ефикасности. У већини случајева, електрична енергија од биогорива се производи у ЦХП постројењима, у којима се топлотна енергија трансформише у механички рад, који се најчешће користи за покретање вратила генератора електричне енергије. У пракси је максимални степен корисности који се може постићи када је у питању електрична енергија 40%, а остатак корисне енергије користи се за загревање.

Пре примене биогаса у когенерацијском постројењу биогас је потребно сушењем и кондиционирањем припремити, како би се омогућио несметан и правилан рад гасних мотора који се данас претежно користе за биогасну когенерацију, а који имају ограничења везана за састав гаса у погледу садржаја сумпороводоника, халогених угљенохидрата и силоксана. Модерна постројења на биогас се најчешће састоје од мотора за сагоревање повезаног са генератором, но могуће је коришћење постројења са употребом Стирлингових мотора, гасних микротурбина или горивих хелија.



Слика 42 : Искоришћење биогаса у CHP постројењу



Слика 43 : Процес когенерације са биогасом

7.5 Мотори са унутрашњим сагоревањем у когенерацијским постројењима

Мотори с унутарњим сагоревањем се у когенерацијским постројењима могу користити као:

- гасни мотори (Отто),
- дизел мотори,
- гасно-дизел мотори.

Ти се мотори данас користе за снаге до 7 (MW). Основна им је предност што имају:

- прихватљиву електроенергетску карактеристику (e_k),

- нижу специфичну потрошњу горива по јединици енергије (ϵ),
- прихватљив степен искоришћења горива (η)
- релативно ниску цену, 500 €/kW),
- добро понашање при променљивом оптерећењу,
- велику поузданост рада,
- лако одржавање,
- кратко време за старт до пуне погонске снаге,
- могућност уградње на малом простору,
- могућност пакетне изведбе.

Код дуалног моторног погона (гас-дизел гориво) основно гориво је гас, а дизел гориво се додаје у износу од 3 до 15 %, што омогућава лакше паљење јер природни гас захтева вишу температуру паљења него дизел гориво. Осим тога, двојним се горивом може лакше оптимизирати погон.

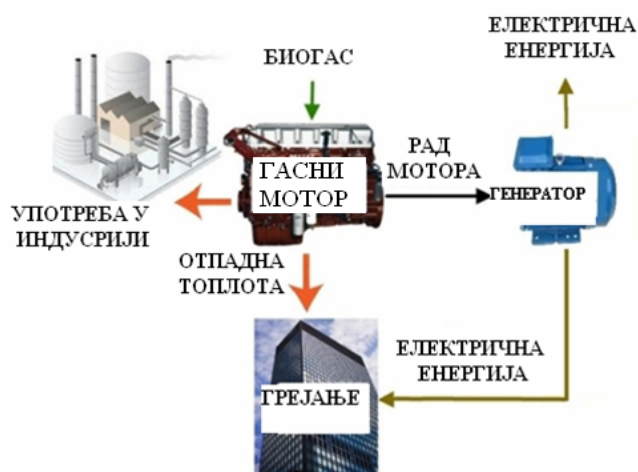
Према броју обртаја мотори могу бити:

- спороходни 80-300 о/мин,
- средњоходни 450-1000 о/мин,
- брзоходни 1200-3000 о/мин.

Данас се код стандардних когенерација највише користе брзоходни мотори. Осим тога, највише се примјењује »вишемодулна техника« тј. користи се више јединица, што даје већу погонску поузданост, а уједно се користи каскадна регулација, тако да свака јединица може радити у оптималном подручју.

7.6 Постројења са гасним мотором

Предност постројења са гасним мотором је могућност њиховог рада са минималним уделом метана од само 45%. Широка је примена за мање снаге, што приближно значи до 100 kW електричне снаге, док се за веће снаге користе прилагођени дизел агрегати који такође припадају категорији гасних мотора и који су опремљени свећицама.



Слика 44 : Когенерација са гасним мотором

Принцип рада постројења са гасним мотором приказан је на горњој слици, а кратко објашњење јесте да се адекватно припремљен биогаз доводи до гасног мотора, где сагорева, те се ствара користан рад и топлота. Користан рад се преноси на електрични генератор, који механичку енергију претвара у

електричну енергију, која се тада може користити за задовољење локалних потреба (индустријске потребе или у зградарству) или што је због субвенционисане откупне цене пуно чешћи случај да се комплетно предаје, односно продаје у електричну мрежу. Произведена топлотна енергија се може искористити за индустријске процесе или грејање потрошача топлотне енергије. Примера ради, део произведене топлотне енергије обично се користи и за одржавање температуре у дигесторима, а остатак из биогаске когенерације локалног типа може се применити за добијање топлоте у оближњем насељу или грејање стакленика или пластеника. Когенерације са гасним мотором су најраширеније јер је цена гасних мотора значајно нижа од осталих претходно споменутих алтернативних постројења.

7.7 Консеквенце за Србију

Република Србија је, као и све друге земље Западног Балкана, које су заинтересоване за пријем у ЕУ, потписала Меморандум о интеграцији у енергетско тржиште ЕУ. На тај начин прихватила је обавезу да следи политику и програме ЕУ. Да би се то остварило, морају да се донесу мере за подстицање производње електричне енергије коришћењем биомасе, односно да се помогне у дефинисању националне стратегије, али и појединим субјектима који у ову област желе да уложе. Поред ове већ јасно дефинисане државне обавезе, циљ је да се прошири производња електричне енергије коришћењем властитих материјалних ресурса, смањи зависност од увоза и повећа запосљавање становништва. Когенерација на бази биомасе примењиваће се, у највећем броју случајева, за производњу топлотне енергије за грејање, па ће и производња електричне енергије на бази биомасе бити најзначајнија у том периоду када је и потрошња највећа. Тако би се с увођењем когенерације остварило и више државних стратешких циљева. Да би се одабрала права решења потребно је да се сагледа стање у развоју, али и да се сагледа која горива и који корисници могу да остваре најбоље економске ефекте, односно да подстицају од државе буду што мањи.

7.8 Цена електричне и топлотне енергије

Велики утицај на економске показатеље постројења за когенерацију имају цене електричне и топлотне енергије, које корисник плаћа. Цена топлотне енергије креће се обично у границама 3,5 до 5 €/kWh, при чему крајњи купац додатно плаћа трошкове инсталације и службе која енергију дистрибуира и обавља друге сервисе, одржавање и наплаћивање. Садашња цена електричне енергије у Србији, у просеку испод 5 €/kWh, може само у изузетним случајевима да покрије трошкове њене производње у постројењима за когенерацију, која користе биомасу. То је, на пример, случај када се користи отпад који, иначе, треба да се уклони, па је цена горива нула. У другим случајевима, а то је већина, повољни економски показатељи могу да се остваре само уколико цена „зелене“ електричне енергије буде виша. Основа за утврђивање висине цене „зелене“ електричне енергије је допринос заштити животне средине и смањењу емисије GHG (*Greenhouse Gases*). Са становишта економских показатеља суфинансирање и повољни кредити имају мањи утицај него цена испоручене, пре свега електричне, енергије. Негативни ефекти подршке друштва субвенционисањем градње, повољним кредитима и ценом електричне енергије одражавају се, у земљама ЕУ, у расту цена опреме. Овај тренд биће елиминисан растом конкуренције.

8.0 Пројекат

Когенерација иако доста актуелна тема у свету, у Србији није довољно развијена. Разматрамо пример могуће когенерације у једном сеоском домаћинству. Локација је Велико Орашје, општина Велика Плана. Кућа од 100м² припада породици Маринковић. Циљ је да се когенерацијом задовољи комплетна потреба за електричном енергијом, као и за топлотном која би служила за загревање просторија, а у случају да дође до вишка евентуално оствари продаја енергије.

Утврђене енергетске потребе разматраног домаћинства могу се задовољити из обновљивих извора енергије, тачније биомасе. Пошто се ради о сеоском домаћинству у селу Великом Орашју решење тог проблема је потражено у блиској околини. На 500м од домаћинства се налази фарма товних пилића. Капацитет фарме је 12 000 пилића. Поред непрекидног това пилића на фарми, у дотатном објекту врши се тов свиња. Капацитет објекта за тов свиња је око 100 свиња. Ослањајући се на пилећи и свињски стајњак биће задовољене потребе потрошње електричне и топлотне енергије домаћинства.



Слика 45 : Чишћење објекта за пилиће



Слика 46 : Свиње у тову

Власник фарме, обавезан је уговором да преради Матијевић испоручује годишње 70 000 пилића. По гаранцији њиховог одгајања добија се око 500 кг пилећег стајњака дневно. Пилећи стајњак се из фарме избацује уз помоћ тракторске утоварне кашике, која уједно олакшава чишћење објекта. Са свињским стајњаком је третман нешто другачији јер се објекат чисти испирањем па је стајњак у течном стању тако да аутоматски одлази у септичку јаму одакле се извлачи тракторском црпном цистерном. Количина стајњака која се добија од 100 товљеника дневно износи око 430 кг.



Слика 47 : Тракторска цистерна

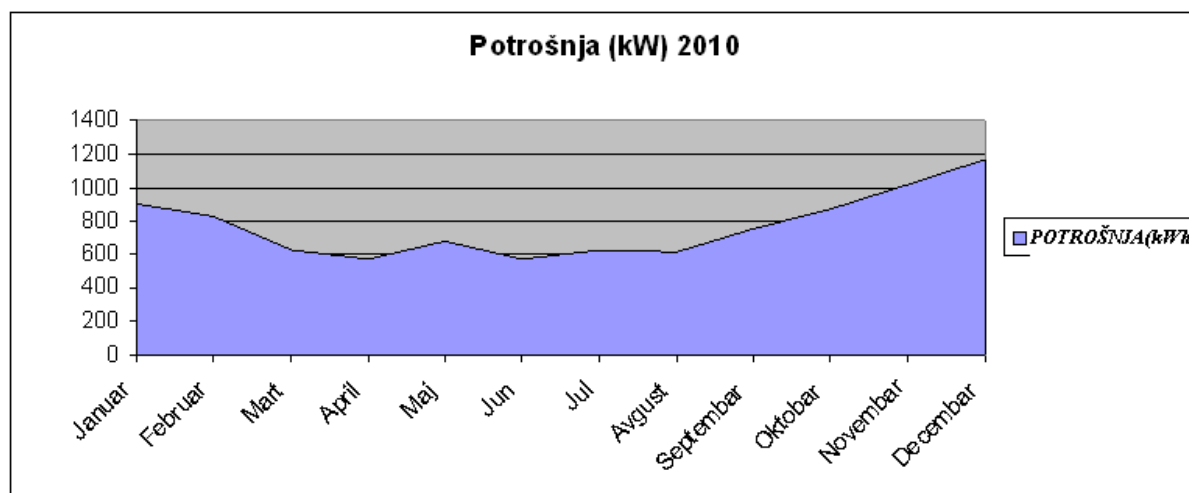


Слика 48: Тракторска утоварна кашика

Због велике површине земљишта коју власници фарме обрађују у интересу им је да настало ђубриво извозе на својим њивама, али зато што је већина пољопривредних поседа у самом насељу или у његовој близини ту се јавља велики проблем са суседима због свестраног, неконтролисаног ширења непријатних мириса. У договору са фармом породица Маринковић, власник домаћинства, решава обострани проблем, добија биомасу великог квалитета, а фармерима обезбеђује квалитетније ђубриво, са уклоњеним гасовима који шире непријатне мирисе, као нус производ из дигестора. Уговором се фарма, због сопствених интереса, обавезује да ће о свом трошку транспортовати стајњак како у једном, тако и у другом смеру.

8.1 Потрошња електричне енергије у домаћинству

Потрошња на месечном нивоу се креће од 500 до 1200 kW електричне енергије, зависно од доба године. Потрошња је већа у зимском периоду због догревања одређених помоћних просторија.



Слика 49 : График потрошње електричне енергије

Просечна годишња потрошња је 9125 kWh.

Просечна месечна потрошња 750 kWh.

Просечна дневна потрошња је 25 kWh.

Највећа дневна потрошња је у децембру и износи око 37 kWh.

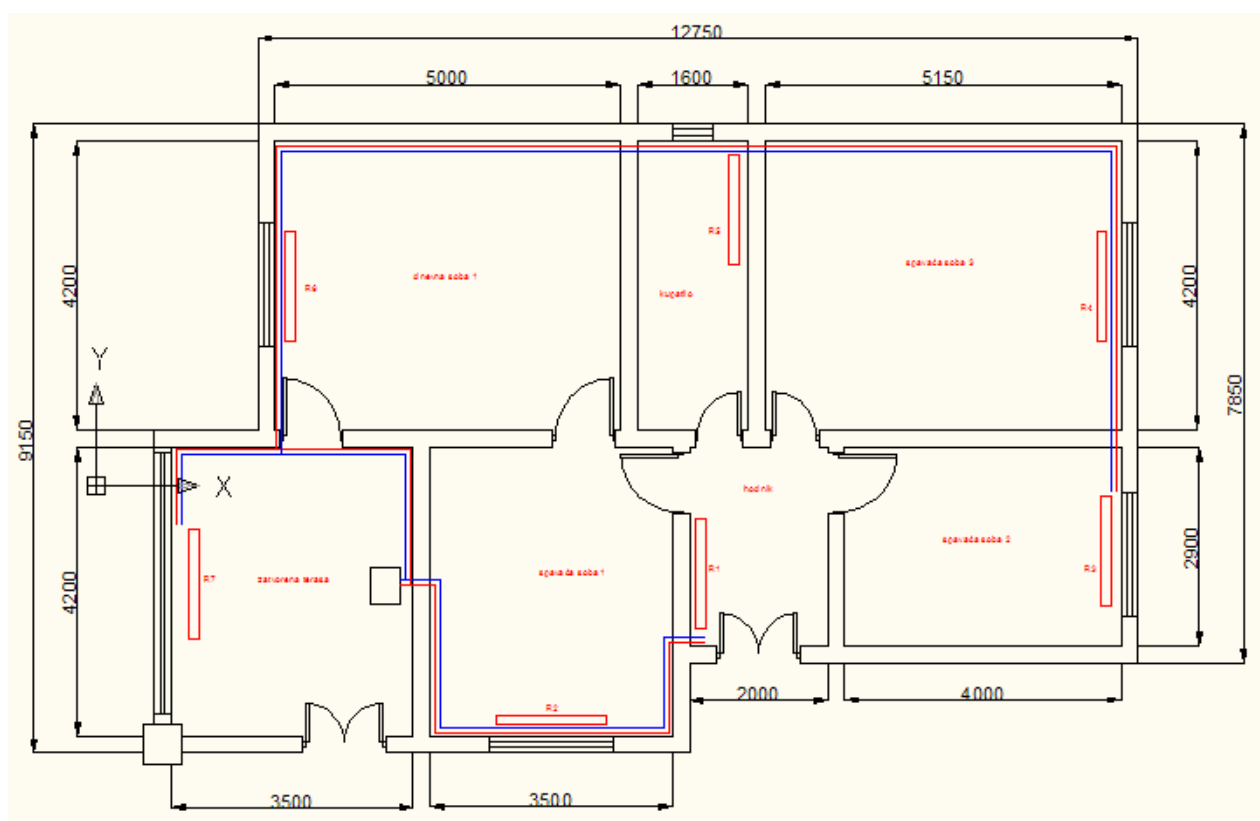
Међу сталним, уједно и потрошачима који користе највећи део енергије спадају: два замрзивача, комбиновани фрижидер, електрични шпорет, бојлер, десетак активних сијалица, два рачунара, три телевизора...

Уградњом бојлера за загревање санитарне воде, повезаног на систем грејања, врши се уштеда електричне енергије.

8.2 Потреба за топлотном енергијом

Кућа се састоји од следећих просторија:

- дневна соба са кухињом
- купатило
- затворена тераса
- ходник
- спаваћа соба 1
- спаваћа соба 2
- спаваћа соба 3



Слика 50 : Шема куће

Грејна тела су изабрана из асортимана челичних панелних радијатора Југотерм-Мерошина за покривање трансмисионих и вентилационих губитака, за температуру разводне и повратне воде 90 / 70 °C. Грејна тела су следећих карактеристика: ТИП 22 - 600 дужине 600, 800, 1200, 1400, 1600 mm , према проспекту произвођача. Израчунати топлотни губици за стамбени део објекта који се греје радијаторски су дати у посебној спецификацији која је саставни део овог пројекта. Изабрана грејна тела одају топлоту која покрива израчунате губитке а то је дато у истој спецификацији. Усвојена цевна мрежа задовољава наведене топлотне капацитете.

Прорачун потребне количине топлоте се врши попуњавањем табеле за сваку просторију куће тако да се рачунају топлотни губици кроз сваки зид, под, плафон, прозоре и врата просторије. Поред ових губитака трансмисијом кроз материјал грађевинских конструкција, узимају се у обзир и губици кроз процепе столарије као и вентилациони губици, утицај стране света, ветровитости и других карактеристика предела, режима генерисања топлоте, висине објекта и других параметара а према DIN 47.

Коефицијенти пролаза топлоте за сваку конструкцију су израчунати посебно и све је то приказано у прилогу 2.

Табеларни прорачун топлотних губитака је приказан у прилогу 3.

РЕКАПИТУЛАЦИЈА ТОПЛОТНИХ ГУБИТАКА КУЋЕ

БРОЈ	НАЗИВ ПРОСТОРИЈЕ	ТОПЛОТНИ ГУБИСИ W	ПОТРЕБНА КОЛИЧИНАТОПЛОТЕ	t °C	ТИП ГРЕЈНОГ ТЕЛА	БРОЈ ГРЕЈНИХ ТЕЛА	ОДАВАЊЕ ТОПЛОТЕ W
1	ХОДНИК	718	2856	20	22-600 x 1400	1 P1	2947
2	СПАВАЋА СОБА 1	1026	1595	20	22-600x 800	1 P2	1684
3	СПАВАЋА СОБА 2	947	1460	20	22-600x 800	1 P3	1684
4	СПАВАЋА СОБА 3	1449	2203	20	22-600x 1200	1 P4	2526
5	КУПАТИЛО	952	970	24	22-600x 600	1 P5	1263
6	ДНЕВНА СОБА	1412	2014	20	22-600x 1200	1 P5	2526
7	ЗАТВОРЕНА ТЕРАСА	2464	3011	20	22-600x 1600	1 P6	3368
		8968 W	14109W	15998W			

Табела 17 : Рекапитулација топлотних губитака куће

- Топлота која се губи трансмисијом је 8968 W
(то је топлота која се губи кроз слојеве грађевинских конструкција зидова, подова, плафона и кроз материјал столарије)
- Топлота која се укупно губи је 14109 W
(то је збир топлоте која се губи трансмисијом и топлоте која се губи вентилацијом кроз процепе столарије)
- Топлота коју одају усвојена грејна тела 15998 W
(грејна тела се бирају према укупно изгубљеној топлоти, да су једнака или већа, па је ово укупна топлота коју одају усвојена грејна тела а која им се мора довести из генератора топлоте)

У горњој табели је прегледно дат енергетски биланс свих просторија куће које се греју (за сваку посебно и збирно за све). Овај биланс је неопходан за одређивање снаге генератора топлоте.

8.3 Прорачун потребног топлотног капацитета генератора топлоте

Потребни топлотни капацитет се одређује по обрасцу

$$Q_K = Q \times (1 + a + b) \text{ W}$$

где је:

Q_K - топлотни капацитет (W)

Q - количина топлоте коју одају грејна тела (W)

a - додатак за топлотне губитке генератора и водова (%)

b - додатак за брже загревање воде и масе постројења (%)

Величина додатака је:

$a = 0,10$ за слабо заштићене водове,

$a = 0,15$ за широко разгранате мреже и водове у спољним зидовима,

$b = 0,20$ за грејање водом и додаје се једино у случају свакодневних прекида ложења и при највећим хладноћама.

Како је мрежа постављена кроз просторије које се греју то се усваја: $a = 0,10$; $b = 0$
па је:

$$Q_K = 15998 (1 + 0,10 + 0) = 17597 \text{ W}$$

Овај топлотни капацитет $Q_K = 17597 \text{ W}$ је израчунат на основу екстремних услова најниже прорачунске спољне температуре од -18°C . Како се ова температуре ретко достиже, а и кад се достигне задржава се веома кратак временски период, то је стварно потребан топлотни капацитет за реалне услове мањи.

8.4 Прорачун локалних отпора протицању флуида

Протицању флуида кроз мрежу се супротставља трење и локални отпори који се морају израчунати и узети у обзир кад се одређује пумпа која мора да савлада све падове притиска и омогући циркулисање флуида. Вредности локалних отпора се налазе у табели за прорачун пада притиска у цевној мрежи (C_u) у прилогу 5.

8.5 Прорачун пада притиска у цевној мрежи

Овај пад притиска се ради на основу штранг шеме (која је приказана у прилогу 4) – шеме инсталације цеви и грејних тела са дужинским мерама и енергетским нивоима као и прорачунатим падовима притиска на трење и због локалних отпора који су приказани у прилогу 5.

8.6 Коришћење стајњака са фарме

Стајњак је отпадни материјал у сточарској производњи суве, течне или полутечне карактеристике и одлична је сировина за производњу биогаса. Састоји се највећим делом из животињског отпада, екскремената, остатака хране, сламе, као и материјала од простирке и неорганских примеса. Количина и хемијски састав стајњака варира у зависности од : врсте животиња, старости животиње (сварљивости оброка, садржаја оброка итд.), те су сходно томе дати подаци о просечној дневној и годишњој производњи стајњака по врстама и категоријама животиња, [11].

parametri	goveda	svinje	živina
Suva materija %	7,7	8	17,1
Organska materija %	5,7	4,8	11,4
Ukupno ugljenika %	2,4	2,1	5,1
Ukupno azota	0,30	0,49	1,20
NH ₄ -azot	0,11	0,29	0,57
Fosfor	0,06	0,19	0,28
Kalijum	0,24	0,17	0,42
Kalcijum	0,12	0,16	1,10
Magnezijum	0,03	0,04	0,06
Natrijum	0,06	0,03	0,07
ph	6,9	7,0	6,9

Табела 18 : Просечан састав течног стајњака

Производња стајњака није иста од почетка узгоја поједине животиње. Она расте са порастом тежине поједине животиње, те је производња биогаса већа са порастом производње стајњака. Количина биогаса зависи од органских супстанци у екскрементима појединих врста стоке (масти, угљених хидрата, протеина и других хранљивих материја), које су на располагању анаеробним бактеријама као хранљиве материје и као извор енергије). Наравно, та количина зависи и од степена анаеробне дигестије (разлагања), који се обично дешава у више фаза. Што је тај степен већи, количина гаса је већа, а и продужава се укупно трајање процеса. Остварени степен разградње органских састојака у пракси је обично 40 до 50 %, па се може рачунати да се добије 0,4 до 0,6 m³ биогаса по кг унетих, односно 0,8 до 1,0 m³ по кг разграђених органских састојака стајњака, [12].

Главне карактеристике везане за Србију:

- Мали број система за сакупљање стајњака - отворене лагуне
- Слабо коришћење стајњака као ђубрива
- Недостатак механизације за манипулацију стајњаком
- Непостојање модерних погона за производњу биогаса
- Пораст интересовања међу фармерима за примену нових метода и технологија
- Недостатак знања и слаба информисаност о модерним технологијама
- Слаб систем подршке- финансијске и правне

Према досадашњим искуствима, доња граница за економично коришћење биогаса у производњи електричне енергије налази се при снази мотора 100 kW (1m³ биогаса даје, зависно од коефицијента корисног дејства уређаја, од 1,6 до 1,9 kW електричне енергије). Ослањајући се на приложене податке о просечној производњи органске материје, стајњака на фарми и производњи биогаса у m³/kg органске материје стајњака (по CJ од 500 кг), дефинисана је следећа табела.

Свиње -----
Живина -----

Могућа произведена топлота од биогаса на фарми				Могућа производња електричне енергије на фарми од биогаса		
1	2	3	4	5	6	7
MJ/dan	MJ/h	MW	kW	kWh	kwh /dan	kWh/god
400,2	16,67	0,0046	4,6	1,4	33,6	12264
3047,04	126,96	0,03526	35,26	10,6	254,4	92856

Табела 19:

Сумарна табела производње електричне и топлотне енергије на фарми са 100 свиња и 12000 товних пилића, [11].

Комплексно коришћење енергије биогаса чини производњу биогаса перспективнијом и рационалнијом. Систем који би се требао реализовати за производњу биогаса требао би да буде способан да на технички оптималан и економски најповољнији начин од сировине произведе оптималну количину биогаса уз могућ спој енергетског, агроекономског, еколошког и естетског. Основни предуслов за обликовање конструктивних карактеристика постројења за производњу биогаса је обављање претходних истражних радова. Они се односе на поуздану карактеризацију супстрата (количине могућег произведеног стајњака и из тога биогаса), утврђивање технолошких параметара одвијања процеса анаеробне ферментације. Резултати ових истраживања треба да дају одговор на питање о : количини, саставу супстрата, испуњавању услова за успешно вођење процеса анаеробне ферментације, условима под којим процес оптимално тече и билансима материја (супстрат, продукт и биомаса) током одвијања процеса и количини и саставу финалних продуката разградње.

На фарми у Великом Орашју, у турнусу од 12 000 пилића минимална дневна количина стајњака износи око 500 кг. Тов траје 50 дана. Чишћење објекта се врши на 25 дана. Тај временски размак у потпуности се поклапа са временом задржавања стајњака у дигестору. Живински стајњак са садржајем метана од 60 до 70 % има велике ефекте у дигестору, на самом врху по одавању биогаса, па је његова потреба задржавања у самом дигестору од 15 до 20 дана (табела 14). Минимална количина стајњака која се обезбеђује износи у периоду од 25 дана око 14 000 кг. Количина је приближно једнака при сваком чишћењу јер се усељује по 6 000 пилића на сваких 25 дана.

Поред пилећег постоји могућност коришћења и свињског стајњака. Дневна количина, као што је већ поменуто, износи око 430 кг, његов третман у дигестору је око 20 дана. Садржај метана је нешто мањи него код пилећег стајњака и креће се од 60 до 65 %. До пуњења дигестора свињски стајњак се лагује у септичкој јами која може да прими до неких 12 тона стајњака, што је довољно да се задовољи време третмана у дигестору (до 25 дана).

За потребе издвајања метана из стајњака поменуте количине потребан је дигестор који би активно радио, а био стациониран на имању корисника гаса. Планирани дигестор има одвојени, нископритисни резервоар за складиштење биогаса.

8.7 Услови за конструисање дигесторских постројења

За конструисање дигесторских постројења користе се методологија и техничка регулатива (прорачуни, прописи, нормативе и стандарди) који се односе на опрему и судове под притиском, са узимањем у обзир специфичности везаних за биогас. За дефинисање запремине дигестора полазни подаци су: број дана хидрауличног задржавања супстрата у дигестору, количина супстрата дневног пуњења, тип дигесторске куполе (покретна или непокретна). Дебљина зидова свих посуда и цевовода у саставу дигесторског постројења одређује се према техничкој регулативи за посуде под притиском.

Заптиваче на сегментима дигесторског постројења (између покретне куполе и главне дигесторске посуде, на прикључцима мерних уређаја, на вратилу мешалице, на прирубницама цевовода) изводи се разним врстама заптивача од вештачких материјала, гуме, бакра, алуминијума и итд. Резервоари биогаза, за нископритисно складиштење израђују се од материјала отпорних на стварање електростатичког напона. Севоводи биогаза за краће деонице израђују се од вештачких материјала, што обезбеђује и заштиту од појаве електростатичког напона. За цевну арматуру најчешће се користе кугласте славине са тефлонским заптивачима. За пуњење дигестора користе се различите врсте пумпи, а као најпоузданије показале су се пужне и центрифугалне муљне пумпе (спољашње и потапајуће). Сигурносна опрема обухвата уређаје за заштиту од повећања притиска биогаза изнад дозвољене вредности и спречавање повратка пламена кроз цевовод према резервоару или према гасном простору дигестора. Основни параметри који се контролишу мерним инструментима су ниво супстрата у дигестору, температура супстрата и притисак биогаза у дигестору.

8.8 Прорачун добијања гаса из стајњака:

За фарму капацитета $z = 100$ комада товних свиња предвиђено је да се течни стајњак прерађује у дигестору - постројењу за производњу биогаза. За дефинисани течни начин изјубривања масени удео органске суве материје (OSM) у течном стајњаку

је $g_{OSM} = 8\%$. Одредити следеће:

- а) дневни масени прилив органске суве материје и течног стајњака,
- б) запремину дигестора са фиксним поклопцем који има засебни резервоар за смештај биогаза,
- ц) пречник и висину дигестора (за усвојени однос висине према пречнику дигестора $H/Du = 2,2$),
- д) висину коју ће течни стајњак заузети у дигестору,
- е) дневну производњу биогаза.

Полазни подаци за прорачун су:

- просечна маса једне товне свиње је $m_{ts} = 60 \text{ kg}$,
- просечан дневни прилив течног стајњака (при масеном уделу OSM од 11%) износи $m_{11} = 26 \text{ kg}/(\text{dan} \cdot \text{SJ})$,
- масени удео OSM у течном стајњаку је $g_{OSM} = 8\%$,
- густина течног стајњака је $\rho_{ts} = 1025 \text{ kg}/\text{m}^3$,
- процењена маса OSM која се уноси у дигестор по сточној јединици износи $m_{OSM} = 2,86 \text{ kg OSM}/(\text{dan} \cdot \text{SJ})$,
- препоручено хидрауличко време задржавања је $\tau = 20$ дана,
- просечан принос биогаза износи $V_{BG} = 0,465 \text{ m}^3/\text{kg OSM}$ (при оствареном степену разградње OSM од 55%),
- фактор увећања запремине дигестора са фиксним поклопцем је $k = 1,2$.

Сточна јединица (SJ) представља животињу или животиње масе 500 kg и користи се као мера при дефинисању количине течног стајњака и других величина.

РЕШЕЊЕ

а) Дневни масени прилив органске суве материје и течног стајњака

Фактор бројности је:

$$fb = \frac{m_{ts}}{500} = 0.12 \frac{SJ}{1kom}.$$

Број сточних јединица за $z = 100$ товљеника износи:

$$z_{SJ} = z \cdot fB = 100 \cdot 0.12 = 12 SJ,$$

а укупан дневни масени прилив органске суве материје (OSM):

$$m_{OSM} = m_{OSM} \cdot z_{SJ} = 2.86 \cdot 12 = 34.32 \frac{kg}{dan}.$$

Дневна маса течног стајњака по једној сточној јединици са масеним уделом OSM од 8% је:

$$m_8 = 11 \cdot \frac{m_{11}}{p} = 11 \cdot \frac{26}{8} = 35.75, \frac{kg}{dan \cdot SJ},$$

односно изражено у $m^3 / (dan \cdot SJ)$:

$$V_{ts} = \frac{m_8}{\rho_{ts}} = \frac{35.75}{1025} = 0.035, \frac{m^3}{dan \cdot SJ}.$$

Укупан дневни запремински прилив течног стајњака је:

$$\dot{V}_{ts} = z_{SJ} \cdot V_{ts} = 12 \cdot 0.035 = 0.42, \frac{m^3}{dan},$$

а укупан дневни масени прилив течног стајњака је:

$$\dot{m}_{ts} = \dot{V}_{ts} \cdot \rho_{ts} = 0.42 \cdot 1025 = 430.5 \frac{kg}{dan}.$$

б) Запремина дигестора

Запремина дигестора је:

$$V_{dig} = k \cdot \dot{V}_{ts} \cdot \tau = 1.2 \cdot 0.42 \cdot 20 = 10.08, m^3.$$

Усваја се запремина $V_{dig} = 11 \text{ m}^3$.

ц) Пречник и висина дигестора

Пречник дигестора за познату запремину израчунава се према изразу:

$$D_u = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_{dig}}{2.2 \cdot \pi}} = 1.799 \text{ m}.$$

Усваја се $D_u = 1800 \text{ mm}$.

За $H = 2.2 \cdot D_u$ добија се висина дигестора $H = 2.2 \cdot 1800 = 3960 \text{ mm}$.

д) Висина течног стајњака у дигестору

Висина коју ће течни стајњак заузети у дигестору рачуна се из једнакости запремина:

$$\tau \cdot \dot{V}_{ts} = \frac{D_u^2 \cdot \pi}{4} \cdot h_{ts},$$

$$h_{ts} = \frac{4 \cdot \tau \cdot \dot{V}_{ts}}{D_u^2} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 0.42}{1.8^2 \cdot \pi} = 3.3 \text{ m}.$$

$$h_{ts} = 3300 \text{ mm}.$$

е) Дневна производња биогаза

Принос биогаза (по сточној јединици и дану) је:

$$\dot{V}_{BG} = V_{BG} \cdot m_{OSM} = 0.425 \cdot 2.86 = 1.2155 \frac{\text{m}^3}{\text{dan} \cdot SJ}.$$

Дневна производња биогаза је:

$$\dot{V}_{BG} = V_{BG} \cdot z_{SJ} = 1.2155 \cdot 12 = 14.59 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}}.$$

Аналогно обрасцима за прорачун везан за свињски стајњак добијамо и вредности за пилећи стајњак.

Просечна маса једног товног пилета је $m_{ts} = 1.2 \text{ kg}$.

Фактор бројности је:

$$fb = \frac{m_{ts}}{500} = 0.0024 \frac{SJ}{1kom}.$$

Количина стајњака по 1 товном пилету износи 0,072 кг/дан.

Број сточних јединица за $z = 12000$ товних пилића:

$$z_{SJ} = z \cdot fb = 12000 \cdot 0.0024 = 28.8 \text{ SJ},$$

Масени удео OSM у течном стајњаку је $g_{OSM} = 17,1\%$,

процењена маса OSM која се уноси у дигестор по сточној јединици износи $m_{OSM} = 5,13 \text{ kg OSM}/(\text{dan} \cdot \text{SJ})$,

а укупан дневни масени прилив органске суве материје (OSM):

$$m_{OSM} = m_{OSM} \cdot z_{SJ} = 7.5 \cdot 28.8 = 148 \frac{\text{kg}}{\text{dan}}.$$

Дневна маса стајњака по једној сточној јединици са масеним уделом OSM од 17.1% изражено у м3 / (dan · SJ) је:

$$m = 30 \frac{\text{kg}}{\text{dan} \cdot \text{SJ}},$$

изражено у м3 / (dan · SJ)

$$V_s = 0,029 \frac{\text{m}^3}{\text{dan} \cdot \text{SJ}}.$$

Укупан дневни запремински прилив стајњака је:

$$\dot{V}_s = z_{SJ} \cdot V_s = 28.8 \cdot 0.029 = 0,84 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}}.$$

а укупан дневни масени прилив стајњака је:

$$\dot{m}_s = \dot{V}_s \cdot \rho_s = 864 \frac{\text{kg}}{\text{dan}}.$$

б) Запремина дигестора

Запремина дигестора је:

$$V_{dig} = k \cdot \dot{V}_s \cdot \tau = 1.2 \cdot 0.84 \cdot 20 = 20.16 \text{ m}^3.$$

Усваја се запремина $V_{dig} = 21 \text{ m}^3$.

ц) Пречник и висина дигестора

Пречник дигестора за познату запремину израчунава се према изразу:

$$D_u = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_{dig}}{2.2 \cdot \pi}} = 2,297 \text{ m}$$

Усваја се $D_u = 2300 \text{ mm}$.

За $H = 2,2 \cdot D_u$ добија се висина дигестора $H = 2,2 \cdot 2300 = 5060 \text{ mm}$.

д) Висина течног стајњака у дигестору

Висина коју ће стајњак заузети у дигестору рачуна се из једнакости запремина:

$$\tau \cdot \dot{V}_s = \frac{D_u^2 \cdot \pi}{4} \cdot h_s,$$

$$h_s = \frac{4 \cdot \tau \cdot \dot{V}_s}{D_u^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 0.84}{2.3^2 \cdot \pi} = 4.04 \text{ m}.$$

$$h_s = 4100 \text{ mm}.$$

е) Дневна производња биогаза

Принос биогаза (по сточној јединици и дану) је:

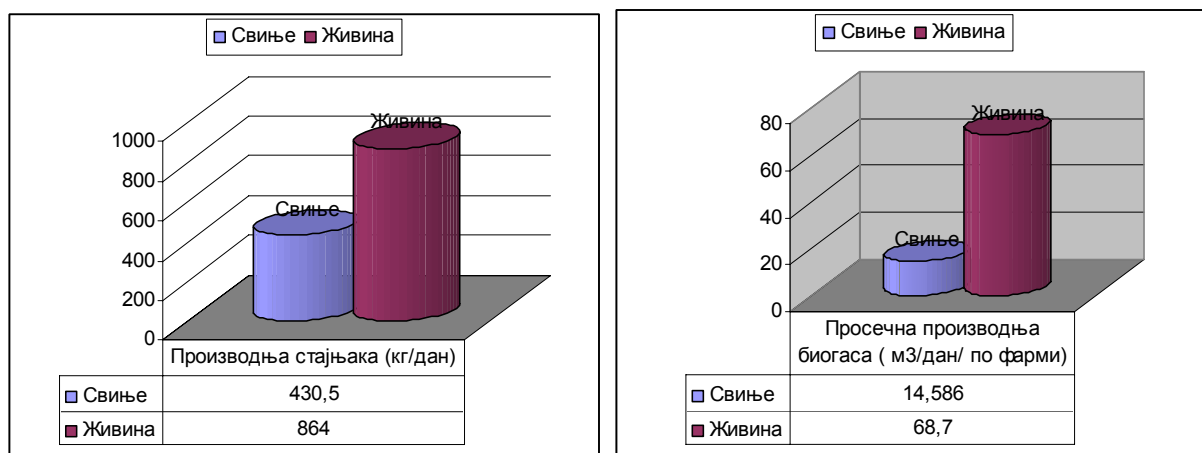
$$\dot{V}_{BG} = V_{BG} \cdot m_{OSM} = 0.465 \cdot 5.13 = 2.385 \frac{\text{m}^3}{\text{dan} \cdot \text{SJ}}.$$

Дневна производња биогаза је:

$$\dot{V}_{BG} = V_{BG} \cdot z_{SJ} = 2.385 \cdot 28.8 = 68.7 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}}.$$

	СВИЊЕ	ЖИВИНА
Капацитет фарме (комада)	100	12 000
Маса животиње (кг)	60	1,2
Производња стајњака (кг/дан)	430,5	864
Производња стајњака (т/дан)	0,43	0.864
Производња стајњака (кг/годину)	157132	315360
Производња стајњака (т/годину)	157,132	315,36
Просечна производња стајњака (кг/ дан по 1 животињи)	4,3	0,072
Просечна производња стајњака (т/ годину по 1 животињи)	1,57	0.02628
Просечна производња биогаза (м ³ /дан/ по СЈ)	1.2155	2,385
Просечна производња биогаза за фарму (м ³ /дан/ по фарми)	14,586	68,7

Табела 20 : Анализа производње стајњака на фарми и производња биогаза



Слика 51 : Графички приказ производње стајњака и производње биогаза на фарми

Укупна дневна производња биогаза из свињског и пилећег стајњака износи $83,29 \frac{m^3}{dan}$.

На годишњем нивоу са непрекидним циклусом у дигестору производња биогаза је $30400 \frac{m^3}{dan}$.

8.9 Коришћење когенерационог модула

Домаћинство има потребу, као што је већ речено за електричном енергијом од 25 kWh дневно и топлотном за загревање у зимском периоду, у екстремним условима, од 17.5kWh, тј. за реалне услове 6.2 kWh.

За погон микрокогенерационог модула се користи мотор са унутрашњим сагоревањем. У пракси се налази већ велики број типова агрегата за производњу електричне енергије са различитом снагом. У агрегатима за производњу електричне струје (агрегат се састоји од гасног мотора, који је директно везан са генератором електричне струје), постиже се комбинована производња топлотне и електричне енергије, тзв. когенерација. Ту се постиже енергетско искоришћење од 32% у производњи електричне енергије и добитак топлотне енергије од хлађења водом гасног мотора и од загревања воде са издувним гасовима у посебним размењивачу топлоте, даје још 59%, а то укупно износи 91%, [13]. Потребна снага когенерационог модула који би задовољавао потребе домаћинства и у потпуности користио произведени биогаз је 6.7 kW електричне снаге и 12.3 kW топлотне снаге.

Енергетски биланс употребе биогаза настаје на следећи начин. Садржај енергије дневне количине биогаза који представља енергетско-производни улазни податак гасног мотора за когенерационо постројење је:

$$Q_u = Q_d \cdot H_d = 83.29 \cdot 6 = 499.74 \text{ kWh}$$

где је Q_d дневни принос произведеног биогаза, у (m^3/dan), а H_d је доња топлотна вредност биогаза (усвојена вредност је 6 kWh/ m^3).

У модернијим гасним моторима – агрегатима – когенерационим постројењима,
 – 32% иде на претварање у електричну струју, а
 – 59% може се претворити у топлотну енергију и тако целокупни степен искоришћења когенерационог постројења износи 91%, [13].

Тако је на располагању дневно:

- 159.91 kWh електричне енергије и
- 339.82 kWh топлотне енергије.



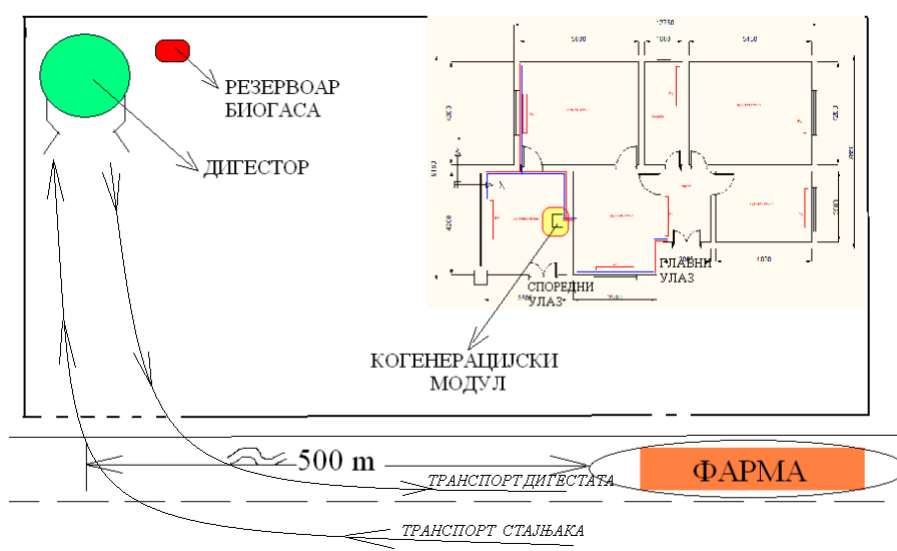
Слика 52: Графички приказ добијене топлотне и електричне енергије у процесу когенерације

Снага за погон мешалице вертикалне изведбе дигестора од 32 m^3 при непрекидном раду – погону је 2 kW за који је дневни енергетски захтев у електричној енергији:

$$2 \text{ kW} \cdot 2 \text{ h} = 4 \text{ kWh}$$

Преостали део електричне енергије за даљу употребу је:

$$159.91 - 4 = 155.91 \text{ kWh}$$

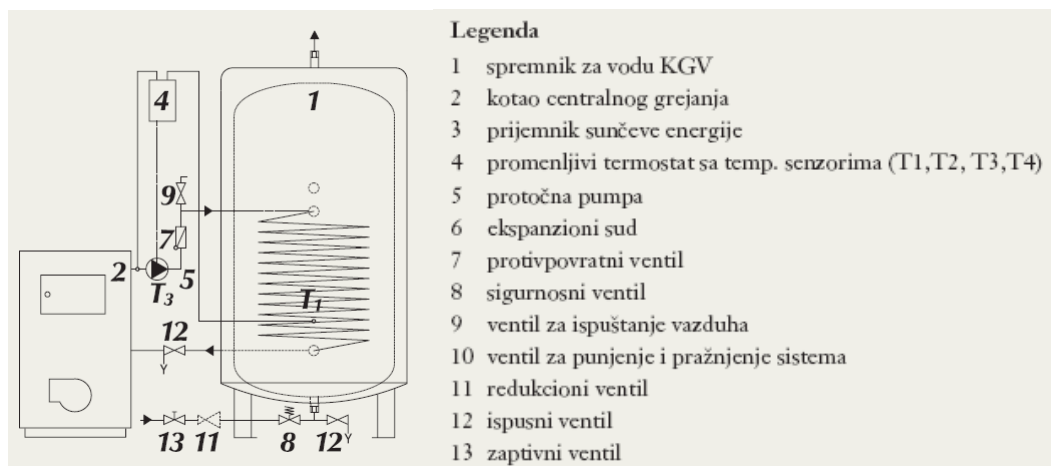


Слика 53 : Шема просторног распореда

8.10 Акумулатор топле воде са измењивачем топлоте

Због добијања велике количине топлоте у дом се уграђује и акумулатор топле воде са измењивачем топлоте. Уграђује се бојлер запремине 120 l. Снага измењивача топлоте је 19 kW.

Бојлер поседује и електрични грејач снаге од 2 kW, укључује се аутоматски када температура воде из генератора топлоте има мању вредност од 50 °C.



Слика 54: Скица бојлера са измењивачем топлоте

Одабран је бојлер фирме Етаж, модел K4210, чија цена са циркулационом пумпом и аутоматиком износи 75.786,00 динара.

Топловодни бојлери ТБ различитих запремина (20, 60, 120, 150, 200 литара...) намењени су загревању и акумулирању потрошне топле воде спајањем на круг котла у котларници или на неки други извор топлоте унутар неког технолошког процеса. Често се уграђују у соларне системе као додатна акумулација, уз соларне бојлере STEB и KSB. Бојлери су израђени из висококвалитетног нерђајућег челика, чиме су загарантовани високи хигијенски услови. Изолација је од тврдог полиуретана без фреона, просечне дебљине 57 мм, који обезбеђује велику топлотну изолацију. Коришћењем модерних технологија и проверених техничких решења, омогућен је висок коефицијент прелаза топлоте и занемариви губици на околину. Израђени су у складу са нормом ISO 9001/2000. Израђује се од челичног лима Č.0361 SRPS C.B4.110. Спајање елемената бојлера врши се електролучним заваривањем по SRPS C.T3.001, а глава грејног регистра и прирубнице вијцима и заптивачима.

Начин рада: Загревање воде врши се са топлотом - врелом водом или електричном енергијом у случају недостатка топле воде при чему би аутоматски био укључен електрични грејач. Уграђене грејне површине прорачунате су за загревање хладне воде од +10°C до 60°C топлотом водом $t_{\text{ср}} = 90/70^\circ\text{C}$. Вода у бојлеру са греје до 60°C (а изузетно до 90°C). Температуре потрошне воде крећу се у границама од 30 до 60 °C. Температуре потрошне воде обично се претпостављају према следећем: за умиваонике, тушеве и купатила 35 до 45°C, за кухињске сврхе 55 до 60°C.

Прорачун уштеде: Постојећи бојлер има електрични грејач снаге 2 kW. Просечан рад грејача је 3 h дневно, што представља потрошњу од 6 kWh електричне енергије. На месечном нивоу уштеда износи 180 kWh. Непрекидним радом когенерацијског модула генерише се топлота, чији се део користи за загревање санитарне воде током летњег периода и остварује се уштеда од 2160 kWh електричне енергије. Тако да је сада потрошња у домаћинству смањена на 6965 kWh, па је дневна просечна потрошња 19 kWh електричне енергије.

8.11 Упоредни приказ потреба за топлотном енергијом у домаћинству

- Потребна снага за грејање (за екстремне услове) 17597 W

- Потребна снага за грејање (за реалне услове)

6174 W

Укупно потребна снага *за екстремне услове* преко зиме је $17597 \text{ W} = 17,6 \text{ kW}$. У просеку, дневно је потребно да грејање ради 18 сати , тако да је дневно потребно **316.8 kWh** топлотне енергије за загревање.

Укупно потребна снага *за реалне услове* преко зиме је $6174 \text{ W} = 6,17 \text{ kW}$ (рачунато за средњу температуру грејног периода $t_{gm} = 4,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$). У просеку, дневно је потребно да грејање ради 14 сати , тако да је дневно потребно **86.36 kWh** топлотне енергије.

На *месечном* нивоу то је:

- за екстремне услове : $316.8 \times 30 = 9504 \text{ kWh}$
- за реалне услове : $86.36 \times 30 = 2590.8 \text{ kWh}$

Годишње, грејна сезона траје 6 месеци, па би годишња потреба за енергијом била

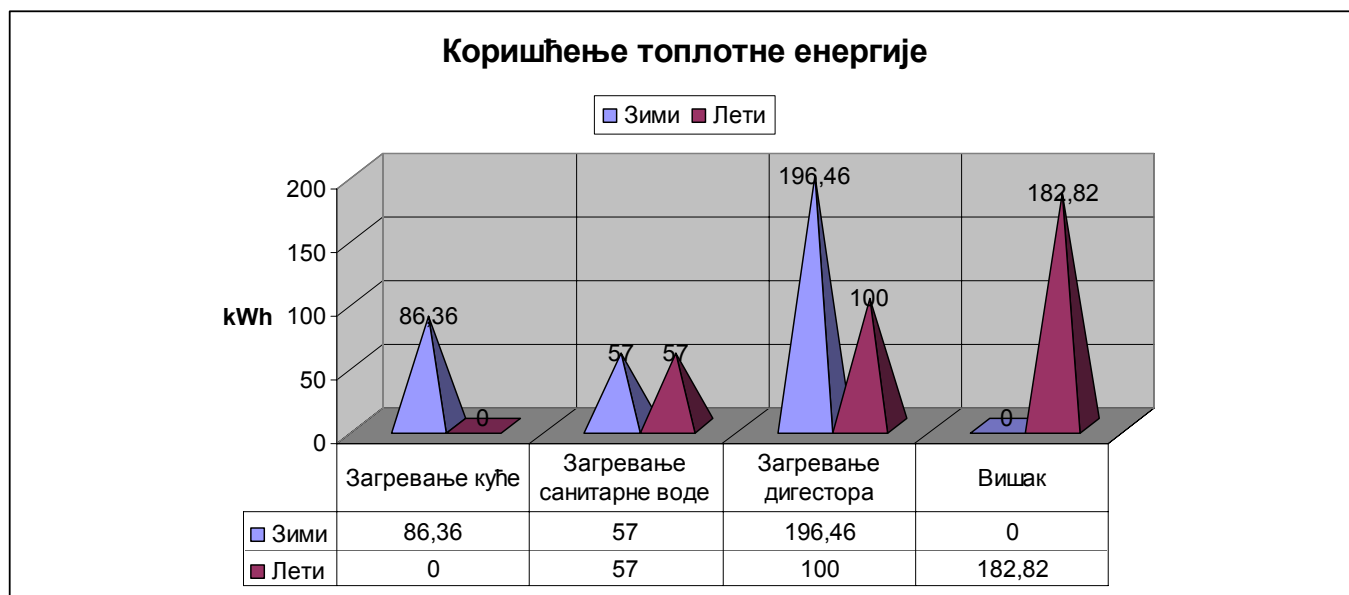
- за екстремне услове : $9504 \text{ kWh} \times 6 \text{ месеци} = 57024 \text{ kWh}$
- за реалне услове : $2590.8 \text{ kWh} \times 6 \text{ месеци} = 15544.8 \text{ kWh}$
-

Укупна годишња потреба за топлотном енергијом за загревање куће за *екстремне* услове је 57024 kWh.

Укупна годишња потреба за топлотном енергијом за загревање куће за *реалне* услове је 15544.8 kWh.

За производни процес биогаса, треба да се загрева дигестор за који је енергетски захтев према стручној литератури око 200 kWh у току једног зиског дана у зимском периоду, па остаје даље коришћење заосталог дела количине топлотне енергије.

Када се ради о реалним условима и када се од укупне генерисане топлоте одузме потребна за грејање куће од 86.36 kWh дневно, остаје $339.82 \text{ kWh} - 86.36 \text{ kWh} = 253.46 \text{ kWh}$. За загревање санитарне воде бојлер ради у просеку три сата дневно трошећи по 19 kWh износи 57 kWh и остаје 196,46 kWh што задовољава потребе за загревање дигестора у зимском периоду. Када је реч о летњем периоду кућа се не греје, за санитарну воду се планира исто као у зимском периоду, 57 kWh, јер се више троши воде, а мања је потрошња топлотне енергије за загревање. За дигестор је довољно до 100 kWh, тако да је вишак топлотне енергије око 183 kWh у летњем периоду.



Слика 55 : Графички приказ коришћења топлотне енергије у летњем и зимском периоду

У летњем периоду се јавља вишак топлотне енергије за коју није планирано одређено коришћење, али постоје многе могућности, јер је реч о пољопривредном домаћинству које се бави и производњом воћа, па би вишак топлоте могао бити коришћен и у процесу сушења воћа, сушења пшенице, кукуруза, сунцокрета, соје и осталих пољопривредних производа којима је потребно одузети одређени проценат влаге.

8.12 Упоредни приказ потреба за електричном енергијом у домаћинству

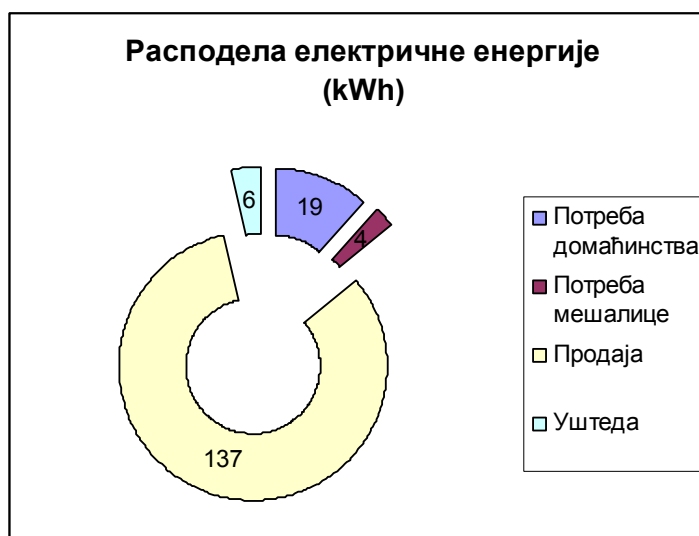
Просечна потреба за електричном енергијом дневно током целе године је 25 kWh

- Месечно је то $30 \times 25 = 750$ kWh електричне енергије
- Годишње је то $365 \times 25 = 9125$ kWh електричне енергије.

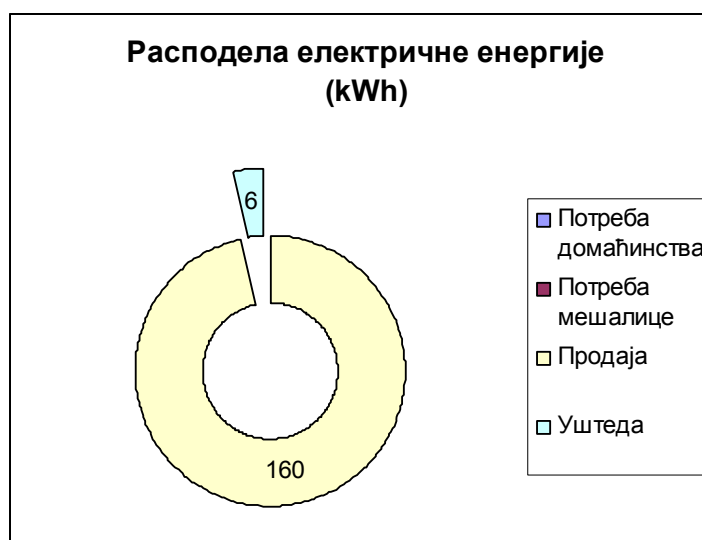
У процесу когенерације прорачуном је добијено 160 kWh електричне енергије која се може продати по утврђеној, субвенционисаном ценом у потпуности, затим опција коришћења у домаћинству и продаја остатка.

Уштеда електричне енергије је предвиђена коришћењем бојлера за загревање санитарне воде са измењивачем топлоте који би штедео око 6 kWh електричне енергије дневно, што би на месечном нивоу износило око 180 kWh, а на годишњем 2190 kWh. Укључујући планирану уштеду просечна дневна потрошња би износила 19 kWh дневно.

Од укупних 160 kWh за погон мешалице дигестора користи се 4 kWh дневно, па остаје 156 kWh. Ако се користе у домаћинству 19 kWh, за продају остаје око 137 kWh електричне енергије (могућност 1), док би се већа добит остварила када би се продавала целокупно произведена енергија, а за потребе користила енергија из мреже (могућност 2).



Слика 56 : Графички приказ коришћења електричне енергије (могућност 1)



Слика 57 : Графички приказ коришћења електричне енергије (могућност 2)

Склапа се уговор са електро дистрибуцијом о испоруци у мрежу произведене електричне енергије у процесу когенерације на биогаз по вишим, субвенционираним ценама. Истовремено, домаћинство је прикључено на електричну мрежу преко стандардног бројила и преузета струја из мреже се дистрибуцији плаћа по нормалним ценама. Како се у просеку више произведе струје него што се потроши, зарада је по два основа, по разлици у ценама испоручене и преузете електричне енергије, и по разлици између произведене и преузете струје.

8.13 Прорачун исплативости примене когенерације у овом случају - Услов когенерације

Ефикасност система се рачуна по обрасцу

$$E + 0.5 \times T > 0.45 \times C$$

где је:

Е - годишње произведена електрична енергија

Т - топлотна енергија коју је те године конзум употребио

С – потрошено гориво на годишњем нивоу

$$E = 159.91 \times 365 = 58367.15 \text{ kWh}$$

$$T = 339.82 \times 365 = 124034.3 \text{ kWh}$$

$$C = 182405 \text{ kWh}$$

$$58367.15 + 0.5 \times 124034.3 > 0.45 \times 182400 \\ 120384.3 > 82080$$

$$E_{\text{потребна}} = 19 \text{ kWh (за потребе домаћинства)} + 4 \text{ kWh (за потребе мешалице)} \times 365 = 8395 \text{ kWh}$$

$$T_{\text{потребна}} = 86.36/2 \text{ kWh (за грејање куће)} + 57 \text{ kWh (за грејање санитарне воде)} + 296.46/2 \text{ kWh (за грејање дигестора)} \times 365 = 90669.65 \text{ kWh}$$

Услов когенерације је испуњен, што значи да се исплати уградња когенерационог модула. Претходна анализа показује да модул произведе више топлотне и електричне енергије него што је потребно за домаћинство, и то:

$$\Delta E = E - E_p = 58367.15 - 8395 = 49972.15 \text{ kWh}$$

$$\Delta T = T - T_p = 124034.3 - 90669.65 = 33364.65 \text{ kWh}$$

Вишак електричне енергије ће се продати електродистрибуцији по повлашћеној субвенционираној вишој цени а вишак топлотне енергије се јавља у летњем периоду и може му се се наћи примена у самом пољопривредном домаћинству.

8.14 Уредба о подстицајним тарифама електричне енергије из ОИЕ

Уредба Владе Републике Србије од 01.01.2010.год. ближе прописује мере подстицаја за производњу електричне енергије коришћењем ОИЕ. Тако је уредбом дефинисана електрана на биогаз и то као електрана која користи гас настао из остатака у пољопривреди (течни стајњак и измет са сточарских и животињских фарми), из биомасе и из остатака биомасе насталих примарном прерадом пољопривредних производа (инсталисане снаге до 10 MW са уговором на период од 12 година). На основу члана 123. тачка 3. Устава Републике Србије, а у вези са Законом о енергетици („Службени гласник РС”, број 84/04), Влада доноси **Уредбу о мерама подстицаја за производњу електричне енергије коришћењем обновљивих извора енергије и комбинованом производњом електричне и топлотне енергије.**

Овом уредбом ближе се прописују мере подстицаја за производњу електричне енергије коришћењем обновљивих извора енергије и за откуп те енергије - *Feed-in tariff*, балансирање и читавање, дефинишу енергетски објекти који производе електричну енергију из обновљивих извора, уређује се садржина уговора о откупу електричне енергије по мерама подстицаја, као и накнада трошкова купцу тако произведене енергије.

Откупне цене изражене у евроцентима по киловат часу дате су у *табели 21* [9].

БИОГАС		
Инвестиције	3,500-4,500 €/kW	
Број сати	6,500 h/god	
Трошкови погона и одржавања	5.7-6.5%	
Радни век	25 година	
Откупна цена (с€/kWh)	Инсталирани капацитети	Цена
До 200 kW	16	
200 kW-2 MW	16.444-2.222•R(MW)	
Преко 2 MW	12	

Табела 21 : Откупне цене електричне енергије у зависности од снаге

8.15 Могући приходи

Са загарантованом ценом од 16 с€/1 kWh за снагу испод 200 kW можемо одредити приход од електричне енергије добијене у споменутом процесу когенерације на биогас за већ споменути могућност 1 и могућност 2.

Могућност 1

Коришћењем за потребе домаћинства електричне енергије од: 19 kWh за потребе домаћинства и 4 kWh за потребе мешалице, што би укупно износило 23 kWh по дану, за продају остаје 137 kWh електричне енергије дневно.

$$137 \text{ kWh} * 16 \text{ с€/1 kWh} = 21.92 \text{ €}$$

$$365 * 21.92 \text{ €} = \mathbf{8000.8 \text{ €}}$$

Продајом вишка се остварује приход на годишњем нивоу од 8000,8 €. На тај приход треба додати и уштеду у вредности плаћања електричне енергије електродистрибуцији од 23 kWh дневно по просечној вредности од 5 с€/1 kWh.

$$23 * 5 \text{ с€/1 kWh} = 1.15 \text{ €}$$

$$365 * 1.15 \text{ €} = \mathbf{419.75 \text{ €}}$$

Укупна уштеда на годишњем нивоу је 419.75 € и када је додамо на приход од продаје вишка добијамо вредност од:

$$8000.8 \text{ €} + 419.75 \text{ €} = \mathbf{8480.55 \text{ €}}.$$

Могућност 2

Продајом целокупно произведене електричне енергије долази се до вредности од 160 kWh дневно, која би се продавала по повлашћеној цени. Укупно, на годишњем нивоу, приход би био:

$$160 \text{ kWh} * 16 \text{ с€/1 kWh} = 25.6 \text{ €}$$

$$365 * 25.6 \text{ €} = \mathbf{9344 \text{ €}}.$$

Због коришћења мешалице јавља се додатна потрошња електричне енергије од 4 kWh дневно па то увећава трошак за електричну енергију.

$$4 \text{ kWh} * 5 \text{ c€/1 kWh} = 0.2 \text{ €}$$

$$365 * 0.2 \text{ €} = 73 \text{ €}$$

Увећање трошка за електричну енергију на годишњем нивоу износи 73 € и одузима се од прихода.

$$9344 \text{ €} - 73 \text{ €} = 9271 \text{ €}$$

Годишњи приход од кога су одузети додатни трошкови износи **9271 €**. Због већег прихода бира се могућност 2.

Процесом се обезбеђује потребна количина топлотне енергије за загревање куће и треба се израчунати уштеда новца који би се потрошио за огрев. У току грејне сезоне у просеку се потроши око 8 m^3 дрва и 6 т угља. Када се то прерачуна по просечној вредности добија се:

$$8 \text{ m}^3 * 35 \text{ €} = 280 \text{ €} \text{ за дрва и}$$

6 т * 50 € = 300 € за угљ, што укупно износи **580 €** за огрев што уједно и представља уштеду, тј. приход у процесу когенерације.

$$\text{Укупан приход од електричне и топлотне енергије износи } 9271 \text{ €} + 580 \text{ €} = \mathbf{9851 \text{ €}}.$$

Поред ових прихода обрачунава се дневна уштеда електричне енергије за грејање санитарне воде која се надокнађује из топлотне енергије како у летњем, тако и у зимском периоду. Уштеда од 6 kWh на годишњем нивоу износи:

$$365 * 6 \text{ kWh} = 2190 \text{ kWh} \text{ електричне енергије.}$$

Просечна цена по једном kWh електричне енергије је око 5 дин./ kWh, што је укупно 10950 динара или $\approx 100 \text{ €}$ по години.

На крају се долази до годишњег прихода од $9851 \text{ €} + 100 \text{ €} = \mathbf{9951 \text{ €}}$ и $182 * 182.82 \text{ kWh} = \mathbf{33273,24 \text{ kWh}}$ топлотне енергије вишка, који се јавља у летњем периоду, а примена се може остварити у више области, што би све наравно донело додатне користи и уштеде. Пројекат је везан за сеоско домаћинство, тако да употреба топлотне енергије, као што је већ наведено, се може употребити у процесима сушења воћа и поврћа, сушење уљарица и житарица, за загревање базена, стакленика, пластеника и једно од најкориснијих решења је употреба у процесу хлађења.



Слика 58 : Графички приказ годишњих прихода у еврима

Поред финансијске добити произвођача електричне енергије и могућности употребе вишка топлотне енергије, у процесу добијања биогаса настаје преврели стајњак, који по свом физичком и хемијском саставу може да се употреби као одлично основно ђубриво, јер су у њему после ферментације у целости задржане минералне материје, азот, калцијум и фосфор. Применом преврелог стајњака власник фарме знатно добија на уштеди минералних ђубрива и девизних средстава која се утроше за њихов увоз.

Значи производња биогаса на фармама доприноси очувању животне средине, али и унапређењу пољопривредне производње тако што:

- доноси потенцијалне нове приходе пољопривредницима,
- доноси уштеду у ђубриву,
- смањује емисију гасова са ефектом стаклене баште,
- представља јефтин и чист начин рециклаже отпадних органских материја
- смањује неугодне мирисе,
- смањује број патогених организама.

8.16 Улагање и време отплате система

Да би се остварио показани приход од топлоте за грејање санитарне воде потребно је уградити већ споменути бојлер чија је цена наведена и износи 75.786,00 динара, што би у еврима имало вредност од око 690 €, што би се уштедом електричне енергије у противвредности од око 100 € годишње улагање у бојлер за грејање санитарне воде са размењивачем топлоте било исплаћено за 7 година, а животни век бојлера је дупло дужи. У тих седам година осатли приход на годишњем ниво износи 9851 €.

Модерно биогасно постројење са свим пратећим дозволама и опремом која омогућава максималну ефикасност, контролу, сигурност и безбедност у процесу, са системом за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије по данашњим оквирним ценама се може саградити по цени од 3500 до 4500 €/ kWh (табела 21). Сена је већа уколико се ради о мањем постројењу као што је постројење о коме се говори, тако да се узима максимална цена од 4500 €/ kWh, што укупно износи када се помножи са 6.66 kW 29970 €. На ту цену треба још додатно урачунати и трошкове одржавања и погона који се крећу од 5.7-6.5 % (табела 21). Усвајамо вредност 6.5% и то увећава трошкове за 1948 € и укупна вредност новца потребна за биогасно постројење износи 31918 €. Радни век постројења је 25 година (табела 21). Са приходом од 9851 € постројење се отплаћује за 3.24 године.

Напомена : Сви прорачуни су узети за максимално оптерећење постројења, али ако се узме у обзир да се ради са једним дигестором па нема наизменичног пуњења стајњаком, а да би се почело са издвајањем биогаса (метана), потребно је одређено време од пуњења дигестора онда се узима годишња оптерећеност постројења од 6500 сати (табела 21). То је за 25.8 % мање него када би рад био непрекидан и због тога се сви приходи смањују, а рок отплате повећава на дужи период.

Годишњи приход је:

$$9851 \text{ €} - 25.8 \% = 7309.4 \text{ €}$$

Рок отплате постројења је 4.37 година.

У току радног века од 25 година, када се одбије период отплате може се израчунати приход.

$$\begin{aligned}25 \text{ год.} - 4.37 \text{ год.} &= 20.63 \text{ год.} \\20.63 \text{ год.} * 7389.4 \text{ €} &= 152443.32 \text{ €}\end{aligned}$$

За преостали период од рока отплате до 25. године функционисања постројења уз редовно одржавање приход износи, по садашњој цени kWh електричне енергије произведене из биогаса, **152443.32 €**.

9.0 Закључак

У Србији се показало да у последње време расте еколошка свест целе заједнице. Нарочито у последњих десетак година, када су се различитим трансформацијама у сфери управљања и надлежности у републици, почели да стичу услови за реализацију пројеката из ове области. Ту се мисли на припрему неопходних техничких услова за успостављање системског решавања проблема управљања отпадом и употребом стајњака у сврху добијања енергије. Производњом енергије из стајњака се остварује додатна корист, јер се укупна количина стајњака редукује и животна средина се поштеђује непријатних мириса. Додатна корист се остварује употребом когенерације.

На основу напред изнетог, може се укључити да биогас представља органску сировину која тренутно, обзиром на своје могућности, има веома низак степен искоришћења. Ако узмемо у обзир да се данас на научним скуповима и форумима све више покрећу дискусије и разматрања о нивоу загађења, глобалном загревању, као и све мањим расположивим залихама нафте, неоспорно је да биогас представља извор енергије који би у будућности у већој мери требало искоришћавати и узимати у разматрање. Не само због чињенице да се тиме може добити расположива топлотна и покретачка енергија, квалитетно ђубриво, већ и због сврсисходног уклањања органског отпада у руралним подручјима, што омогућава њихов развој и побољшавање квалитета животне средине. Наша данашња привредна ситуација је нажалост још увек недовољно стимулативна у погледу увођења поступака производње биогаса на сточарским фармама. Томе треба додати да је доста низак технички ниво вођења погона, као и недостатак стручњака који би у потпуности схватили оправданост отварања погона за производњу биогаса, у којима се може удовољити захтевима за комбинованом топлотом и електричном енергијом добијеном из когенерационог постројења.

Заштита човекове околине, као и штедња енергије, поприма све већи значај и са тог становишта изградња биогас постројења, као и његова употреба има велику перспективу. На нивоу државних институција треба да постоји што већа подршка оваквом виду производње и коришћења енергије. Та подршка се огледа кроз разне стимулативне мере, као што је субвенција производње и примене опреме за производњу и коришћење биогаса на сточарским фармама за производњу електричне енергије. Сваке године је ова подршка све стабилнија што је један од највећих подстицаја за будуће произвођаче електричне енергије из обновљивих извора енергије.

ПРИЛОГ

Прилог 1**Правни оквир ЕУ и Србије**

У циљу подстицања коришћења биомасе за производњу енергије, Влада Републике Србије је усвојила Акциони план за биомасу (Сл.гласник RS 56/2010) - којим је дефинисана стратегија за коришћење биомасе као обновљивог извора енергије имајући у виду потенцијале, националне стратегије, законске прописе и европске директиве. Акциони план за биомасу за Републику Србију је израђен у складу са обавезама из Уговора о енергетској заједници и у духу нове Директиве ЕУ о обновљивој енергији (Директива 2009/28/ЕС), као и у складу са препоруком ЕУ (COM/2005/628) из 2005. године о изради акционих планова за биомасу у циљу повећања њеног коришћења у земљама чланицама ЕУ. Један од најважнијих задатака при изради акционог плана за биомасу је био да се утврде проблеми у процесу коришћења биомасе и дефинишу активности, одговорност и рокови за њихово превазилажење. За решавање већине идентификованих проблема дефинисан је временски оквир до краја 2012. године, а дугорочне активности су назначене. Праћење реализације акционог плана за биомасу ће вршити Национални савет за одрживи развој. Акциони план за биомасу је израђен у сарадњи са експертима из Холандије у G2G програма.

Република Србија је у 2006. години ратификовала Уговор о оснивању енергетске заједнице потписан између ЕУ и земаља Југоисточне Европе. Сагласно одредби члана 20. Уговора, Република Србија је у обавези да, годину дана након ратификације, припреми програм примене Директиве 2001/77/ЕЗ о промовисању електричне енергије произведене из обновљивих извора енергије на интерном тржишту електричне енергије и Директиве 2003/30/ЕЗ о промовисању коришћења биогорива или осталих горива из обновљивих извора за транспорт.

У циљу подстицања инвестиција у ОИЕ Република Србија је усвојила више законских и подзаконских докумената

- Закон о енергетици (СЛ.ГЛАСНИК РС 84/2004)
- Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2015. (СЛ.ГЛАСНИК РС 44/2005)
- Измене и допуне Програма остваривања стратегије развоја енергетике Републике Србије до 2015. године за период 2007-2012 (СЛ.ГЛАСНИК РС 99/2009)
- Уредба о условима за стицање статуса повлашћеног произвођача електричне енергије и критеријумима за оцену испуњености тих услова (СЛ.ГЛАСНИК РС 72/2009)
- Уредба о мерама подстицаја за производњу електричне енергије коришћењем ОИЕ и комбинованом производњом електричне и топлотне енергије (СЛ.ГЛАСНИК РС 99/2009)
- Правилник о техничким и другим захтевима за течна горива биопорекла (СЛ.ЛИСТ ССГ бр.23/06)
- Закон о планирању и изградњи (СЛ.ГЛАСНИК РС 72/2009)
- Закон о заштити животне средине(СЛ.ГЛАСНИК РС 72/2009)
- Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину (СЛ.ГЛАСНИК РС 135/2004)
- Закон о процени утицаја на животну средину (СЛ.ГЛАСНИК РС 36/2009)
- Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (СЛ.ГЛАСНИК РС 135/2004)
- Закон о управљању отпадом (СЛ.ГЛАСНИК РС 36/2009)
- Закон о заштити ваздуха (СЛ.ГЛАСНИК РС 36/2009)
- Закон о Фонду за заштиту животне средине (СЛ.ГЛАСНИК РС 72/2009)

- Закон о ратификацији Кјото Протокола (СЛ.ГЛАСНИК РС 88/2007 и 38/2009)
- Национална стратегија одрживог развоја (СЛ.ГЛАСНИК РС 57/2008)
- Стратегија имплементације чистије производње у Републици Србији (СЛ. ГЛАСНИК РС 17/2009) [9].

У Белој књизи о обновљивој енергији, као првом документу објављеном 1997. године, утврђена је обавеза да удео обновљиве енергије достигне 12% до 2010. године и указано је на неколико врло важних принципа за коришћење ОИЕ, као: спречавање климатских промена, смањење загађења ваздуха, сигурност снабдевања енергијом, развој конкурентности и подстицање индустријских и технолошких иновација.

Директива 2001/77/ЕЗ промовише повећање удела обновљивих извора енергије у производњи електричне енергије на интерном тржишту електричне енергије и стварање основе за будући оквир ЕУ у тој области.

Директива 2003/30/ЕЗ промовише коришћење биогорива или других горива из обновљивих извора као замене за дизел или моторне бензине за потребе транспорта, чиме се допринеси крајњим циљевима, као што су испуњење преузетих обавеза у вези са климатским променама, еколошки прихватљива сигурност у снабдевању и промовисање обновљивих извора енергије.

АПБ је 2005. године дефинисан као документ који би требало да одреди мере за промовисање биомасе у производњи топлотне и електричне енергије и у транспорту, после чега су уследиле мере везане за заједничке проблеме који се односе на снабдевање биомасом, финансирање и истраживање. Земље чланице ЕУ су припремиле и усвојиле своје АПБ којим су дефинисале циљеве, програме и активности за достизање тих циљева. Најновији документ, Директива 2009/28/ЕЗ промовише коришћења енергије из обновљивих извора, утврђује заједнички оквир за промовисање тако произведене енергије и укида Директиве 2001/77/ЕЗ и 2003/30/ЕЗ. Овом Директивом су постављени обавезујући национални циљеви за укупно учешће енергије из обновљивих извора у финалној потрошњи енергије, као и за учешће обновљивих извора у транспорту: најмање 20% учешћа енергије из обновљивих извора у финалној потрошњи енергије у ЕУ и 10% учешћа енергије из обновљивих извора у потрошњи енергије за транспорт до 2020. године. Осим тога, установљени су и критеријуми одрживости за биогорива и течна биогорива. АПБ за Републику Србију је израђен у складу са обавезама из Уговора о енергетској заједници и у духу Директиве 2009/28/ЕЗ. Примена Директиве 2009/28/ЕЗ о обновљивој енергији у Републици Србији и осталим земљама потписницама Уговора ће се убудуће утврђивати и усклађивати унутар енергетске заједнице. Нове циљеве у складу са Директивом 2009/28/ЕЗ Република Србија ће дефинисати 2012. Године [9].

Прилог 2

Коефицијенти пролаза топлоте

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}}$$

Конструкција 1 (ЗС)

Демит 10cm	$\delta_1=0,1\text{m}$	$\lambda_1=0,035 \text{ W/mK}$
Гитер блок 25cm	$\delta_2=0,25\text{m}$	$\lambda_2=0,76 \text{ W/mK}$
Кречни малтер 1,5cm	$\delta_3=0,015\text{m}$	$\lambda_3=0,81 \text{ W/mK}$

$$\alpha_u=8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/\alpha_s=0,04$$

$$1/\lambda=0$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,1}{0,035} + \frac{0,25}{0,76} + \frac{0,015}{0,81} + 0,04} = 0,297 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Конструкција 2 (ЗУ)

Кречни малтер 1,5cm	$\delta_1=0,015\text{m}$	$\lambda_1=0,81 \text{ W/mK}$
Гитер блок 20cm	$\delta_2=0,2\text{m}$	$\lambda_2=0,76 \text{ W/mK}$
Кречни малтер 1,5cm	$\delta_3=0,015\text{m}$	$\lambda_3=0,81 \text{ W/mK}$

$$\alpha_u=8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/\alpha_s=0,04$$

$$1/\lambda=0$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{0,2}{0,76} + \frac{0,015}{0,81} + 0,04} = 2,14 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Конструкција 3 (ЗУК)

Кречни малтер 1,5cm	$\delta_1=0,015\text{m}$	$\lambda_1=0,81 \text{ W/mK}$
Гитер блок 20cm	$\delta_2=0,2\text{m}$	$\lambda_2=0,76 \text{ W/mK}$
Сементни малтер 2cm	$\delta_3=0,02\text{m}$	$\lambda_3=1,40 \text{ W/mK}$
Керамичке плочице 1cm	$\delta_4=0,01\text{m}$	$\lambda_4=1,05 \text{ W/mK}$

$$\alpha_u=8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/\alpha_s=0,04$$

$$1/\lambda=0$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{0,2}{0,76} + \frac{0,02}{1,40} + \frac{0,01}{1,05} + 0,04} = 2,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Конструкција 4 (П1)

Храстов паркет 2,2cm	$\delta_1=0,022\text{m}$	$\lambda_1=0,21 \text{ W/mK}$
Битумен 1cm	$\delta_2=0,1\text{m}$	$\lambda_2=0,17 \text{ W/mK}$
Сементна кошуљица 4cm	$\delta_3=0,04\text{m}$	$\lambda_3=1,40 \text{ W/mK}$
Бетонска плоча 12cm	$\delta_4=0,12\text{m}$	$\lambda_4=1,40 \text{ W/mK}$

$$\alpha_u=8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/\alpha_s=0,04$$

$$1/\lambda=0$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,022}{0,21} + \frac{0,1}{0,17} + \frac{0,04}{1,40} + \frac{0,12}{1,40} + 0,04} = 1,029 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Конструкција 5 (П2)

Керамичке плочице 1cm	$\delta_1=0,01\text{m}$	$\lambda_1=1,05\text{W/mK}$
Сементни малтер 2cm	$\delta_2=0,02\text{m}$	$\lambda_2=1,40\text{W/mK}$
Сементна кошуљица 4cm	$\delta_3=0,04\text{m}$	$\lambda_3=1,40\text{W/mK}$
Бетонска плоча 12cm	$\delta_4=0,12\text{m}$	$\lambda_4=1,40 \text{ W/mK}$

$$\alpha_u=8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/\alpha_s=0,04$$

$$1/\lambda=0$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,01}{1,05} + \frac{0,02}{1,4} + \frac{0,04}{1,40} + \frac{0,12}{1,40} + 0,04} = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Конструкција 6 (Т1)

Ферт конструкција 24cm	$\delta_1=0,24\text{m}$	$\lambda_1=0,34 \text{ W/mK}$
Кречни малтер 2cm	$\delta_2=0,02\text{m}$	$\lambda_2=0,81 \text{ W/mK}$

$$\alpha_u=8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/\alpha_s=0,04$$

$$1/\lambda=0$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,24}{0,34} + \frac{0,02}{0,81} + 0,04} = 1,117 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Конструкција 7 (Т2)

Кондор 0,8cm	$\delta_1=0,08\text{m}$	$\lambda_1=0,19\text{W/mK}$
Сементна кошуљица 4cm	$\delta_2=0,04\text{m}$	$\lambda_2=1,40\text{W/mK}$
Армирана бетонска плоча 14cm	$\delta_3=0,14\text{m}$	$\lambda_3=1,2 \text{ W/mK}$
Кречни малтер 2cm	$\delta_4=0,02\text{m}$	$\lambda_4=0,81 \text{ W/mK}$
Стиропор 2cm	$\delta_5=0,02\text{m}$	$\lambda_5=0,035\text{W/mK}$

$$\alpha_u=8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/\alpha_s=0,04$$

$$1/\lambda=0$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,08}{0,19} + \frac{0,04}{1,40} + \frac{0,14}{1,2} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,02}{0,035} + 0,04} = 0,753 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Двоструки дрвени прозори
 $K=2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Челични једнострук прозор једноструко застакљен
 $K=5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Спољна дрвена врата
 $K=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Спољна метална врата
 $K=5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Унутрашња врата
 $K=2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Прилог 3

Табеларни прорачун топлотних губитака

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Proračun površine								PRORAČUN GUBITAKA					DODACI						
Oznaka	Strana sveta	Debljina	Dužina (širina)	Visina	Površina	br.	Odbitak	Za račun	k	Δt	Δtk	Gubitak	Z _u +Z _d =Z _d	Z _v vetar	Z _s strana sveta	UKUPNO Z	Potrebna količina toplote Q		
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	W/m ²	W	%	%	%	1+%	W		
KUĆA PORODICE MARINKOVIĆ																			
DNEVNA SOBA (t _u DNEVNA SOBA (t _u =20°C) SRPS U.J5.600																			
ZS1	S	36,5	5	2,6	13	1		13	0,297	38	11,286	147	Au=77 m ²						
ZS2	Z	36,5	4,2	2,6	10,92	1	1,84	9,08	0,297	38	11,286	102	k _p = 0.483				k _p =ΣQ/ Au (t _u – t _s)		
P1		19,2			21	1		21	1,029	17	17,493	367							
T		26			21	1		21	0,99	35	34,65	728							
PS					1,84	1		1,84	2,3	38	87,4	161							
ZUK		23	4,2	2,6	10,92	1		10,92	2,14	-4	-8,56	-93							
																	ΣQ x Z + Q _v		
																	1412X1.19+333=2014 W		
F _s =1.84 m ² F _u = 3.08 m ²								Au = 77		ΣQ= 1412			q=Q/v=2014/54.6=36.89 w/m ³						
Q _v =Σ(a · l) _s · R · H · (t _u – t _s) · Z _E {a _p =0.6; l _p = 8.95; a _{vu} =; l _{vu} =; F _s /F _u =0.6; R=0.9; H=1.81; Z _E =1 }																			
Q _v =(0.6x8.95) × 0.9 × 1.81 × 38 × 1=333 W																	Q _v =333 W		
													0,15	0,09	-0,05	1,19			
																	Q=2014W		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Proračun površine								PRORAČUN GUBITAKA					DODACI				
Oznaka	Strana sveta	Debljina	Dužina (širina)	Visina	Površina	br.	Odbitak	Za račun	k	Δt	Δtk	Gubitak	Z _u +Z _s =Z _d	Z _v vetar	Z _s strana sveta	UKUPNO Z	Potrebna količina toplote Q
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	W/m ²	W	%	%	%	1+%	W
KUĆA PORODICE MARINKOVIĆ																	
HODNIK (t _u =20°C) SRPS U.J5.600 kota +0,12 m																	
ZS	J	36,5	2	2,6	5,2	1	3,09	2,11	0,297	38	11,286	24	Au=19 m ²				
ZUK		23	0,85	2,6	2,21	1	1,22	0,99	2,12	-4	-8,48	-8	k _p = 0.994				k _p = ΣQ/ Au (t _u - t _s)
P1		19,2			5,8	1		5,8	1,029	17	17,493	101					ΣQ x Z + Q _v 718x1.23+1973=2856 W
T		26			5,8	1		5,8	0,99	35	34,65	201					
VS					3,09	1		3,09	3,5	38	133	411					
VU					1,22	1		1,22	2,3	-4	-9,2	-11					
F _s =3.09 m2 Fu = 1.22 m2								Au = 19		ΣQ= 718			q=Q/v=2856/15.08=189.4 w/m3				
Q _v =Σ(a · l) _s · R · H · (t _u - t _s) · Z _E {a _p =3.3; l _p = 9.66; a _{vu} =; l _{vu} =; F _s /F _u =2.53; R=0.9; H=1.81; Z _E =1 }																	
Q _v =(3.3x9.66) × 0.9 × 1.81 × 38 × 1= 1973 W																	
													Q _v =1973 W				
													0,15	0,13	-0,05	1,23	Q=2856 W

Proračun površine							PRORAČUN GUBITAKA					DODACI						
Oznaka	Strana sveta	Debljina	Dužina (širina)	Visina	Površina	br.	Odbitak	Za račun	k	Δt	Δtk	Gubitak Q	Z _u +Z _s =Z _d	Zv vetar	Zs strana sveta	UKUPNO Z	Potrebna količina toplote Q	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m²K	°C	W/m²	W	%	%	%	1+%	W	
KUĆA PORODICE MARINKOVIĆ																		
KUPATILO (tu=16°C) SRPS U.J5.600																		
ZS1		36,5	1,8	2,6	4,16	1	0,46	3,696	0,297	42	12,474	46	Au=43.6 m²				k _D =ΣQ/ Au (t _u – t _s)	
ZUK1		24,5	4,2	2,6	10,92	1	0	10,92	2,12	4	8,48	93	k _D = 0.52					
ZUK2		24,5	1,6	2,6	4,16	1	1,22	2,94	2,12	4	8,48	25						
ZUK3		24,5	4,2	2,6	10,92	1	0	10,92	2,12	4	8,48	93						
PS					0,464	1	0	0,464	2,3	42	96,6	45						
VU					1,22	1	0	1,22	2,3	4	9,2	11					ΣQ x Z + Q _v	
P2		19			6,72	1	0	6,72	3,3	17	56,1	377					952+17.5=970 W	
T1		26			6,72	1	0	6,72	1,117	35	39,095	263						
Fs=0.464 m2 Fu = 1.22 m2 Au = 43,6												ΣQ= 952		q=Q/v=970/17.5=55.5w/m3				
Q _v =Σ(a• l) _s • R • H • (tu – ts) • Ze {α _p =0.6; l _p =2.7; α _{vu} =; l _{vu} =; Fs/Fu=0.38; R=0.9; H=1.81; Ze=1}																		
Q _v =(0.6x2.7) x 0.9 x 1.81 x 42 x 1= 110.8 W												Q _v =110.8 W						
												0,13	0,19	0,05	1,37			
												Q=970 W						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Proračun površine								PRORAČUN GUBITAKA					DODACI					
Oznaka	Strana sveta	Debljina	Dužina (širina)	Visina	Površina	br.	Odbitak	Za račun	k	Δt	Δtk	Gubitak	Z _d +Z _a =Z _d	Z _v vetar	Z _s strana sveta	UKUPNO Z	Potrebna količina toplote Q	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	W/m ²	W	%	%	%	1+%	W	
KUĆA PORODICE MARINKOVIĆ																		
SPAVAĆA SOBA 1 (t _u SPAVAĆA SOBA 1 (t _u =20°C) SRPS U.J5.600																		
ZS1	J	36,5	3,5	2,6	9,1	1	1,84	7,26	0,297	38	11,286	82	Au=44 m ²					
ZS2	I	36,5	1,3	2,6	3,38	1	0	3,38	0,297	38	11,286	38	k _p = 0.614				k _p =ΣQ/ Au (t _u – t _s)	
P1		19,2			14,7	1		14,7	1,029	17	17,493	257						
T		26			14,7	1		14,7	0,99	35	34,65	509						
PS					1,84	1		1,84	2,3	38	87,4	161						
ZUK		23	0,95	2,6	2,47	1		2,47	2,14	-4	-8,56	-21						
																	ΣQ x Z + Q _v	
																	1026X1.23+333=1595 W	
F _s =1.84 m2 F _u = 3.08 m2								Au = 44				ΣQ= 1026		q=Q/v=1595/38.22=41.73 w/m3				
Q _v =Σ(a · l) _s · R · H · (t _u – t _s) · Z _E {a _p =0.6; l _p = 8.95; a _{vu} =; l _{vu} =; F _s /F _u =0.6; R=0.9; H=1.81; Z _E =1 }																		
Q _v =(0.6x8.95) × 0.9 × 1.81 × 38 × 1=333 W													Q _v =333 W					
													0,15	0,13	-0,05	1,23		
Q=1595W																		

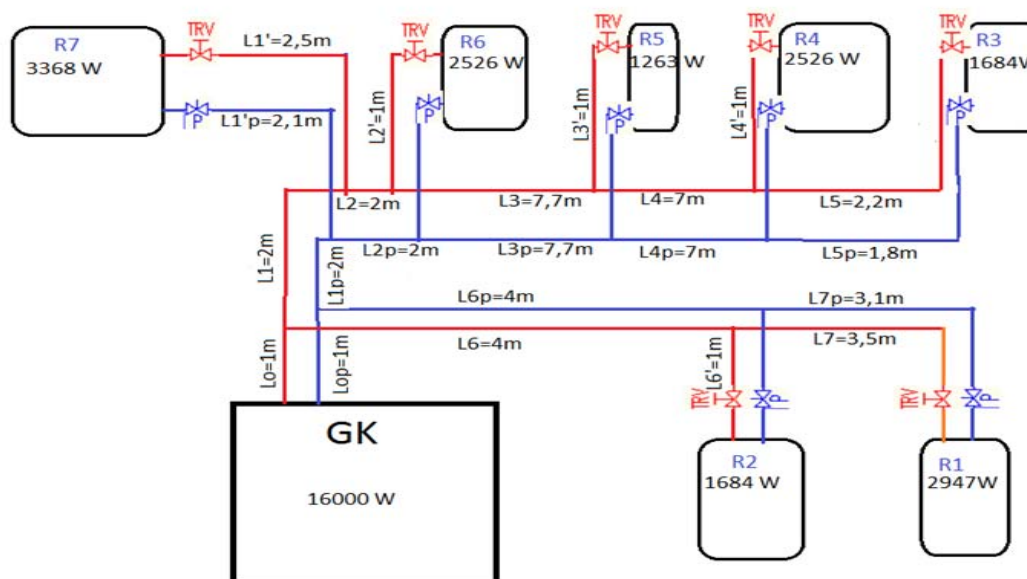
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Proračun površine								PRORAČUN GUBITAKA					DODACI					
Oznaka	Strana sveta	Debljina	Dužina (širina)	Visina	Površina	br.	Odbitak	Za račun	k	Δt	Δtk	Gubitak	Z _u +Z _s =Z _d	Z _v vetar	Z _s strana sveta	UKUPNO Z	Potrebna količina toplote Q	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	W/m ²	W	%	%	%	1+%	W	
KUĆA PORODICE MARINKOVIĆ																		
SPAVAĆA SOBA 2 (t _u =20°C) SRPS U.J5.600																		
ZS1	J	36,5	4	2,6	10,4	1	0	10,4	0,297	38	11,286	117	Au=41 m ²					
ZS2	I	36,5	2,9	2,6	7,54	1	1,84	5,7	0,297	38	11,286	64	k _D = 0.607				k _D =ΣQ/ Au (t _u – t _s)	
P1		19,2			11,6	1		11,6	1,029	17	17,493	203						
T		26			11,6	1		11,6	0,99	35	34,65	402						
PS					1,84	1		1,84	2,3	38	87,4	161						
																	ΣQ x Z + Q _v	
																	947X1.19+333=1460 W	
F _s =1.84 m2 F _u = 1.54 m2								Au = 41		ΣQ= 947			q=Q/v=1460/30.2=48.4 w/m3					
Q _v =Σ(a· l) _s · R· H· (t _u – t _s) · Z _E {a _P =0.6; l _P = 8.95; a _{VU} =; l _{VU} =; F _S /F _U =1.2; R=0.9; H=1.81; Z _E =1 }																		
Q _v =(0.6x8.95) x 0.9 x 1.81 x 38 x 1=333 W												Q _v =333 W						
												0,15	0,09	-0,05	1,19			
															Q=1460 W			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Proračun površine								PRORAČUN GUBITAKA					DODACI					
Oznaka	Strana sveta	Debljina	Dužina (širina)	Visina	Površina	br.	Odbitak	Za račun	k	Δt	Δtk	Gubitak	Z _u +Z _e =Z _d	Z _v vetar	Z _s strana sveta	UKUPNO Z	Potrebna količina toplote Q	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	W/m ²	W	%	%	%	1+%		W
KUĆA PORODICE MARINKOVIĆ																		
SPAVAĆA SOBA 3 (t _u SPAVAĆA SOBA 3 (t _u =20°C) SRPS U.J5.600																		
ZS1	S	36,5	5,15	2,6	13,39	1	0	13,39	0,297	38	11,286	151	Au=78 m ²				k _p =ΣQ/ Au (t _u – t _s)	
ZS2	I	36,5	4,2	2,6	10,92	1	1,84	9,08	0,297	38	11,286	102	k _p = 0.489					
P		19,2			21,63	1		21,63	1,029	17	17,493	378						
T		26			21,63	1		21,63	0,99	35	34,65	749						
PS					1,84	1		1,84	2,3	38	87,4	161						
ZU		23	4,2	2,6	10,92	1		10,92	2,14	-4	-8,56	-93						
																	ΣQ x Z + Q _v	
																	1449x1.29+333=2203 W	
F _s =1.84 m2 F _u = 1.54 m2								Au = 78			ΣQ= 1449			q=Q/v=1460/30.2=44.06 w/m3				
Q _v =Σ(a · l) _s · R · H · (t _u – t _s) · Z _E {a _p =0.6; l _p = 8.95; a _{vu} =; l _{vu} =; F _s /F _u =1.2; R=0.9; H=1.81; Z _E =1 }																		
Q _v =(0.6x8.95) × 0.9 × 1.81 × 38 × 1=333 W													Q _v =333 W					
													0,15	0,09	0,05	1,29	Q=2203W	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Proračun površine								PRORAČUN GUBITAKA					DODACI				
Oznaka	Strana sveta	Debljina	Dužina (širina)	Visina	Površina	br.	Odbitak	Za račun	k	Δt	Δtk	Gubitak	Z _u +Z _s =Z _d	Z _v vetar	Z _s strana sveta	UKUPNO Z	Potrebna količina toplote Q
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	W/m ²	W	%	%	%	1+%	W
KUĆA PORODICE MARINKOVIĆ																	
ZATVORENA TERASA (t _u =20°C) SRPS U.J5.600																	
ZS1	Z	36,5	4,2	3,1	13,02	1	2,73	10,29	0,297	38	11,286	116	Au=57 m ²				k _D =ΣQ/ Au (t _u – t _s)
ZS2	J	36,5	3,5	3,1	10,85	1	1,785	9,065	0,297	38	11,286	102	k _D = 1.14				
P2		19			14,7	1		14,7	3,3	17	56,1	825					
T2		22,8			14,7	1		14,7	0,753	35	26,355	387					
PS					2,73	1		2,73	5,8	38	220,4	602					
VS					1,785	1		1,785	5,8	38	220,4	393					ΣQ x Z + Q _v
																	2484X1.19+78=3011 W
ZS3	S	36,5	1,1	3,1	3,41	1		3,41	0,297	38	11,286	38					
F _s =4.515 m2 F _u = 1.84 m2 Au = 57								ΣQ= 2464					q=Q/v=3011/45.6=66.1 w/m3				
Q _v =Σ(a · l) _s · R · H · (t _u – t _s) · Z _E {a _P =0.3; l _P = 4.2; a _{VU} =; l _{VU} =; F _S /F _U =2.454; R=0.9; H=1.81; Z _E =1 }																	Q=3011 W
Q _v =(0.3x4.2) x 0.9 x 1.81 x 38 x 1=78 W Q _v =78 W																	
0,15 0,09 -0,05 1,19																	

Прилог 4

Штранг шема цевовода



Прилог 5

ПРОРАЧУН ПАДА ПРИТИСКА У ЦЕВНОЈ МРЕЖИ (Cu)

ИЗ ПЛАНА МРЕЖЕ				усвојени пречник цеви d	ПРОРАЧУН ПАДА ПРИТИСКА				
ДЕОНИСА	Количина топлоте	Количина воде	Дужина деонице l		брзина W	пад притиска због трења P	пад притиска због трења $l \cdot P$	коэффицијенти месних отпора $\Sigma \zeta$	пад притиска због месних отпора Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(-)	(W)	(Kg/h)	(m)	(mm)	(m/s)	(Pa/m)	(Pa)	(-)	(Pa)
		(2)/23,26	КОТАО И РОТИСНИ ВОД						
L0	15998	687,79	1	35	0,245	23	23	2.5	155
L1	11367	488,69	2	28	0,28	41,5	83	5.8	215
L1'	3368	144,18	2,5	18	0,205	41,5	103,75	7.75	142.1
L2	7999	343,89	2	28	0,203	22,5	45	3.4	67.23
L2'	2526	108,6	1	15	0,234	67	67	6.68	161
L3	5473	235,3	7,7	22	0,212	33,6	258,72	0.3	8.1
L3'	1263	54,3	1	15	0,114	20,5	20,5	9.62	157.5
L4	4210	181	7	18	0,255	62,5	437,5	0.6	15
L4'	2526	108,6	1	15	0,234	67	67	6.7	151.35
L5	1684	72,4	2,2	15	0,151	33,3	73,26	2.6	28
L6	2964	127,42	4	18	0,18	33,6	134,4	3.2	51
L6'	1684	72,4	1	15	0,151	33,3	33,3	7.15	78.8
L7	2947	126,7	3,5	18	0,179	32,7	114,45	3.2	48.5
							1460,88		1234,73
	Ротисни вод					1460.88 + 1234.73 =			
	2695,61 Pa								
	РОВРАТНИ ВОД								
L0p	15998	687,79	1	35	0,245	23	23	2.5	155
L1p	11367	488,69	2	28	0,28	41,5	83	2.9	159.6
L2p	7999	343,89	2	28	0,203	22,5	45	8	155
L3p	5473	235,3	7,7	22	0,212	33,6	258,72	5.1	103
L4p	4210	181	7	18	0,255	62,5	437,5	5.7	163
L5p	1684	72,4	1,8	15	0,151	33,3	59,94	5.9	194
L6p	2963,84	127,42	4	18	0,18	33,6	134,4	7.4	142.5
L7p	2947	126,7	3,1	18	0,179	32,7	101,37	3.2	48.5
							1142,93		1120.6

			<i>Ровратни вод</i>	$1142.93 + 1120.6 = 2263.53$
			<i>Pa</i>	
			<i>Рад притиска због трења</i>	$1460.88 + 1142.93 = 2603.81$
			<i>Pa</i>	
			<i>Рад притиска због месних отпора</i>	$2695.61 + 1120.6 = 3816.21$
			<i>Pa</i>	
			УКУРНИ РАД РРИТИСКА У МРЕЖИ	6420 Pa

Литература

- [1] Бајрамовић, С., Огњеновић, Д., Николић, А., *Изазови пољопривредно-прехранбеног сектора Босне и Херцеговине у процесу приближавања, Европској Унији*, Пољопривредно прехранбени факултет Универзитета у Сарајеву, Институт за економику пољопривреде и прехранбене индустрије, <http://www.daes.si/Konf07/Bosna%20fin%20%20verzija.pdf>, 2007.
- [2] Група аутора, *Брошура о најбољим примјенама обновљивих извора: Енергије, Стратегије потпоре обновљивим изворима енергије* http://www.vbpcres.org/files/brosura1/Brochure1_CRO.pdf, 2005
- [3] Тешић, М., Букуров, М., О разлозима за производњу биогаса у земљама Европске Уније и Србији, те економској оправданости изградње биогас постројења на фарми говеда "Нова Четворка" РК Београда, Савремена пољопривредна техника, Вол. 31, Но. 4, п.155-264, Нови Сад, 2005.
- [4] <http://www.geografija.hr/clanci/288/obnovljivi-izvori-energije-kako-stoje-stvari-i-dio>
- [5] <http://www.biogas.rs/nastanak.html>
- [6] <http://www.psemr.vojvodina.sr.gov.yu>, Нови Сад, 2004.
- [7] <http://www.habmigern2003.info/biogas/methane-digester.html>, 2003
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy
- [9] <http://www.mre.gov.rs/main.php?jezik=cir>
- [10] Кубуровић, М., Станојевић, М., Кнежевић, В.: *Елементи пројектовања постројења за анаеробну обраду отпадног материјала*, Процесна техника, Београд, X, бр. 3-4/1994, стр. 101-105.
- [11] Интегрално рјешавање проблема отпада са фарми и клаоница у сјеверозападном региону Босне и Херцеговине. Студија изводљивости, 2005.

[12] Кнежић, Л.; Барас, Ј.: Прикупљање, прерада и кориштење биогаса и муља, стр.43.Т.1.; Технолошко-металуршки факултет, Београд, 1. УУ симпозиј Биогас-теорија и пракса, Доњи Милановац, 1985.

[13] Шунић, Миљенко, *Ефикасност когенерацијских постројења*, Енергетика маркетинг, Загреб, 1996.

[14] Тодоровић, Б., *пројектовање постројења за централно грејање*, Машински факултет, Београд, 1996.