

6 БИОГАС

Биогас је гас који се добија се трансформацијом органске материје (органских отпадака - стајњак, муљ из отпадних вода, градски чврсти отпад или било која друга биоразградива материја) у процесу који се одвија без присуства ваздуха, деловањем анаеробних материја, у вишестепеном биохемијском и биолошком процесу.

У зависности од начина одвијања процеса, биогас има различит садржај метана (50-70 % V/V) и угљен-диоксида, заједно са мањим уделом других гасова. По својим карактеристикама биогас је сличан природном гасу. Основне карактеристике биогаса дате су у Табели 6.1.

Табела 6.1

Састав	(% V/V)
CH_4	50-70
CO_2	30-40
H	5-10
N	1-2
H_2O	0,3
H_2S	0-0,5

Топлотна моћ биогаса је у опсегу од 20 – 26 MJ/m³. Енергетски 1 m³ биогаса еквивалентан је са:

- 0,6 m³ природног гаса,
- 0,9 l бутана,
- 0,8 l бензина,
- 0,7 l дизел уља,
- 0,7 kg кокса.

Биогас је за око 20% лакши од ваздуха. То је гас без јаког мириса и без боје.

У основи, биогас чини мешавина гасова која се добија уз помоћ метаногених бактерија које учествују у процесу биолошке разградње материјала у анаеробним условима - анаеробна дигестија, и других гасова као што су водоник, водоник-сулфид, азот и др. Биогас је метаболички производ бактерија које производе метан, и које су узрок распадању. Осим одсуства кисеоника, неопходни услови су константна температура и рН вредност од 6,5 до 7,5. Распадање је најефикасније на температури од 15°C (психрофилне бактерије), 35°C (мезофилне) и 55°C (термофилне). У пракси се показало да је задржавање од око 10 дана најефикасније за термофилне бактерије, 25 до 30 за мезофилне и 90 до 120 за психрофилне. Већина постројења која данас раде, раде у мезофилном температурском опсегу.

Анаеробна дигестија представља вишестепени биохемијски процес. Технолошке фазе одвијања анаеробне дигестије су:

- хидролиза – због довољне количине воде и под дејством ензима, долази до разградње великих молекула на молекуле величине које су довољне да их бактерије могу разградити. Чврсти органски комплекси, протеини, масти, целулоза, разлажу се на испарљиве органске киселине, алкохоле, угљен-диоксид и амонијак.,
- формирање киселина - продукти добијени у фази хидролизе преводе се у ацетатске киселине, протеинске киселине, водоник, угљен-диоксид и остале ниско молекулске органске киселине,
- метаногенеза – фаза у којој делују две групе бактерија од којих једна претвара водоник и угљен-диоксид у метан, а друга група претвара ацетате у метан и бикарбонате.

Основне реакције настанка биогаса приказане су по фазама у Табели 6.2.

Табела 6.2

Фазе анаеробне дигестије	Хемијска реакција
Хидролиза	CH_3COOH (Ацетанске киселине) $\rightarrow CH_4 + CO_2$
Формирање киселина	$2CH_3CH_2OH + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2CH_3COOH$
Метаногенеза	$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$

Процес анаеробне дигестије зависи од више фактора, односно они утичу на ефикасност процеса дигестије. Регулисањем ових фактора може се постићи висок степен разградње органских материја и задовољавајући квалитет и принос биогаса. Неки од фактора могу се контролисати и на тај начин управљати производњом биогаса. Количина и квалитет биогаса зависе од:

- Врсте органске масе (полазне сировине)
- Уситњености органске масе
- рН вредности средине
- Температуре процеса
- Времена одвијања процеса
- Начина одвијања процеса.

рН вредност - Бактерије које стварају метан најбоље се одржавају у рН неутралним, или благо алкалним срединама. Када се устали процес ферментације рН вредност је између 7 и 8.

Температура: Анаеробна дигестија се одвија на температурама од 3°C - 70°C. Постоје три температурна подручја у којима се одвија дигестија, и то :

- Психрофилна (у температурном подручју испод 20°C),
- Мезофилна (у температурном подручју између 20 и 40°C),
- Термофилна (у температурном подручју преко 40°C).

Оптимална температура анаеробне дигестије је 35°C, и налази се у мезофилном опсегу. У одвијању процеса анаеробне дигестије треба избегавати нагле промене температуре, где су дозвољене промене које не смеју бити веће од 1°C/h .

Време задржавања: Под временом задржавања подразумева се време задржавања чврсте супстанце у дигестору. Ово време зависи од састава муља и од радне температуре. Уколико је време задржавања кратко, долази до “испирања” бактерија из дигестора, јер оне не стижу да се размножавају том брзином. Када је време задржавања предугачко, тада систем због тога може постати неисплатив, јер је количина метана која исцрпи из муља веома мала.

Ниво пуњења: Означава количину сирове супстанце по јединици запремине дигестора која се додаје у току дана. Уколико се дигестор препуни, доћи ће до акумулирања ацетата који ће стопирати продукцију биогаса. Препоручује се да дневни унос износи 6 kg/m³ дигестора, за постројења која раде са стајњаком добијеним приликом узгајања говеда.

Храњиве супстанце: Муљ треба да садржи оговарајући ниво угљеника, кисеоника, водоника, фосфора, калијума, калцијума, магнезијума.

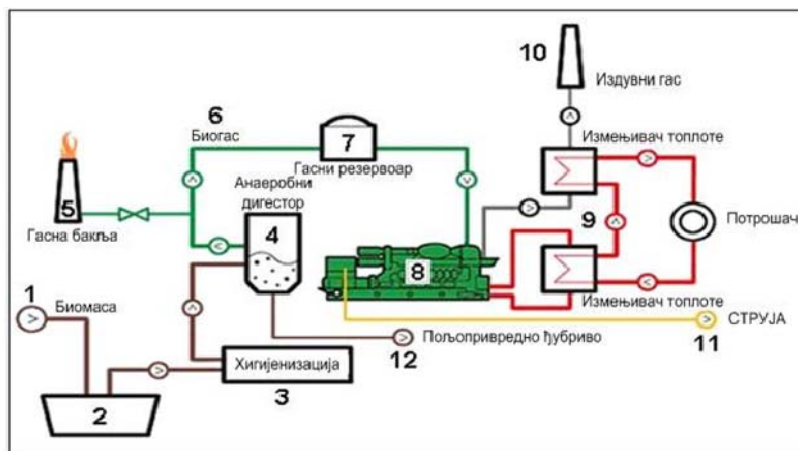
Инхибитор: Мале количине минералних јона поспешују развој бактерија, док висока концентрација јона изазива токсични ефекат.

Однос угљеника и азота C/N: Да би се анаеробни процес нормално одвијао, потребно је задовољити услов да однос C/N буде од 1/20 до 1/30. Уколико је овај однос виши - долази до смањења продукције биогаса, а уколико је нижи - долази до пораста амонијака у дигестору што има токсичан ефекат на бактерије које стварају метан.

Основни процес производње биогаса састоји се из три фазе:

- Припреме сировине,
- Разградње,
- Третмана остатака.

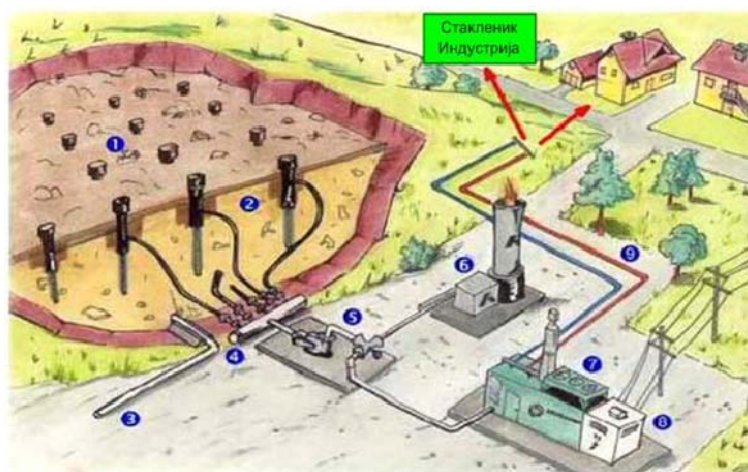
На Слици 6.1 приказан је технолошки процес производње биогаза. Органски материјал (сировина) се прво скупља у резервоару за пред-скупљање и мешање (1). Овај резервоар служи за мешање и хомогенизацију различитих ферментационих материја. Након чишћења на 70°C , где се уништавају све бактерије негативне по процес ферментације (3), материјал се пребацује у анаеробни дигестор (4). У случају заустављања рада постројења ради предузимања планираног одржавања, као и у случају веће производње гаса, неопходна је гасна бакља (5) на којој вишак гаса сагорева. Пречишћена биомаса представља почетак анаеробне разградње. Неопходни услов је константна температура и рН вредност 6,5 до 7,5.



Слика 6.1. Технолошки процес производње биогаза

Произведени биогаз се скупља у гасном резервоару (7) са циљем да осигура стални доток гаса у постројење, независно од процеса производње биогаза. Гас се из резервоара доводи у гасни мотор (8) и топлота која се ствара током рада мотора, може да се ефективно искористи преко измењивача топлоте (9). Субстрат из анаеробног дигестора који чини иситњену и са водом помешану биомасу у одговарајућем односу може да се користи као пољопривредно ђубриво (12), што је значајно јер смањује трошкове производње биогаза.

У индустријским земљама настаје 300-400 kg смећа годишње по становнику. Ово смеће се скупља и одлаже на безбедним и санитарним депонијама, које подразумевају заштиту подземних вода као и заштиту ваздуха од неконтролисаног ослобођеног и опасног депонијског гаса.



Слика 6.2. Технолошки процес производње биогаза на депонији

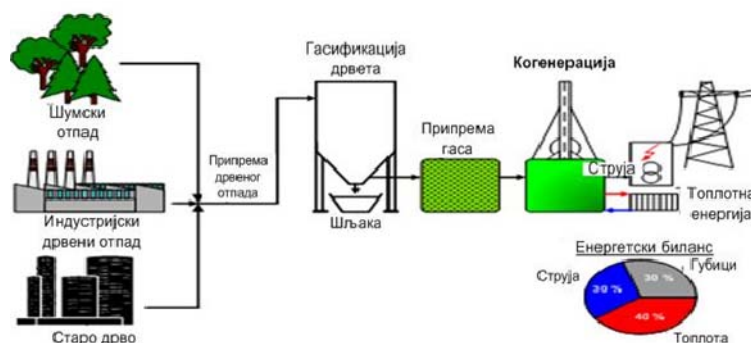
1. Депонија,
2. Гасне сонде,
3. Цев за скупљање оцедне воде,

4. Гасни колектор,
5. Компресор за исисавање гаса,
6. Високотемпературна бакља,
7. Когенерациони мотор,
8. Трафо станица,
9. Топловод.

Депонијски гас настаје разградњом органских супстанци под утицајем микроорганизама у анаеробним условима. У средишту депоније – Слика 6.2., настаје надпритисак, па депонијски гас прелази у околину. Просечан састав депонијског гаса је 35-60% метана, 37-50% угљен-диоксида а у мањим количинама се могу наћи угљен-моноксид, азот, водоник-сулфид, флуор, хлор, ароматични угљоводоници и други гасови у траговима.

На основу познатог састава депонијског гаса, може се запазити да је он врло опасан за животну средину, као и за инфраструктурне објекте у близини депонија, јер је метан у одређеним условима врло експлозиван. Метан је више од 20 пута више доприноси ефекту стаклене баште односу на угљен диоксид, што практично значи да 1 тона метана оштећује озонски омотач (ефекат стаклене баште) као 21 тона угљен диоксида. Да би се одстранили негативни утицаји неконтролисаног ширења депонијског гаса, изводи се планско сакупљање гаса и сагоревање, што такође поспешује бржу стабилизацију свежих делова депоније, смањује загађивање отпадних вода, омогућава коришћење енергије на депонији (грејање, топла вода, струја).

Гасификација дрвеног отпада може да реши врло значајан еколошки проблем, који настаје на месту одлагања отпада из стругара, дрвнопрерађивачке индустрије, индустрије папира, шумског и пољопривредног чврстог отпада. На Слици 6.3., приказан је технолошки процес производње биогаза из дрвених отпадака, од шумских отпадака до струје и топлотне енергије.

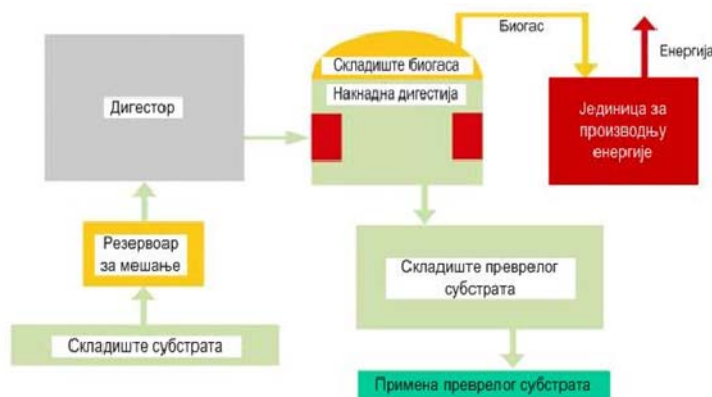


Слика 6.3. Технолошки процес производње биогаза из дрвених отпада

Из сваког килограма суве масе могуће је производити око 2 m³ гаса енергетске вредности од 1,6 - 2,4 (kWh/m³). Припремљена дрвна маса се убацује у реактор где се одвијају процеси сушења, термичког разлагања, редукције, оксидације и гасификације. Резултат процеса је разградња дугих органских молекула C_nH_mO_n и стварање молекула C, CO, CO₂, H₂ и CH₄. Гасовита фаза напушта реактор, а чврста материја (кокс) у зависности од састава, користи се као секундарна сировина. Настали гас се припрема (хлађење, уклањање кондензата, тера и чађи, филтрирање) сакупља се или води директно до когенерационог постројења, где се производе електрична и топлотна енергија. Произведена енергија се користи за интерне потребе или се пласира у мрежу електричне енергије, односно даљински систем грејања.

Свако постројење за производњу биогаза се састоји од (Слика 6.4):

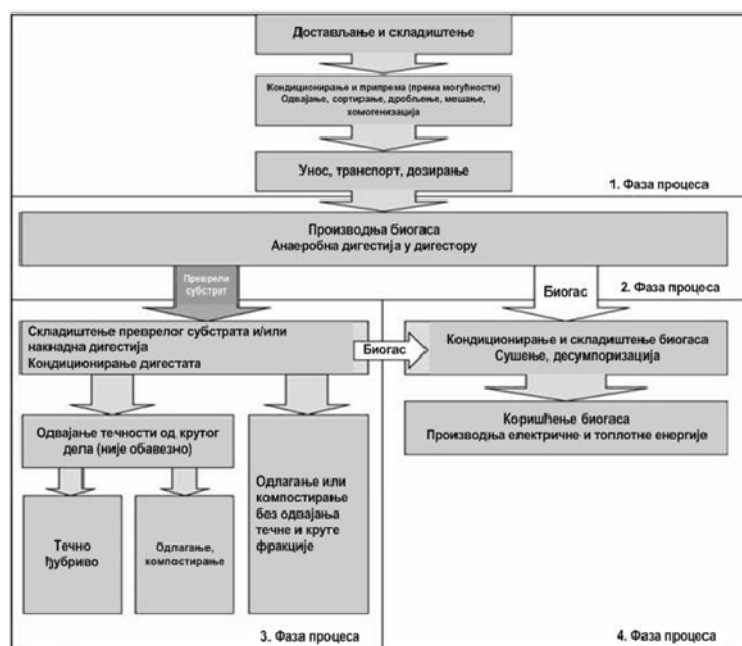
- Система за прихват и припрему сировине,
- Дигестора,
- Система за одлагање преврелог субстрата,
- Система за складиштење биогаза.



Слика 6.4. Биогазно постројење

Основни - централни део биогазног постројења је дигестор - биогазни реактор за анаеробну дигестију, на који се повезују све остале компоненте, тј. пратећа опрема - делови биогазног постројења. Пратећу опрему чине: измењивачи топлоте, пумпе за пуњење и пражњење дигестора, уређаји за загревање, мешалице, цевоводи и цевна арматура, резервоари за биогаз и уређаји за вођење и контролу процеса.

На Слици 6.5., приказане су фазе у процесу производње биогаза од биомасе из пољопривредне производње.

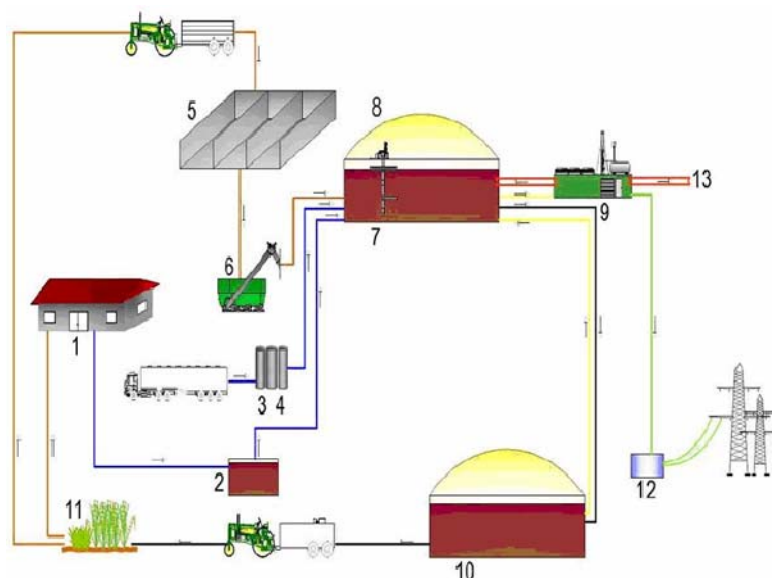


Слика 6.5. Фазе процеса производње биогаза од биомасе из пољопривреде

Процес производње биогаза у биогазним постројењима од биомасе из пољопривреде врши се, најчешће у четири фазе - Слика 6.6:

- Транспорт, испорука, складиштење и претходна обрада биомасе,
- Производња биогаза анаеробном дигестијом применом технологије суве или мокре дигестије ,
- Складиштење преврелог субстрата,
- Складиштење биогаза.

На пољопривредним имањима - газдинствима, осим располагања са биомасом, располаже се и са течним стајњаком који потиче од товљења - гајења свиња, говеда и сл., због чега је потребно располагати биогазним постројењем које ће моћи користити комбиновану сировину за производњу биогаза - Слика 6.6.



Слика 6.6. Фазе процеса производње биогаза у биогасном постројењу од биомасе из пољопривреде и стајњака на пољопривредном газдинству

Легенда:

1. објекти за тов животиња, 2. резервоар за течни стајњак, 3. контејнери за сакупљање биоотпада (ко-субстрат), 4. резервоар за санитарни третман, 5. резервоари за силажу на отвореном, 6. систем за уношење чврсте сировине, 7. дигестор (биогазни реактор), 8. резервоар за биогаз, 9. когенерацијско постројење, 10. складиште за дигестат, 11. пољопривредне површине, 12. трансформаторска станица/предаја електричне енергије у мрежу, 13. коришћење топлотне енергије.

Избор врсте и распореда елемената биогасног постројења зависи од расположиве сировине потребне за субстрат. Количина расположиве сировине одређује димензије дигестора, капацитет складишта и самог постројења. Квалитет сировине (удео суве материје, структура, порекло...) одређује процесну технологију производње биогаза. У зависности од састава потребне сировине може доћи до потребе за одвајањем проблематичног материјала из мешавине, претварања сировине у смесу, додавањем воде како би се мешавина припремила за пумпање. У случају примене мокре технологије анаеробног врења обично се користе једнофазна постројења са проточним процесом. Код двофазног процеса, испред дигестора се ставља пред-дигестор у коме се се стварају оптимални предуслови за реализацију процеса анаеробног врења (хидролиза и стварање киселина). После пред-дигестора, сировина улази у главни дигестор где се настављају следеће фазе анаеробног врења (ацетогенеза и метаногенеза).

Биогас се може користити:

- за производњу топлотне енергије - најједноставнији и најраширенији начин коришћења биогаза је његово директно сагоревање у котловима или у горионицима. Овакав начин примене уобичајен је за биогаз произведен у мањим дигесторима – дигестори у оквиру пољопривредних домаћинстава. У овом случају, биогаз није потребно пречишћавати јер садржај нечистоћама до одређеног нивоа не представља ограничење за примену. Уређаји за загревање воде или ваздуха могу успешно користити биогаз као замену за пропан-бутан гас.
- за когенеративну производњу топлотне и електричне енергије - когенерацијска производња топлотне и електричне енергије представља врло повољан начин коришћења биогаза. Пре коришћења биогаза у когенерацијским постројењима потребно је извршити сушење и кондиционирање. Степен искоришћења модерних когенерацијских генератора је до 90 %, при чему производња електричне енергије износи 35 %, а топлотне око 65 %. Когенерацијска постројења на биогаз су најчешће термоелектране блоковског типа са гасним моторима који су повезани са генератором.

- као гориво за моторе СУС - биогаз се може користити и као погонско гориво за све врсте мотора са унутрашњим сагоревањем. За покретање аутомобила или трактора биогаз се користи више од 50 година. За ову сврху користи се биогаз компримован у боцама, што значајно умањује економичност примене. Тако, нпр., боце за биогаз запремине 50 литара под номиналним притиском од 20 МПа имају масу 65 kg и садрже 10 m³ гаса, што одговара количини од 6,2 литара дизел горива. Ово ограничава радијус кретања возила. Биогаз се може успешно користити како у гасном Ото моторима, тако и у дизел моторима. Ово се заснива на чињеници да биогаз има октански број 100 - 110, а метански број 135, па се успешно може користити у машинама са високим степеном компресије. Примена биогаза у Ото моторима не захтева посебну реконструкцију, већ је довољно постојећем мотору доградити мешач гаса. Метан је због високе температуре самопаљења од 595°C у стању да поднесе веће притиске сабијања од мешавине ваздуха и бензина. Овим повећањем постиже се и већи степен корисности.
- као сировина у хемијској индустрији – производња ацетилена, сувог леда и др..