



DESUWOW

**Развијање стручних вештина за
коришћење чврстог урбаног
отпада и органског отпада у
пљоопривреди**

2020-1-УК01-КА202-079054

IO2

Acknowledgement

This paper has received funding from the European Commission under Grant Agreement—2020-1-UK01-KA202-079054, ERASMUS+ Strategic Partnership project “DEvelopment of professional Skills for the use of Urban solid Wastes and Organic Wastes in agricultural”.

Disclaimer

“The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein”.

Copyright notice

© 2020 - 2022 DESUWOW Consortium



САДРЖАЈ

Поглавље 1 - Увод у Биомаса-у-енергију	
О енергији биомасе	Error! Bookmark not defined.
Позадина	Error! Bookmark not defined.
Биомаса	Error! Bookmark not defined.
Важност биомасе	Error! Bookmark not defined.
Одрживост у коришћењу биомасе	10
Утицај на животну средину	Error! Bookmark not defined.
Економски утицај	12
Друштвени утицај	13
Поглавље 2 - Ресурси и снабдевање биомасом	15
О овој теми	15
Ресурси биомасе	15
Дрво и нуспроизводи пољопривреде	15
Отпад	16
Процена биомасе	17
Количински (инвентарни) приступ	17
Шумарска процена	17
Пољопривредни остаци	18
Енергетски усеви	20
Други ресурси биомасе	20
Економски приступ	21
Приступ квантитетским трошковима	21
Приступ криве понуде	21
Приступ набавке заснован на трошковима	22
Подаци о ресурсима биомасе	22
Поглавље 3 - Коришћење биомасе	24
О овој теми	24
Коришћење биомасе	25
Методе предтретмана биомасе	26
Предтретман екструзијом	26
Предтретман киселином	27
Алкални предтретман	27
Органосолв предтретман	28
Предтретман јонском течношћу	29
Предтретман парном експлозијом	29
Предтретман експлозијом амонијачних влакана (АФЕКС)	30

Предтретман течном топлом водом (LHW)	31
Биолошки предтретман	31
Методе конверзије биомасе	32
Директно сагоревање	32
Гасификација	33
Пиролиза	33
Анаеробна дигестија	33
Ликвефакција	34
Индиректна ликвефакција	34
Дикректна ликвефакција	35
Хидролиза - Ферментација ликвефакција	35
Термодинамичка ликвефакција	35
Пиролиза	35
Хидротермал	36
Поглавље 4 - Процеси конверзије енергије биомасе (биоенергије)	37
О томе	37
Биоенергија	37
Биогориво	37
Биогас	38
Производни ток биоенергије	39
Производња топлотне и електричне енергије	39
Производња биогорива	41
Биодизел	41
Технологије производње биодизела	42
Директна употреба (разблаживање) или мешање	42
Пиролиза	42
Микроемулзификација	43
Трансестериификација	44
Трансестериификација катализована киселином	44
Трансестериификација катализована базом	45
Трансестериификација катализована липазом	46
Трансестериификација катализована јонском течношћу	47
Биоетанол	48
Процес производње биоетанола	49
Процес предтретмана	49
Традиционални предтретман	49
Напредни предтретман	50
Хидролиза	50
Процес ферментација	51
Процес шаржне ферментација	51
Континуирани процес ферментације	51
Процес серијске ферментације	52
Одвојена хидролиза и ферментација (SHF)	52
Истовремена сахарификација и ферментација (SSF)	52

Истовремена сахарификација и коферментација (SSCF)	52
Консолидована биолошка обрада (CBP)	53
Производња биогаса	53
Процес предтретмана	54
Физичке методе претходног третмана	54
Метода термичке прераде	54
Методе хемијског претходног третмана	54
Биолошки предтретман	55
Комбиноване методе претходног третмана	55
Технологије анаеробне дигестије	55
Поглавље 5 - Процеси развоја пројектата за биомасу	59
О томе	59
Концепт пројекта Биомаса-у-енергију	59
Пројектне фазе	60
Припремна фаза	60
Пројектна идеја	60
Претходна студија изводљивости	60
Студија изводљивости	61
Уговори и финансирање	63
Имплементација пројекта	63
Развој пројекта	63
Идентификација локације	64
Снабдевање биомасом и ресурси	64
Техничка разматрања	64
Рад и одржавање пројекта	65
Законодавство	65
Пројектна економија и финансирање	66
Поглавље 6 - Комерцијални аспекти биомасе-у-енергију	67
О томе	67
Позадина	67
Уговори о снабдевању биомасом	68
Уговори о куповини електричне енергије (PPA)	69
Уговор о снабдевању паром/топлотом	70
Уговор о одлагању биолошких остатака и отпада	70
Поглавље 7 - Економска јевалуација	71
О томе	71
Позадина	72
Анализа финансија	73
Мерење просечних капиталних трошкова (WACC)	74
Приходи	74
Трошкови снабдевања биомасом	74
Капитални издаци (CAPEX)	74
Економски животни век	75

Економска анализа	75
Локалне економске користи и трошкови	75
Јавне економске користи и трошкови	76
Поглавље 8 - Еколошка и социјална евалуација	78
Више о томе	78
Позадина	78
Процена животне средине	79
Вода	79
Биодиверзитет	80
Земљиште и поља	81
Ваздух	83
Социоекономска процена	84
	84

Поглавље 1 – Увод у Биомаса-у-енергију

О енергији биомасе

Ово поглавље ће пружити одређена знања и информације у вези са биомасом и њеном конверзијом у енергију. Како биомаса долази из одрживих извора, и даље је неопходно боље разумети како да је претворимо на одржив начин. Ово поглавље ће пружити увод у биомасу и све процесе укључене у систем и управљање пројектима.

У овом поглављу постоје неки циљеви:

- Разумети шта је биомаса и њени извори у општем прегледу
- Схватите важност конверзије биомасе у енергију
- Разуме општи концепт биомасе у енергију
- Разумети приступ одрживости у конверзији биомасе

Позадина

Пакет Европске комисије Фит-фор-55 је серија законских предлога за постизање повећаног климатског циља Европске уније смањењем 55% емисија до 2030. Овај пакет укључује виши циљ и нова правила за подршку ширењу обновљивих извора енергије, укључујући обновљиве изворе енергије. Такође, Европска унија (ЕУ) је поставила амбициозне климатске и енергетске циљеве за 2030. годину, укључујући циљ за читаву ЕУ за обновљиву енергију од 32% до 40% финалне потрошње енергије.

У 2020. години удео Европске уније у обновљивим изворима енергије износи 21,3% (Европска агенција за животну средину, 2021). Према Европској агенцији за животну средину, тај број значи да је ЕУ достигла циљ од 20% удела обновљиве енергије за 2020. Стално побољшање и напредак у производњи обновљиве енергије је неопходан јер је нови циљ финалне потрошње енергије за обновљиву енергију 40% у 2030. Према подацима ЕУ Енерџи фектшит, 75% укупних емисија гасова стаклене баште у ЕУ долази из енергетских сектора, тако

да ће се повећањем производње обновљиве енергије смањити и сама емисија GHG.

Одрживи критеријуми ојачани биоенергијом у складу са Стратегијом ЕУ о биодиверзитету за 2030. годину су:

- Забранити набавку биомасе за производњу енергије из примарних шума, тресетишта и мочвара
- Нема подршке за шумску биомасу у инсталацијама само за електричну енергију од 2026
- Забранити националне финансијске подстицаје за коришћење трупаца за тестере или фурнира, пањева и корена за производњу енергије
- Захтевати да све инсталације за грејање и енергију засноване на биомаси буду у складу са минималним праговима за уштеду гасова стаклене баште
- Примените критеријуме одрживости ЕУ на мање инсталације за грејање и енергију (једнаке или веће од 5MW)

Биомаса

Биомаса је органска, што значи да је направљена од материјала који потиче од живих организама, као што су биљке и животиње. Биомаса долази из различитих ресурса који укључују остатке дрвне индустрије, енергетских усева, пољопривредних и пољопривредно-прехрамбених отпадних вода, органске фракције чврстог комуналног отпада, кућног отпада и канализационог муља из постројења за пречишћавање отпадних вода.

Биомаса из пољопривреде може укључивати остатке жетве, багасу, животињски отпад, енергетске усеве, итд, шумарство може укључивати остатке сече, нуспроизводе прераде дрвета, црну течност из индустрије целулозе и папира, огревно дрво, итд, и друге врсте биолошког отпада који може укључивати отпад од хране, отпад прехрамбене индустрије, органску фракцију чврстог комуналног отпада, органски отпад из домаћинства итд.

Биомаса за коришћење енергије (биоенергије) мора се производити, прерађивати и користити на одржив и ефикасан начин како би се оптимизовала уштеда гасова стаклене баште и одржале услуге екосистема. Коришћење биомасе посебно у енергетске сврхе мора бити спроведено без изазивања крчења шума или деградације станишта или губитка биодиверзитета. Еколошки учинак биоенергетског ланца вредности и процеса у великој мери зависи од различитих корака пута, од узгоја и жетве сировина, до обраде, конверзије и дистрибуције биоенергетских носача, до коначног коришћења енергије. Сходно томе, одрживост треба да се процени од случаја до случаја.



Биомаса за коришћење енергије (биоенергије) мора се производити, прерађивати и користити на одржив и ефикасан начин како би се оптимизовала уштеда гасова стаклене баште и одржале услуге екосистема. Коришћење биомасе посебно у енергетске сврхе мора бити спроведено без изазивања крчења шума или деградације станишта или губитка биодиверзитета. Еколошки учинак биоенергетског ланца вредности и процеса у великој мери зависи од различитих корака пута, од узгоја и жетве сировина, до обраде, конверзије и дистрибуције биоенергетских носача, до коначног коришћења енергије. Сходно томе, одрживост треба да се процени од случаја до случаја.

Важност биомасе

Биомаса има разноврсне карактеристике које се могу имати неколико примена, као што су топлота, електрична енергија и горива. Пошто се биомаса генерише из обновљивих извора, то ће учинити коришћење биомасе одрживијим. Ако се производња биомасе имплементира на одржив начин, смањиће се емисије гасова стаклене баште, јер је то носилац без угљеника. Осим утицаја биомасе на животну средину, биомаса ће побољшати економију и енергетску сигурност.

Биоенергија може играти значајну улогу у постизању циљева ЕУ у погледу обновљивих извора енергије до 2030. године и даље. Могућности за повећање искоришћења биоенергије се виде нпр. на терену користећи остатке пољопривреде, нуспроизводе и отпад. Биоенергија такође може играти важну улогу као флексибилан енергетски носилац за балансирање енергетских система и на тај начин омогућавајући већи удео обновљивих извора енергије као што су енергија ветра и соларна енергија. Такође са одрживим праксама, биоенергија може допринети обезбеђивању еколошких аспеката као што је обезбеђење биодиверзитета или одржавање услуга екосистема, између остalog; уштеде гасова стаклене баште, одрживост и рурални развој.

Биомаса је такође један од важних извора који се може користити као обновљиви енергетски ресурс који може подржати европске зелене договоре. Европска комисија је 2017. објавила завршни извештај за одрживо и оптимално коришћење биомасе за енергију у ЕУ. Европска комисија је 2021. године предложила ревизију Директиве о обновљивој енергији како би се ојачали критеријуми одрживости коришћења биомасе за енергију. Постоје циљеви који се желе постићи на националним нивоима као што следи (Европска комисија, 2021):

- Зграде, ново мерило од 49% коришћења обновљивих извора енергије до 2030. године
- Индустрија, ново мерило годишњег повећања употребе обновљивих извора од 1,1 процентни поен
- Грејање и хлађење, постојећи индикативни годишњи пораст од 1,1 процентног поена постаје обавезујући за државе чланице, са специфичним индикативним националним допунама
- Даљинско грејање и хлађење, индикативно повећање од 2,1 процентни поен годишње у употреби обновљивих извора енергије и отпадне топлоте и хладноће (повећање у односу на садашњи пораст од 1,0 процентних поена)
- Сектор саобраћаја, предлог уводи циљ за смањење интензитета гасова стаклене баште у транспортним горивима за 13% до 2030. године.

Напредно и одрживије коришћење биомасе за енергију је важно за постизање циљева које је предложила Европска комисија.

Одрживост у коришћењу биомасе

Биомаса је атрактиван извор енергије који је стално доступан на Земљи. Биоенергија може постати чист, поуздан и одржив извор енергије. Такође, биоенергија игра кључну улогу у остваривању климатских и енергетских циљева ЕУ. Као део Европског зеленог договора, Европска комисија подиже изгледе за повећање ослањања на изворе биомасе за енергију – а самим тим и коришћење биомасе. Постоје неки утицаји који се односе на производњу биоенергије. Биоенергија може помоћи у смањењу емисије гасова стаклене баште (ГХГ). Такође, обезбедиће економске користи друштву, попут отварања нових радних места и приступачних извора енергије. Међутим, одрживост се не односи само на еколошки аспект, већ и на друштвене и економске аспекте.

Утицај на животну средину

Према Институту за европску политику заштите животне средине (2021), одрживост животне средине се стога схвата у контексту два основна принципа:

- Први је препознати и наградити биомасу која је остала у њеном живом облику (за отпорност екосистема и природне поноре угљеника) као важан допринос циљевима зеленог договора ЕУ;
- Други је место где се биомаса сакупља и користи, како би се обезбедила заштита екосистема из којих та биомаса потиче и без којих не би било трајног снабдевања.

На основу неколико постојећих процена разумевања и процене одрживог снабдевања биомасом, треба узети у обзир следеће услове када се мобилишу ресурси биомасе на одржив начин:

- Доступност земљишта и конкурентна употреба земљишта, као и управљање земљиштем, као што је интензитет производње. Ово укључује индиректне промене коришћења земљишта кроз расељавање. Треба искључити области посвећене производњи хране, сточне хране и влакана.
- Утицај на циклусе угљеника, уклањањем биомасе која би иначе наставила да акумулира угљеник *in situ*.
- Утицај на друге еколошке циљеве (осим ублажавања климатских утицаја) кроз култивацију и екстракцију биомасе, као што су потребе за водом за раст или губитак хранљивих материја и структуре земљишта где се уклањају вишак остатака.

Производња пољопривредне биомасе може резултирати негативним утицајима на земљиште (нпр. губитак хранљивих материја и органске материје земљишта, ерозија, дренажа тресетишта), доступност воде (посебно у подручјима са недостатком воде) и биодиверзитет. Студија Европске комисије из 2013. године закључила је да „постоје значајни потенцијални ризици по одрживост од узгоја биогорива, посебно ризици по земљиште и квалитет воде и доступност воде“. Употреба пољопривредних остатака (на пример: сламе) такође може изазвати негативне утицаје на земљиште као што су плодност и структура, и на биодиверзитет ако се екстрахује у превеликим количинама. С друге стране, коришћење отпада за производњу биогаса може значајно смањити емисије метана и других емисија. То је разлог зашто је контрола и регулација важна за производњу биоенергије.

Међутим, да би се осигурала одрживост у производњи биоенергије, ојачани критеријуми у складу са Стратегијом ЕУ о биодиверзитету за 2030. годину је:

- Забранити набавку биомасе за производњу енергије из примарних шума, тресетишта и мочвара
- Нема подршке за шумску биомасу у инсталацијама само за електричну енергију од 2026
- Забранити националне финансијске подстицаје за коришћење трупаца за тестере или фурнира, пањева и корена за производњу енергије
- Захтевати да све инсталације за грејање и енергију засноване на биомаси буду у складу са минималним праговима за уштеду гасова стаклене баште

- Примените критеријуме одрживости ЕУ на мање топлотне и електричне инсталације (једнаке или веће од 5MW)

Економски утицај

Према Европској комисији (2016), постоје неки утицаји економског аспекта на производњу биоенергије:

- Допринос бруто домаћем производу – Овај позитиван утицај на БДП је комбинација:
 - позитиван „ефекат примене“: повећање осталих обновљивих извора енергије доводи до више инвестиција и самим тим већег позитивног утицаја на привреду у целини
 - позитиван „ефекат прихода“: додатна радна места створена овом сменом доводе до додатног прихода за домаћинства, који се троши на потрошњу
 - негативан „индиректни ефекат“: други обновљиви извори енергије захтевају већи ниво јавне подршке, било директно кроз субвенције, било кроз feed-in тарифе. Ово може да утиче на потрошаче, ако се фид-ин тарифе директно преносе на њих кроз повећање цена енергије, или ако се субвенције финансирају повећањем опорезивања: у оба случаја потрошња домаћинстава би опала. Повећана подршка за друге обновљиве изворе енергије такође се може учинити доступном давањем мање јавне подршке другим секторима, што ће такође имати негативан економски утицај.
- Утицај на мала и средња предузећа (МСП) – МСП и микро-фирме су широко заступљене у ланцу производње и коришћења биоенергије, посебно преко малих власника шума и малих биоенергетских постројења. У основи, национални програми могу утицати на мала и средња предузећа у сектору шумарства. Међутим, мало је вероватно да би та МСП морала да се придржавају неколико националних шема с обзиром на њихов вероватни опсег пословања.
- Утицај на рурални развој – Позитивни утицаји на рурални развој могу се јавити у случајевима када додатна потражња за биоенергијом подстиче интензивнију сечу шума ЕУ и коришћење польопривредних сировина ЕУ (уместо, на пример, повећање увоза или преусмеравање индустријских остатака из других употреба). Ово ће углавном бити вођено тржиштем и/или релевантним шемама субвенција у сваком региону. На то се на нивоу ЕУ може утицати и нпр. подршка мобилизацији дрвета у оквиру Програма руралног развоја.
- Утицај на унутрашње тржиште и трговину унутар ЕУ
- Утицај на спољну трговину – смањење увоза из трећих земаља за све опције

- Иновације и истраживање – Док биоенергија има важан иновацијски угао (на пример у погледу напредних биогорива за транспорт), мало је вероватно да ће опције политике направити суштинску разлику у иновацијама и истраживању пошто би захтеви одрживости имали утицај само на успостављене технологије (тј. коришћење чврсте и гасовите биомасе за топлотну и електричну енергију).

Друштвени утицај

Друштвени аспекти биоенергетских система, према Сегону и Домацу (н.д.), могу се поделити у две категорије:

- Односи се на животни стандард – животни стандард у овом случају се односио на приходе домаћинства, образовање, окружење и здравствену заштиту, док је социјална кохезија и стабилност дефинисана у смислу мира и односа у заједници, запослености, стабилности руралног становништва, инфраструктуре и подршка сродним индустријама.
- Допринос повећању друштвене кохезије и стабилности.

Постоје неки утицаји на друштвени аспект (ЕРИА, 2008; ЕЦ, 2016):

- Стварање радних места – Запосленост у биоенергетској привреди је најзначајнија у сектору чврсте биомасе, где је 2014. године имало посао 306.800 Европљана. Поред тога, 110.350 људи је било запослено у сектору биогорива, 66.200 у сектору биогаса и 8.410 у урбаном сектору сектор отпада. Утицаји на запошљавање ће такође настати као резултат малог преласка са биоенергије на друге обновљиве изворе енергије у опцијама политике, због већег радног интензитета других обновљивих извора енергије.
- Здравствене користи – побољшање технике кувања и грејања на биомасу побољшаће квалитет живота жена и беба. Смањена инциденција болести ће такође резултирати економским користима због мање хоспитализације и изгубљених радних дана и мање трошкова за медицинску негу.
- Оснаживање жена – Развој биоенергије има потенцијал за ангажовање жена у подизању расадника и сакупљању семена, што би могло довести до њиховог већег учешћа у сеоској економији.
- Могуће побољшање индекса хуманог развоја (HDI) – Као што је раније наведено, очекује се да ће развој биоенергетских програма повећати запосленост, што ће побољшати приходе појединаца. Људи могу користити додатни приход да потроше на своје основне потребе као што су образовање, здравствена заштита и хранљива храна.

Референце:

- Ahmed, I., et. al., 2021. Socio-Economic and Environmental Impacts of Biomass Valorisation: A Strategic Drive for Sustainable Bioeconomy. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4200/htm>
- Climate-KIC, 2021. Material Economics (2021). EU Biomass Use In A Net-Zero Economy - A Course Correction for EU Biomass. <https://www.climate-kic.org/wp-content/uploads/2021/06/MATERIAL-ECONOMICS-EU-BIOMASS-USE-IN-A-NET-ZERO-ECONOMY-ONLINE-VERSION.pdf>
- Cristobal, Garcia J., et. al., 2016. Environmental sustainability assessment of bioeconomy value chains. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC96980>
- Dale, V.H., 2013. Indicators for assessing socioeconomic sustainability of bioenergy systems: A short list of practical measures. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X12003652>
- Dunmade, I. S., 2019. Potential social lifecycle impact analysis of bioenergy from household and market wastes in African cities. https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2019/05/AR2019_Vol17No4_Dunmade.pdf
- European Commission, 2016. Sustainability of Bioenergy. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_en_impact_assessment_part4_v4_418.pdf
- European Commission, 2018. A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/edace3e3-e189-11e8-b690-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-149755478>
- European Commission, Camia, A., Giuntoli, J., Jonsson, R., et al., 2021. The use of woody biomass for energy production in the EU. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7120db75-6118-11eb-8146-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-228484245>
- Institute for European Environmental Policy, 2021. Policy Report: Biomass in the EU Green Deal. <https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/a14e272d-c8a7-48ab-89bc-31141693c4f6/Biomass%20in%20the%20EU%20Green%20Deal.pdf?v=63804370211>
- Jack, M., & Hall, P., 2010. Large-scale forests for bioenergy: land-use, economic and environmental implications. <https://www.fao.org/3/i1507e/i1507e06.pdf>
- McGill University, 2021. Socioeconomic and environmental impact of bioenergy. <https://www.mcgill.ca/bioenergy/impact>
- Moosmann, D., Majer, S., & Ugarte, S. et al., 2020. Strengths and gaps of the EU frameworks for the sustainability assessment of bio-based products and bioenergy. <https://energsustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13705-020-00251-8>
- NREL, 2021. Bioenergy Sustainability Analysis. <https://www.nrel.gov/bioenergy/sustainability-analysis.html>
- Ravindranath, N. H., & Rao, K. Usha., 2005. Environmental Effects of Energy from Biomass and Municipal Wastes. <https://www.eolss.net/sample-chapters/c09/E4-23-04-05.pdf>
- Sacchelli, S., 2016. Social, economic, and environmental impacts of biomass and biofuel supply chains. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-78242-366-9.00009-5>
- Spagnolo, Sofia., et. al., 2020. Sustainability assessment of bioenergy at different scales: An emergy analysis of biogas power production. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965262034083X>
- Wang, J., Yang, Y., Bentley, Y., Geng, X., & Liu, X., 2018. Sustainability Assessment of Bioenergy from a Global Perspective: A Review. <http://dx.doi.org/10.3390/su10082739>
- Working Group for Sustainable Biomass Utilisation Vision in East Asia, 2008. Social Aspects of Biomass Utilisation. https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/ERIA_RPR_FY2007_6-3_Chapter_5.pdf

Поглавље 2 – Ресурси и снабдевање биомасом

О овој теми

Ово поглавље ће пружити преглед различитих извора биомасе-у-енергију и размотрити како да снабдевање буде одрживије. Такође, овај одељак ће пружити преглед о процени доступности ресурса; карактери и тип биомасе ће одредити типове технологија прикладних за конкретну биомасу.

У овом поглављу постоје неки циљеви:

- Разумети и моћи одредити ресурсе биомасе
- Разумети како проценити доступност, карактере и типове ресурса биомасе
- Схватити како да обезбедите и створите одрживије снабдевање ресурсима биомасом
- Разумети утицаје управљања ресурсима на животну средину и одрживост

Ресурси биомасе

Сировина је доступна биомаса из обновљивих извора која је доступна за коришћење и за директну употребу и за прераду у друге облике производа који ће се користити за материјале извора енергије. Сировине за биомасу као што су енергетски усеви који су засађени посебно за изворе биомасе, остаци пољопривредних активности, остаци шумарства, алге, остаци од прераде дрвета, комунални отпад и мокри отпад који може доћи из постројења за пречишћавање отпадних вода (органски муљ).

Дрво и нуспроизводи пољопривреде

Снабдевање домаћом биомасом ЕУ за енергетске сврхе из сектора шумарства износило је преко 60% у 2016. години, међутим 32,5% ресурса чини директно снабдевање дрвном биомасом из шума и другог шумовитог земљишта, а 28,2% индиректно снабдевање дрветом, пољопривредни усеви и пољопривредни нуспроизводи чинили су 27%, отпад (општински, индустриски итд.) 12% (Центар знања Европске комисије за биоекономију, 2019). Пољопривредна биомаса је материја добијена из биолошких организама као што су кукуруз, слама, бильке, животињски отпад, изнутрице и вишегодишње траве.

Главни ресурси биомасе дрвета и пољопривредних нуспроизвода укључују следеће:

- Огревно дрво и остаци/отпад од дрвне биомасе од сече шума (могу се појавити као проређивање у младим састојинама или сеча у старијим састојинама за дрво).
- Остаци од прераде дрвета из дрвне индустрије и индустрије намештаја (пилана, шперплоча, дрвене плоче, грађевински елементи, намештај, подови итд.).
- Пољопривредне културе и остаци од агро-прераде.
- Урбани дрвени отпад (сакупљени дрвени материјали након изградње или пројекта рушења, одбачене дрвене палете и било који други грађевински отпад и отпад од рушења направљен од дрвета).

Међутим, на основу Стратегије ЕУ о биодиверзитету за 2030, забрањена је набавка биомасе за производњу енергије директно из примарних шума – као што је директно снабдевање дрветом, такође биомаса из тресетишта и мочвара.

Отпад

Очекује се да ће процеси конверзије отпада у енергију (WTE), као извора обновљиве енергије, играти све важнију улогу у одрживом управљању комуналним отпадом на глобалном нивоу. Процењено је да ће побољшано управљање чврстим отпадом (рециклирање, преусмеравање отпада са депоније и поврат енергије из отпада) смањити око 10–15% глобалних емисија гасова стаклене баште.

Према Фронтлајн БиоЕнерџи (2021) постоје неке врсте отпада који се потенцијално користе као сировина за биоенергију, као што су:

- Чврсти комунални отпад, као што су украси за двориште, папир и картон, пластика, гума, кожа, текстил и отпад од хране
- Гориво добијено од отпада (RDF) из сортираног чврстог комуналног отпада (MSW)
- Дрво добијено од грађевинског отпада и отпада од рушења (C&D).
- Сирови глицерин из производње биодизела
- Отпадни папир
- Талог од папира
- Осушена зрна дестилатора и растворљива (DDGS)
- Стельја живине
- Кравље ђубриво
- Месно и коштано брашно добијено од прераде животиња

Употреба отпада или резидуалних токова биолошких или органских материјала такође може имати значајан допринос производњи биоенергије, што ће минимизирати утицаје повезане са депоновањем.

Процена биомасе

Са различитим ресурсима биомасе, постоји већа флексибилност за производњу производа на бази биомасе. Међутим, привреда, животна средина, енергија, а такође и климатска питања су важни аспекти процене доступности биомасе. Према Валшу (2014), још увек недостаје процена ресурса биомасе, методологија и јединице које могу дати резултате.

Постоје два главна приступа процени ресурса биомасе (Валш, 2014):

1. Количински (инвентарни) приступ
2. Економски приступ

Количински (инвентарни) приступ

Квантитативни приступ је само за процену обрачунатих и физичких количина, али не и економских аспеката, као што су трошкови и цене. Према Валшу (2014), процене квантитета (инвентара) су веома корисне у успостављању горњих граница (теоретских количина) ресурса биомасе и могу се прилагодити коришћењем одговарајућих ограничења (нпр. доступно земљиште, еколошке потребе, постојеће употребе материјала) да обезбеди процене количина ресурса које могу бити технички доступне.

Постоје 4 главне процене у квантитативном приступу на основу врста материјала:

Шумарска процена

Шумарска процена обухвата процену потенцијалног вишка шумског материјала, остатака од прераде дрвета, као и одумрлих материјала. Већина студија у вези са проценом шумарства за коришћење биомасе односи се на прераду остатака. Према Валшу (2014), процена количине остатка може се даље прецизирати неким параметрима, као што су:

- Пречник
- Волумен стабљике
- Висина
- Врсте или тип дрвећа (тврдо или меко дрво)
- Старост
- Ефикасност различитих метода жетве

Остаци обраде су процењени у наставку:

"Количине дрвета које се користе за производњу производа од дрвета помножене фактором стварања остатака."

Табела 1 у наставку објашњава факторе стварања остатака из свих шумарских операција.

Табела 1. Фракција остатака по јединици уклоњеног трговачког дрвета (%) за сваку шуму и тип газдовања (Дајоглу, 2015)

Forest Biome	Тип управљања		
	Чист рез	Селективни рез	Дрвни засад
	Производња остатка према производњи дрвета (%)		
Бореал дрвена тундра	69	NA	78
Хладна четинара Умерено мешано Умерено листопадни	53	NA	63
Савана Топло мешано Тропски шумовити крај Тропска шума	39	18	52

Остале стабла, као што су мали пречник, некомерцијалне врсте дрвећа, мртва или болесна стабла такође имају потенцијалне биоенергетске ресурсе.

Польопривредни остаци

Према Валшу (2014), остаци польопривредних усева се обично процењују према:

„Множење приноса жетвеним индексом (однос биљног материјала који није од житарица према зрнастом материјалу)“

Пример:

Претпоставимо да производња пшенице у просеку износи 3,0 сувих метричких тона (dMT) зрна по хектару, и има индекс жетве од 1,3, тада се производи 3,9 dMT сламе по хектару.

Према Аустралијском друштву научника за биљке (ASPS) (2017), термин „индекс жетве“ се користи у польопривреди за квантификацију приноса врсте усева у односу на укупну количину произведене биомасе. Потенцијалне вредности индекса жетве за различите врсте усева и хортикултуре приказане су у табели 2.

Табела 2. Индекс жетве (сува маса пожњевене компоненте/укупна сува маса изданака) варира у зависности од врсте усева. Узгајивачи биљака изабрали су високу HI као део стратегије за побољшање усева и постигли су неке значајне добитке (ASPS, 2017)

Житаричне врсте	Узгојена компонента	Индекс жетве (HI)
Пшеница, јечан	Житарица	0.55
Пиринач	Житарица	0.50
Кукуруз	Житарица	0.52
Сунцокрет	Сemeње	0.50
Пасуљ	Махунарка	0.25
Кикирики	Махунарка	0.50
Памук	Сemeње	0.33
Шећерна репа	Корење	0.50
Кромпир	Луковица	0.82
Слатки кромпир	Луковица	0.65
Хризантема	Цвеће	0.46
Лала	Цвеће	0.20

Дакле, множењем хектара са приносом добија се процена укупне произведене количине сламе. Процене количине остатака могу се даље прецизирати узимањем у обзир фактора који могу ограничiti њихове количине. Техничка ограничења могу укључивати ограничења ефикасности машина за сакупљање. Међутим, према Хаберл ет ал. (2011), постоје алтернативне употребе остатака, пошто остатци усева играју важну улогу у ограничавању ерозије земљишта и одржавању органске материје у земљишту.

Енергетски усеви

Према Валшу (2014), постоји неколико врста сировина, као што су сировине прве генерације за које постоји обимна производња и доступни подаци као што су кукуруз, пшеница, сирац, шећерна трска, шећерна репа, соја, репично и палмино уље које се могу користити за производњу биогорива попут етанола и биодизела и других биопроизвода; такође, постоји 2. (или 3.) генерација сировина као што су дрвенasti усеви кратке ротације или зељасти усеви који још нису комерцијално произведени.

За ово се морају узети у обзир и очекивани приноси и погодна земљишта (површина) на којима се усеви могу узгајати. За приносе, најједноставнији приступ је претпоставити потенцијалне приносе на основу мишљења стручњака, евентуално допуњених резултатима теренских испитивања.

Према Ecofys-у (2016), подаци о приносу усева за све усеве за ЕУ-27, Украјину, Русију и Белорусију прикупљени су углавном од Еуростата и FAO. Међутим, подаци о праксама управљања за одређени регион прикупљени су из објављене литературе која је рецензирана.

Принос остатка (т/ха) = однос усева и остатка × стварни принос усева (т/ха)

Принос остатка даје количину остатка произведеног са једног хектара у одређеном региону. За израчунавање укупног приноса остатка за одређени усев у одређеном региону, коришћена је следећа једначина:

Укупан принос остатака (т/регион) = однос усева и остатка × укупна производња (т/регион)

Укупни принос остатка је дефинисан као: „Укупна количина остатка произведеног од одређене културе у одређеном региону (нпр. укупна производња остатка пшенице у Бугарској)“.

Други ресурси биомасе

Процена других ресурса биомасе као што су: комунални чврсти отпад, отпад од рушења, грађевински отпад, животињски отпад, отпад од прераде хране итд обично користи једноставнију методологију.

За мање области, процена је обично анкета за процену расположивих количина. За веће површине, количине ресурса се често процењују множењем дефинисане основне јединице са стварањем отпада по фактору основне јединице.

Према Валшу (2014), за урбани отпад, основна јединица може бити становништво (за комунални отпад), почетак становљања (за стамбену изградњу) или расходи (за отпад од индустриске изградње/реновирања). Даља побољшања могу укључивати прилагођавања састава отпада, типа стамбеног простора (нпр. једнопородичне, вишепородичне јединице) и величине (нпр. квадратне стопе), врсте преуређења (нпр. велико преуређење кухиње, додавање дрвене палубе), количине рециклираног или регионалног, разлике у коришћеним грађевинским материјалима. Количине животињског стајњака (и потенцијална производња метана) се процењују множењем фактора стварања стајњака (количина стајњака/дан/дефинисана животињска јединица) са количином дефинисаних животињских јединица.

Економски приступ

Економски приступ у процени ресурса биомасе је давање детаљних економских разматрања. Овај приступ може укључити процену трошкова и количине, као и процену криве понуде ресурса – расположиве количине и цене.

Приступ квантитетским трошковима

Према Валшу (2014), приступ количини и повезаним трошковима укључује компоненту инвентара, али проширује процену тако да укључује процене трошкова биомасе поред физичких количина. Трошкови (цене) се могу добити интервјуисањем потенцијалних добављача о цени за коју очекују да ће бити плаћени, прикупљањем података из постојећих студија, или коришћењем цена за материјале плаћене за алтернативне намене као замене. За нове енергетске усеве, трошкови (цене) се обично процењују пошто се ови усеви тренутно не производе. Поред тога, неке студије процењују трошкове машина користећи набавну цену и техничке спецификације, док друге студије користе прилагођене стопе жетве (нпр. стопе кошења сена или балирања траве) за процену трошкова жетве или сакупљања. Трошкови жетвених остатака се процењују коришћењем сличног приступа.

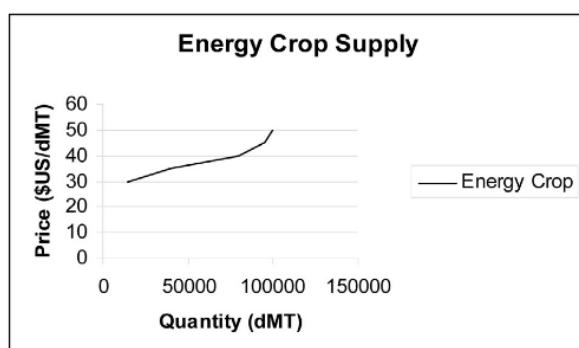
Приступ криве понуде

У приступу криве понуде, количине ресурса биомасе се процењују као функција цене која се може платити за ресурсе. Процене неколико таквих комбинација цена/количина могу се користити за конструисање криве понуде. Процене криве понуде могу користити једноставне приступе засноване углавном на приступу количине и трошкова за неколико комбинација количина/трошкови (методологија заснована на трошковима). Алтернативно, криве понуде се могу проценити коришћењем економских модела. Економски модели су сложени и са интензивним подацима, и обично нису веома транспарентни, али пружају

максималну флексибилност за испитивање промена у било којој датој променљивој и ако се спроводе у динамичком оквиру, дозвољавају променљивим унутар модела да се мењају као одговор једна на другу и као функција времена.

Приступ набавке заснован на трошковима

Једноставна крива понуде енергетских усева може се проценити познавањем приноса, површине на којој се приноси јављају и трошкова производње за неколико области. На пример, претпоставимо да у дефинисаном региону има укупно 10 000 хектара и да се приноси од 5 dMT ha⁻¹ могу постићи на 1000 ha (укупно 5000 dMT), 7,5 dMT ha⁻¹ на 2000 ha (15 000 dMT), 10 dMT ha⁻¹ на 4000 ha (40 000 dMT), 12,5 dMT ha⁻¹ на 2000 ha (25 000 dMT) и 15 dMT ha⁻¹ на 1000 ha (15 000 dMT). Даље претпоставимо да су одговарајући трошкови производње 50, 45, 40, 35 и 30 USD по dMT. Уобичајени принос произвођачу (профит) и/или типични трошак транспорта (за дефинисане удаљености) могу се додати проценама трошкова производње, али ће бити искључени из овог примера. Крива понуде је конструисана редоследом трошкова од најниже до највише вредности (30 до 50 USD по dMT) и коришћењем кумулативних количина на сваком нивоу цена. Дакле, за 35 USD по dMT, укупна количина је 30 USD по dMT (15 000 dMT) плус она између 30 и 35 USD по dMT (25 000 dMT) за укупно 40 000 dMT. Слика 1 илуструје криву понуде за овај пример.



Слика 1. Пример криве понуде енергетских усева користећи методологију засновану на трошковима (Валш, 2014)

Подаци о ресурсима биомасе

Европски подаци се могу наћи у бази података ЕУРОСТАТ-а (Статистички завод ЕУ) (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>). ЕУРОСТАТ не прикупља податке – то раде земље чланице. Уместо тога, он консолидује податке и обезбеђује да су упоредиви (у складу са подацима које дају појединачне земље). ЕУРОСТАТ обухвата податке о коришћењу земљишта (польопривреда, шуме, рекреација, становање) и земљишном покривачу (усјеви, травњаци, шуме, изграђена

подручја). Пољопривредна статистика укључује структуру пољопривредних газдинстава, коришћење пољопривредног земљишта, рад, производњу, понуду/употребу, цене и пољопривредни приход. Подаци су доступни и на националном и на регионалном нивоу. Такође укључује информације о употреби хранљивих материја и пестицида у органској пољопривреди. Подаци о шумарству обухватају производњу и промет дрвета и производа од дрвета и запосленост у шумарству и сечи. Има приступ подацима са Министарске конференције за заштиту шума у Европи (мртво дрво, биомаса и угљеник у биомаси и шумском тлу) и подацима ФАО-ове Процене шумских ресурса где се од свих земаља у свету тражи да извештавају и предвиђају површине шума, дрвни ресурси и уклањање.

Референце:

- Australian Society of Plant Scientists (ASPS), 2017. Plants in Action: Harvest Index. <https://www.rseco.org/content/641-harvest-index.html>
- CAN Europe, 2021. The Revision of the Renewable Energy Directive: An Opportunity to Boost Ambition and Accelerate Deployment of Renewable Energy. https://caneurope.org/content/uploads/2021/05/CAN_briefing_REDrevision_210507.pdf
- Ciucci, Matteo., 2021. Renewable Energy. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/70/renewable-energy>
- Cruciani, Michel., 2017. The Landscape of Renewable Energies in 2030. https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/the_landscape_of_renewable_energies_in_europe_in_2030.pdf
- Daioglou, Vassilis., Stehfest, Elke., et al., 2015. Projections of the availability and cost of residues from agriculture and forestry. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12285>
- Dimpl, Elmar, 2010. Small-scale Electricity Generation from Biomass Part II: Biogas. https://energypedia.info/images/4/43/Small-scale_Electricity_Generation_From_Biomass_Part-2.pdf
- Dimple, Elmar, 2011. Small-scale Electricity Generation from Biomass Part III: Vegetable Oil. https://energypedia.info/images/5/5f/Small-scale_Electricity_Generation_From_Biomass_Part-3.pdf
- European Commission, 2021. Delivering European Green Deal. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en
- European Commission, 2021. European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541
- European Commission, 2021. Renewable Energy Directive - Target and Rules. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules_en
- European Commission, 2021. Renewable Energy Directive. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0842&from=EN](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en#2021-revision-of-the-directive-</p><p>European Union, 2018. Regulation (EU) 2018/842. <a href=)
- EUROSTAT, 2022. Renewable Energy Statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics
- IPCC, 2018. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRR_EN_Full_Report-1.pdf

- Dimpl, Elmar, 2011. Small-scale Electricity Generation from Biomass Part I: Biomass Gasification. https://energypedia.info/images/9/93/Small-scale_Electricity_Generation_From_Biomass_Part-1.pdf
- ECOTEC, 2002. Renewable Energy Sector in the EU: its Employment and Export Potential. https://ec.europa.eu/environment/enveco/eco_industry/pdf/ecotec_renewable_energy.pdf
- Ellaban,Omar., Abu-Rub, Haitham., & Blaabjerg, Frede., 2014. Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects and Their Enabling Technology. <https://oglethorpe.edu/wp-content/uploads/2020/01/renewable-sustainable-reviews.pdf>
- European Commission, 2016. Internal Market in Electricity. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:en0016>
- European Commission., Iqbal, Yasir., et. al., 2016. Maximising the yield of biomass from residues of agricultural crops and biomass from forestry. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Ecofys%20-%20Final %20report %20EC max%20yield%20biomass%20residues%2020151214.pdf>
- European Commission, 2021. 'Fit for 55': Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to Climate Neutrality. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550&from=EN>
- IRENA, 2018. Renewable Energy Prospects for the European Union. https://www.irena.org-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA_REmap-EU_2018_summary.pdf?la=en&hash=818E3BDBFC16B90E1D0317C5AA5B07C8ED27F9EF
- McGill, 2022. Socioeconomic and environmental impact of bioenergy. <https://www.mcgill.ca/bioenergy/impact>
- Nitsch, Joachim., Krewitt, Wolfram., & Langniss, Ole., 2003. Renewable Energy in Europe. <https://www.dlr.de/tt/en/Portaldata/41/Resources/documents/institut/system/publications/Europe.pdf>
- Office of Energy Efficiency & Renewable Energy USA, 2014. Renewable Energy Activities: Choices for Tomorrow. <https://www.energy.gov/eere/education/downloads/renewable-energy-activities-choices-tomorrow>
- RES Legal, 2018. Legal Sources on Renewable Energy. <http://www.res-legal.eu/>
- Sahana, 2021. Advantages and Disadvantages of Conventional Sources of Energy. <https://www.techquintal.com/advantages-and-disadvantages-of-conventional-sources-of-energy/>
- Walsh, Marie. E, Biomass Resources Assessment. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09046-1>

Поглавље 3 – Коришћење биомасе

О овој теми

Ово поглавље ће дати преглед о коришћењу биомасе претварање у енергију. Овај одељак ће укључити предности коришћења биомасе, посебно за друштво и животну средину. Такође, овај одељак ће пружити преглед процеса искоришћавања биомасе-у-енергију који ће бити креирани тако да их читаоци који нису упознати са темом биомасе у енергију могу лако разумети.

У овом поглављу постоје неки циљеви:

- Разумети шта је коришћење биомасе

- Разумети процесе коришћења биомасе
- Схватити како биомаса обезбеђује енергију и електричну енергију
- Схватити важност коришћења биомасе
- Схватити како коришћење биомасе може дати позитиван утицај на друштво

Коришћење биомасе

Биоенергија може играти значајну улогу у постизању циљева ЕУ у погледу обновљивих извора енергије до 2030. године и даље. Могућности за повећање искоришћења биоенергије се виде нпр. на терену користећи остатке пољопривреде, нуспроизводе и отпад. Биоенергија такође може играти важну улогу као флексибилан енергетски носилац за балансирање енергетских система и на тај начин омогућавајући већи удео обновљивих извора енергије као што су енергија ветра и соларна енергија. Такође, обезбеђујући еколошке аспекте као што је обезбеђење биодиверзитета или одржавање услуга екосистема, биоенергија може допринети, између остalog, уштеди гасова стаклене баште, одрживости и руралном развоју.

Потражња ЕУ за обновљивом енергијом ће се значајно повећати постепеним укидањем фосилних горива у енергетском миксу ЕУ и постављеним циљевима за обновљиве изворе енергије. Енергетски сектор је далеко највећи корисник остатака и нуспроизвода унутрашње прераде дрвета у ЕУ, а сектор грејања и хлађења највећа крајња употреба биоенергије уопште, користећи око 75% све потрошene биоенергије. Биоелектрика и транспортна горива учествују са 13% и 12% респективно (Бања ет ал., 2019). Према Андерсену и др. (2021), очекује се да ће до 2050. године потрошња енергије из биомасе рasti одрживом стопом са проценама које варирају од скоро удвостручења до утростручења. Када се укључи и употреба материјала, цифра потрошње додатно расте са повећањем од 50% само у потрошњи материјала који се очекује јер замењују друге материјале са већим интензитетом угљеника.

Производња биоенергије такође може донети значајне могућности за пружање друштвених, еколошких и економских користи и допринети руралном развоју. Могуће алтернативне употребе биомасе (нпр. за храну, храну за животиње, производе од дрвета, итд.) такође треба размотрити како би се осигурала одрживост снабдевања сировинама из укупне биоекономске перспективе.

Постоје 3 главне методе претварања биомасе у корисну топлотну енергију, електричну енергију и горива за енергију, као што следи:

1. Директно сагревање
2. Гасификација
3. Ликвидација биомасе.

Методе предтретмана биомасе

Примарни циљ процеса предтретмана је да се деконструише сложена структура биомасе која се састоји од лигнина, хемицелулозе и целулозе тако да сваки биополимер може да се ефикасно искористи за производњу горива, енергије и хемијских материјала. Доступно је неколико метода предтретмана биомасе, укључујући физичке, хемијске, физичко-хемијске и биолошке, а неке од њих су наведене на следећи начин:

1. Физичке методе које су се састојале од екструзије, млевења куглицама, млевења на мокрим дисковима, микроталасни предтретман.
2. Хемијске методе које се састоје од кисelog предтретмана, алкалног предтретмана, предтретмана органосолв, предтретмана озонолизом.
3. Физичко-хемијске методе које су се састојале од експлозије паре, експлозије влакана амонијака, течне топле воде, експлозије угљен-диоксида, влажне оксидације.
4. Биолошке методе које су се састојале од гљива беле трулежи, гљива браон трулежи, гљива меке трулежи.

Предтретман екструзијом

Екструзијска обрада је једна од обећавајућих метода физичког предтретмана за деконструкцију лигноцелулозне биомасе. Екструзија се дефинише као операција стварања објекта фиксног профила попречног пресека провлачењем кроз калуп жељеног попречног пресека. Материјал ће доживети експанзију када изађе из матрице.

Постоје неке предности и ограничења предтретмана биомасе екструзијом,

Предности:

- Једноставан за праћење и контролу процеса.
- Нема формирања инхибиторних једињења услед разградње шећера.
- Прилагодљивост за модификацију процеса.
- Континуирана и висока пропусност.
- Нема потребе за прањем претходно обрађене биомасе ако се екструзија врши без хемијског додавања.
- Може се комбиновати са другим методама предтретмана за боље резултате.

Ограниченија:

- Недостатак података за економску анализу.
- Енергетски интензиван процес.
- Слаб проток током континуиране обраде доводи до сагоревања материјала.

Предтретман киселином

Предтретман киселином је најшире проучаван и широко коришћен за процес предтретмана лигноцелулозне биомасе. Главни циљ процеса киселог предтретмана је хидролиза хемицелулозне фракције лигноцелулозне биомасе. Ефикасност ове методе предтретмана се обично повећава са повећањем удела хемицелулозе и екстрактивних фракција у биомаси.

Постоје неке предности и ограничења киселог предтретмана биомасе као што следи:

Предности:

- Висока брзина реакције за солубилизацију хемицелулозне фракције биомасе, чинећи тако целулозну фракцију доступном за ензиме целулозе.
- Метода деконструкције може бити дизајнирана за прераду биомасе да би се добили одвојени хидролизати хемицелулозе (након предтретмана) и хидролизати целулозе (након ензимске хидролизе).
- Уштеда трошка за ензиме ксиланазе: Хемицелулоза се у великој мери хидролизује током предтретмана у зависности од врсте сировине и услова обраде; стoga, скupi ензими ксиланазе генерално нису потребни за хидролизу.

Ограничења:

- Инхибитори, као што су фурфурал и хидроксиметилфурфурал (ХМФ), произведени разградњом шећера захтевају додатни корак детоксикације како би ослобођени шећери постали ферментабилни.
- Потребне су скупе посуде од нерђајућег челика због корозивне природе киселине.
- Додатни трошак за алкалије за неутрализацију киселине након претходног третмана.
- Брига о животној средини због прекомерне употребе хемикалија.

Алкални предтретман

Алкални предтретман је још један опсежно проучаван и широко коришћен метод предтретмана лигноцелулозне биомасе. Овај процес је као процес претходног третмана киселином, али се обично изводи на нижу температуру. Док кисели предтретман раствори хемицелулозну фракцију биомасе, циљ процеса алкалног преттретмана је да раствори фракцију лигнина у лигноцелулозној биомаси. Као и у процесу киселог претходног третмана, процес алкалног предтретмана такође раствори већину екстраката биомасе.

Постоје неке предности и ограничења алкалног предтретмана биомасе

Предности:

- Ефикасна делигнификација.

- Мања деградација шећера у поређењу са претходном обрадом разблаженом киселином због ниже температуре обраде; могуће је претходно третирати на собној температури користећи дуже време.

- Лигнин и други екстракти се могу одвојити пре ензимске хидролизе без губитка угљених хидрата; велика могућност добијања реактивног лигнина за примену високе вредности.

Ограничења:

- Превише фенолних једињења услед разградње лигнина, који су потенцијални инхибитори ензимске хидролизе шећерних полимера.

- Додатни трошкови за хидролитичке ензиме хемицелулозе поред ензима целулозе.

- Додатни трошак за киселину да неутралише алкалије након претходног третмана.

Органосолв предтретман

Органосолв је обећавајућа метода предтретмана биомасе, у којој се биомаса меша са одабраним органским растворачем, са или без додатног катализатора (киселине или алкалије) и загрева на одговарајућој температури и временском трајању. Могу се користити различити органски растворачи или мешавине растворача; укључујући раствораче са ниском тачком кључања, као што су етанол, метанол и ацетон; растворачи са високом тачком кључања, као што су глицерол, етилен гликол и тетрахидрофурфурил алкохол; и друге класе органских растворача, као што су органске киселине, феноли, кетони и диметил сулфоксид.

Постоје неке предности и ограничења органосолв предтретмана биомасе

Предности:

- Екстраховани лигнин је релативно високе чистоће, мале молекулске тежине и без сумпора што омогућава примену лигнина високе вредности.

- Сва три биополимера—целулоза, хемицелулоза и лигнин—могу се раздвојити у различите токове.

- Може се комбиновати са другим процесима претходног третмана за ефикасну хидролизу биомасе.

Ограничења:

- Висока цена растворача: Процес рециклаже је такође енергетски интензиван. Додатни растворач је потребан да би се избегло таложење лигнина услед испирања водом.

- Формирање инхибиторних једињења, као што су фурфурал и ХМФ, услед разградње шећера када се користи кисели катализатор.

- Преостали растворач ће инхибирати ензимску хидролизу и ферментативне организме.

- Бриге за животну средину и здравље због употребе испарљивих органских течности на високој температури.

Предтretман јонском течношћу

Ово је релативно нов приступ за предтretман биомасе, у коме се цела биомаса раствори у одабраној јонској течности, а полимери угљених хидрата се таложе додавањем одговарајућих анти-раствараца; чиме се одвајају лигнин и угљени хидрати.

Постоје неке предности и ограничења предтretмана биомасе јонском течношћу

Предности:

- Јонске течности, које се сматрају зеленим растворачем, стабилне су до 300 оС; имају изузетно ниску волатилност са минималним утицајем на животну средину.
- Могуће одвајање сваког од биополимера—целулозе, хемицелулозе и лигнина.
- Може се синтетизовати јонска течност са пожељним својствима.

Ограниченија:

- Цена јонских течности је и даље веома висока.
- Многе јонске течности су токсичне за хидролитичке ензиме и ферментирајуће организме.
- Цена опоравка раствараца је заморна и скупа.
- Тешко руковање вискозном суспензијом биомасе са јонском течношћу током предтretмана на температури преко 150 оС.

Предтretман парном експлозијом

Предтretман парном експлозијом је широко проучаван физичко-хемијски процес предтretмана. У овом процесу, млевена и претходно кондиционирана биомаса се третира засићеном паром на високој температури (160–290 оС) и високом притиску (0,7 и 4,8 MPa) неколико секунди до неколико минута пре него што се притисак експлозивно ослободи. Ова метода је ефикаснија код тврдог дрвета и зељасте биомасе, али јој је потребан додатак кисelog катализатора за ефикасан предтretман меког дрвета због присуства мање количине ацетил група у хемицелулози меког дрвета.

Постоје неке предности и ограничења претходног третмана биомасе парном експлозијом,

Предности:

- Без употребе хемикалија и самим тим без рециклаже и трошкова заштите животне средине.
- Релативно мање разблаживање ослобођене хемицелулозе.

- Може се користити биомаса велике величине честица, што доводи до значајних уштеда енергије. Смањење величине чини око једну трећину целокупног процеса претходног третмана.

Ограничења:

- Непотпуна деконструкција комплекса лигнин-угљени хидрат може довести до кондензације и таложења растворљивог лигнина; чиме се смањује ефикасност хидролизе биомасе.

- Висока температура (око 270 °C) је најбоља за побољшање сварљивости целулозе; међутим, то доводи до стварања инхибиторних једињења — фурфурала и ХМФ-а.

- Слабе киселине и фенолна једињења, као што су сирћетна, мравља и левулинска киселина, која настају током овог процеса, инхибирају накнадну ензимску хидролизу и ферментацију.

Предтретман експлозијом амонијачних влакана (АФЕКС)

АФЕКС метода је алкални физичко-хемијски процес претходног третмана. Метода његове обраде је слична оној код парне експлозије, али ради на низим температурама. У овом процесу, биомаса се меша са течним анхидрованим амонијаком (0,3 до 2 кг/кг суве биомасе); кувано на 60–90 °C и под притиском изнад 3 MPa 10–60 мин. Оптимални однос амонијака према биомаси, температура, притисак и време кувања зависе од врсте лигноцелулозног материјала биомасе. АФЕКС метода је веома ефикасна за зељасте усеве и пољопривредне остатке, али релативно мање ефикасна за дрвену биомасу. АФЕКС се такође сматра изводљивим методом за предтретман биљне биомасе за екстракцију протеина за сточну храну заједно са стварањем шећера за производњу биогорива.

Постоје неке предности и ограничења предтретмана биомасе амонијачним влакнima

Предности:

- Нема формирања инхибиторних једињења као што су фурфурал и ХМФ од разградње шећера услед рада на ниским температурама.

- Висока селективност за делигнификацију.

- Лако се рециклира због испарљиве природе амонијака; Опоравак амонијака од 99% је могућ.

- Резидуални амонијак може послужити као извор азота за организме током ферментације.

Ограничења:

- Потреба за вишком воде јер се фенолни фрагменти лигнина морају оправити да би се избегла инхибиција током ензимске хидролизе и ферментације.

- Рециклажа амонијака је веома скупа за комерцијалну прераду.

- Неефикасно за биомасу са високим садржајем лигнина, као што је меко дрво и новински отпад.
- Брига о животној средини због употребе испарљивих хемикалија.

Предтређман течном топлом водом (LHW).

У литератури се користе различите терминологије за опис овог процеса, укључујући солволизу, хидротермолизу, водену фракционацију и аквасолв. Овај процес је упоредив са претходном обрадом разблаженом киселином без употребе киселине. У овом процесу, суспензија биомасе у води се кува на повишеној температури (160–240 °C) у различитим временским периодима, у зависности од типа биомасе, како би се растворила хемицелулозна фракција биомасе што доводи до дела обогаћеног целулозом.

Постоје неке предности и ограничења предтређмана биомасе течном топлом водом,

Предности:

- Без употребе додатних хемикалија.
- Нема потребе да се користе скучи материјали отпорни на корозију за реакторе за предтређман.
- Могу се користити честице релативно велике величине што доводи до уштеде енергије, што је потребно за смањење величине биомасе на фине честице.
- Могуће одвојено обнављање токова целулозе и хемицелулозе.
- Минимално формирање инхибиторних једињења.

Ограниченија:

- Струја ксилозе је веома ниске концентрације и стога јој је потребно додатно трошковно интензивно испарање воде да би се добила одговарајућа концентрација шећера за ферментацију.
- Висока цена јер је потребна висока температура предтређмана.
- Није погодно за биомасу са високим садржајем лигнина.

Биолошки предтређман

Биолошки предтређман укључује употребу микроорганизама да разгради лигнин биомасе и учини полимере угљених хидрата подложним ензимској хидролизи. Међу различитим организмима способним да производе ензиме за разградњу лигнина и полимера угљених хидрата биомасе, важне су гљиве беле трулежи, mrke truлежi i muke truлежi. Гљиве беле трулежи су најефикасније за предтређман биомасе због своје ензимске ефикасности и економичности. Гљиве смеђе трулежи разграђују целулозу, док гљиве беле и мuke трулежи разграђују и лигнин и целулозу. Лигнинолитички ензимски систем гљива беле трулежи првенствено се састоји од лигнин пероксидазе (ЛиП), манган пероксидазе (МнП) и лаказе.

На основу шема производње ензима, гљиве беле трулежи могу се категорисати у три групе:

- Група лигнин-манган пероксидазе - *P. Chrisosporium* и *Phlebia radiata*.
- Лаказна група манган пероксидазе – *Dichomitus squalens* и *Rigidoporus lignosus*.
- Група лаказе лигнин пероксидазе – *Phlebia ochraceofulva* и *Junghuhnia separabilima*.

Постоје неке предности и ограничења биолошког предтрећмана биомасе,

Предности:

- Не производе се инхибиторна једињења.
- Процес је еколошки прихватљив.

Ограниченија:

- Веома спор процес; време боравка је обично између 10 и 14 дана.
- За извођење процеса потребан је велики простор.
- Потребна је строга контрола температуре, што доводи до повећања трошкова обраде.
- Кристалиничност целулозе није могла да се смањи.

Методе конверзије биомасе

Директно сагоревање

Сагоревање је најчешћи и традиционални начин производње топлоте из биомасе. У земљама у развоју, топлотна ефикасност директног сагоревања биомасе је 10% - 15% генерално. Након трансформације, топлотна ефикасност пећи у руралној Кини је око 30%, а најбоље могу достићи и до 50%. Пећ се састоји од коморе за сагоревање, противпожарног прстена, пролаза за циркулацију дима, димњака, врата пећи, решетке и улаза за ваздух. Кључне тачке дизајна су повећање интензитета топлотног зрачења и рефлексије у комори за сагоревање и смањење губитка потпуног сагоревања у унутрашњој пећи и топлотног губитка дима.

Неке напредне европске земље усвајају високоефикасну опрему за сагоревање, као што је опрема за сагоревање са сумпорним слојем. У опреми се дрво сече на ситне комаде који за врло кратко време прелазе преко сумпоризованог слоја. Након сагоревања, непотпуно изгорели комади дрвета се из система за одвод дима враћају у сумпорисани слој. Комерцијализовани мали и средњи котлови које су развиле ове земље користе дрво и остатке као гориво. Њихова ефикасност може да достигне 50% - 60%. У Холандији постоји око 1,75 милиона комплета пећи на дрва са спецификацијама од 5 - 20 kW и 600.000 камина на дрва за грејање и снабдевање топлом водом. Њихова топлотна ефикасност

може достићи и преко 50%. Топлотна ефикасност котлова са фиксним лежајем који сагоревају траву и произведених у Енглеској и Данској износи 60%.

Гасификација

Пиролиза

Гасификација биомасе пиролизом је једна од оптималних технологија коришћења биомасе. У опреми за гасификацију, биомаса се преноси у висококвалитетни запаљиви гас кроз термичко хемијско дејство на високој температури. Гас се може користити за сушење, грејање, топлотну изолацију и производњу електричне енергије.

Коришћењем опреме за гасификацију, скоро сва биомаса се може превести у гасно гориво које се углавном састоји од CO, CO₂, H₂ и CH₄. Други део енергије биомасе користи се за спровођење акције гасификације. Ефикасност гасификације дрвета је 60% - 80%. Пиролиза омогућава стопу поврата енергије пиринча да достигне преко 94%, а топлотна вредност добијеног запаљивог гаса је $2,5 \cdot 10^6$ kJ/m³. Термичка вредност запаљивог гаса добијеног пиролизом сточног стајњака је $1,7 \cdot 10^4$ kJ/m³. Ефикасност гасификације вишеструког отпада је преко 80%. Топлотна вредност запаљивог гаса може се повећати додавањем водоника током пиролизне обраде биомасе.

Од 1970-их, неке европске земље су почеле да проучавају опрему за гасификацију са више функција, погодну за различите захтеве и усвајање техника пиролизе на високим температурама. Развијене су две врсте опреме за гасификацију:

- Комора за гасификацију клизног кревета

Биомаса полако клизи са врха коморе за гасификацију током гасификације. Оксидатор тече нагоре са дна коморе за гасификацију и прелази преко биомасе да би је гасификовао. Температура излазног гаса може да достигне 600 oC и у гасу нема катрана.

- Комора за гасификацију сумпорног слоја

Самлевена биомаса (величине од неколико мм) се доводи у комору за гасификацију и гасификује док прелази преко материјала пловка. Произведен гас има високу температуру која достиже око 800 oC. Гасификатор са сумпорним слојем је углавном погодан за биомасу.

Анаеробна дигестија

Са технологијом анаеробне дигестије, запаљиви гас се добија док се органски отпад третира, а дигестирали остatak може да се преради у сточну храну или

ћубриво, које се обично развија због очигледних економских, и еколошких предности.

Неке земље у развоју попут Кине и Индије проширују и користе ову технологију у руралним подручјима. Технологија дигестора породичне величине у Кини је на водећој позицији у свету. До сада постоји 4,75 милиона малих дигестора који производе 1,04 милијарде кубних метара биогаса годишње. Поред тога, сва средња и велика постројења на биогас са капацитетом електричне енергије од 2077 kW у Кини могу произвести 29,1 милион кубних метара биогаса годишње.

Што се тиче пречишћавања вишеструких индустриских отпадних вода и органског отпада, неке земље усвајају високоефикасне технике, као што су: анаеробни филтер, UASB и сумпорни слој. Француска и Јапан користе и проширују високоефикасну опрему за анаеробну дигестију која усваја технологију лепљења велике густине за третман органске отпадне воде на међународно тржиште. Његова ефикасност је десет пута већа од традиционалне методе. Технологија суве дигестије и технике анаеробне дигестије у два корака су широко истраживане последњих година и могу се користити за третман чврстог отпада.

|| чињеница:

Према садашњем технолошком нивоу, од једне тоне смећа може се произвести 10 м³ биогаса, од једне тоне људског измета и урина 35 м³ биогаса и од једне тоне органске отпадне воде високе концентрације 5 - 50 м³ биогаса.

Ликвефакција

Постоје 2 различите врсте метода за претварање биомасе у биогорива:

1. Индиректно течење

2. Директна течност, која се састојала од 2 различите врсте метода:

а. Хидролиза - Ферментација Ликвефакција

б. Термодинамичка течност, која је подељена на 2 различите врсте метода:

и. Метода пиролизе

ии. Хидротермална метода

Индиректна ликвефакција

Индиректна течност је обећавајућа технологија, која је подељена у две фазе. Прва фаза је процес термохемијске гасификације. У овом процесу, сингас се производи након што сировина реагује са ваздухом или паром. У сингасу, примарне супстанце су CO, CO₂, H₂ и H₂O. Друга фаза је добро успостављени Фишер–Тропш (Ф–Т) процес. Током Ф–Т процеса, смеша би се користила за производњу низа хемикалија, укључујући метил алкохол, диметил етар и етил

алкохол, док је мало истраживања о вишим алкохолима добијеним из сингаса биомасе. Највећи изазови су дизајн новог каталитичког реактора за типично мањи обим процеса конверзије биомасе и катализатора за специфичне хемикалије према моларном односу H₂ према CO. Узимамо синтезу етил алкохола као пример за увођење индиректне течности.

Директна ликвефакција

Хидролиза - Ферментација Ликвефакција

У последњих неколико деценија, етил алкохол је привукао велику пажњу као потенцијална алтернатива фосилним горивима. Тренутно је ферментација биомасе главна индустријска технологија за производњу етил алкохола, од којих су примарне сировине глукоза (добија се из кукуруза) и сахароза (добија се из шећерне трске и репе). Исти негативни ефекти су и на производњу етил алкохола коришћењем скроба или шећера као сировине, што би директно конкурисало производњи хране. До сада се кукурузна слама сматрала могућом сировином за производњу етил алкохола.

Када се биомаса транспортује до производног погона, она би била ускладиштена у складишту како би се спречила ферментација и бактеријска контаминација. Затим би се сировина претходно третирала како би била приступачнија за екстракцију. У процесу ферментације додају се хидролизат, квасац, хранљиве материје и други састојци. Ферментација се обично одвија на 25-30 °C, а одговарајуће време реакције би трајало 6-72 x.

Термодинамичка ликвефакција

Уопштено говорећи, постоје две врсте термодинамичког течења биомасе у зависности од радних услова: пиролизно течење и хидротермално течење.

Пиролиза

У ликвефакцији пиролизе, може се поделити на спору пиролизу, брзу пиролизу и флеш пиролизу. Спора пиролиза се обично изводи при ниској температури реакције, брзини загревања и дугом времену задржавања, чиме се производи мало био-уља. У процесу флеш пиролизе, време реакције је само или мање од неколико секунди са веома великим брзином загревања и малом величином честица, а примарни производ је сингас. Брза пиролиза се такође одвија при великој брзини загревања (мање него код флеш пиролизе) и кратком времену задржавања паре. Повољан производ у процесу је био-уље. Био-уља из пиролизе могу се директно сагоревати у котловима или надоградити за производњу вредних горива и хемикалија коришћењем следећих метода:

екстракција, емулгација, естерификација/алкохолизација, суперкритични флуиди, хидротретман, каталитички крекинг и парни реформинг.

Хидротермал

Хидротермална ликвефакција биомасе је једна од ефикасних метода за третирање биомасе са високим садржајем воде у поређењу са пиролизном течношћу. На ову течност биомасе не утиче ниво садржаја воде и врсте биомасе са високом конверзијом и релативно чистим производима. Показана су погодна својства за течност биомасе, укључујући високу густину, добру топлоту, способност преноса масе, брзо разлагање и екстракцију у хидротермалним условима. Ово је еколошки прихватљива технологија, а хетероатом у биомаси би се могао претворити у нежељене нуспроизводе.

Референце:

- Aftab, M. N., Iqbal, I., Riaz, F., Karadag, A., & Tabatabaei, M., 2019. Different Pretreatment Methods of Lignocellulosic Biomass for Use in Biofuel Production.
<https://www.intechopen.com/chapters/67131>
- Cătuță, Mihnea., Elkerbout, Milan., Alessi, Monica., & Egenhofer, Christian., 2020. Biomass and Climate Neutrality.
https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2020/08/PI2020-19_Biomass-and-climate-neutrality.pdf
- Grande, Lucía., Pedroarena, Ivan., Korili, Sophia A., & Gil, Antonio., 2021. Hydrothermal Liquefaction of Biomass as One of the Most Promising Alternatives for the Synthesis of Advanced Liquid Biofuels: A Review.
<https://doi.org/10.3390/ma14185286>
<https://doi.org/10.3390/cleantechnol3010014>
- Mandø, M., 2013. Direct combustion of biomass.
<https://doi.org/10.1533/9780857097439.2.61>
- McKinsey & Company, 2010. Transformation of Europe's Power System until 2050.
https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/dotcom/client_service/epng/pdfs/transformation_of_europe_s_power_system.ashx
- Mengjie, Wang., & Suzhen, Ding., 1994. A Potential Renewable Energy Resource Development and Utilization of Biomass Energy.
<https://www.fao.org/3/t4470e/t4470e0n.htm>
- Omer, A., 2012. Biomass energy resources utilisation and waste management..
https://www.scirp.org/html/16-3000138_16848.htm
- Pang, Shusheng, 2019. Advances in Thermochemical Conversion of Woody Biomass to Energy, Fuels and Chemicals.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.11.004>
- Segneanu, A. et al., 2013. Biomass Extraction Methods.
<https://www.intechopen.com/chapters/44370>
- UNIDO, 2007. Industrial Biotechnology and Biomass Utilisation.
<https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/Industrial%20biotechnology%20and%20biomass%20utilisation%20.pdf>
- US Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, 2021. Bioenergy Basics.
<https://www.energy.gov/eere/bioenergy/bioenergy-basics>
- Zhang, S., Yang, X., Zhang, H., Chu, C., Zheng, K., Ju, M., & Liu, L., 2019. Liquefaction of Biomass and Upgrading of Bio-Oil: A Review.
<http://dx.doi.org/10.3390/molecules24122250>
- Zheng, J., & Rehmann, L., 2014. Extrusion pretreatment of lignocellulosic biomass: a review.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4227255/>

Поглавље 4 – Процеси конверзије енергије биомасе (биоенергије)

О томе

Ово поглавље ће пружити информације о недавним праксама и применама конверзије биомасе у енергију. Овај одељак ће дати боље и дубље разумевање читаоцима о техничким процесима конверзије, укључујући предности и недостатке у погледу економије и животне средине.

У овом поглављу постоје неки циљеви:

- Разумети шта је енергија уопште
- Схватити важност конверзије енергије у погледу коришћења биомасе
- Извршити процену утицаја о предностима и недостатцима процеса
- Разумети различите методе конверзије биомасе у енергију

Биоенергија

Биоенергија је врста енергије која се развија из живих организама као што су биљке, животињско ђубриво, канализација из домаћинства, отпад итд. Постоје различите врсте биоенергије, постоје директно сагоревање, биогориво и биогас који се може користити као електрична енергија, топлота, гас и гориво за неке сврхе.

Биогориво

Биогориво или се такође назива агрогориво су течна горива добијена из пољопривредне или шумске биомасе, било свеже биомасе или органског отпада. Иако фосилна горива потичу из древне биомасе, она се по општеприхваћеној дефиницији не сматрају агрогоривима јер садрже угљеник који је дуго био ван циклуса угљеника. Агрогорива се углавном користе у сектору транспорта, посебно биодизел (агродизел) и биоетанол (агроетанол).

- Биодизел или се такође назива агродизел направљен од биљних уља екстрагованих из уљане репице, соје, уљане палме, сунцокрета и алги, између остalog. Као сировина за агродизел могу се користити и животињске масе из месне индустрије, као и коришћено јестиво уље из ресторана и нуспроизводи производње Омега-3 масних киселина из рибљег уља. Агродизел се може користити као гориво за возила у свом чистом облику, али се обично меша са фосилним дизелом. Агродизел је најчешће течно агрогориво у Европи, где се

користи за испуњавање обавезних циљева за обновљиву енергију у сектору транспорта. Такође се користи у топлотним и електранама као замена за фосилно уље. Семе репице, соја и уљане палме су усеви који се најчешће користе за производњу агродизела у индустријским размерама.

• Етанол (као и пропанол и бутанол) се производе ферментацијом шећера у алкохола који се могу користити као гориво, углавном у возилима. Биоетанол или агроетанол се највише користи. Низ усева са високим садржајем шећера и/или скроба као што су шећерна трска, кукуруз, шећерна репа, пшеница, маниока и слатки сирац се користе као сировине за производњу агроетанола, а шећер и кукуруз су најпопуларнији за индустријску употребу. Агроетанол произведен од лако разградивих шећера и скроба се назива прва генерација. Ово се обично добија из прехранбених усева и стога се директно такмичи са производњом хране. Да би се избегла конкуренција са храном, спроведени су многи експерименти за производњу ензима способних да разбију ћелијске зидове лигнина, целулозе или хеми-целулозе из нпр. дрвеће или слама. Агроетанол на бази ових непрехранбених извора се назива друга генерација. Ово тренутно није економски исплативо иако је индустрија тврдила да је (скоро) спремна да га производи у последњој деценији.

Биогас

Биогас који настаје када микроорганизми варе органски материјал у анаеробним условима (тј. у одсуству кисеоника). Биогас се састоји од приближно $\frac{2}{3}$ метана и $\frac{1}{3}$ угљен-диоксида и могуће малих количина других гасова. Животињско ђубриво, стајњак, органски отпад из домаћинства и индустрије и остаци из пољопривреде су примарни извори за производњу биогаса. У индустријској пољопривреди, биогас се сматра одрживим начином да се избегну непријатни мириси и смањи емисија метана из резервоара за стајњак, док се у исто време производи енергија и пружа додатни приход пољопривредницима. Међутим, за економски одрживу производњу мора се додати биљни материјал из отпадних усева или остатака усева. Када се додају усеви као што је кукуруз (што је чест случај у Европи), обрачун емисија животног циклуса је показао да је производња проблематична у смислу емисије гасова стаклене баште. Биогас се може користити као транспортно гориво или као замена за природни гас у производњи топлотне и електричне енергије. Нуспроизводи се могу користити као ђубриво на пољопривредним земљиштима.

Производни ток биоенергије

Постоје различите методе које се могу користити у производњи биоенергије. Методе су до искоришћења саме биомасе, за производњу биогорива постоје различите методе производње биогаса, и обрнуто.

Методе такође могу бити различите у зависности од материјала који се користе у производњи. Пошто постоје различите врсте метода предтрећмана за различите типове или карактеристике биомасе. Као што је објашњено у Поглављу 3, такође постоје различите врсте метода конверзије коришћења биомасе у енергију, ту су директно сагоревање које се користи за стварање топлоте, гасификација која се користи за стварање биогаса и течност која се користи за стварање биогорива.

Једноставно, ток производње биоенергије се може објаснити овако:

Биомаса >> Припрема (предтрећман и процес конверзије у производ (трговински облици) као што су биогориво и биогас) >> Производ >> Продаја и дистрибуција >> Конверзија (биодизел, биоетанол, биогас) у енергију >> Биоенергија (топлота и енергија)

Производња топлотне и електричне енергије

Директно сагоревање је најчешћи метод за претварање биомасе у корисну енергију. Сва биомаса се може директно сагревати за грејање зграда и воде, за грејање индустријских процеса и за производњу електричне енергије у парним турбинама. Директно сагоревање је најједноставнији и најстарији начин за производњу електричне енергије из биомасе. Системи са директним сагоревањем (или "директним сагоревањем") сагревају биомасу у котловима да би произвели пару под високим притиском. Пара окреће турбину повезану са генератором - истом врстом парног електричног генератора који се користи у електранама на фосилна горива. Како се турбина окреће, генератор се окреће и производи се електрична енергија.

Биомаса >> Котао >> Пара >> Турбина >> Струја

Неке напредне европске земље усвајају високоефикасну опрему за сагоревање, као што је опрема за сагоревање са сумпорним слојем. У опреми се дрво сече на ситне комаде који за врло кратко време прелазе преко сумпоризованог слоја. Након сагоревања, непотпуно изгорели комади дрвета се из система за одвод дима враћају у сумпорисани слој. Комерцијализовани мали и средњи котлови које су развиле ове земље користе дрво и остатке као гориво. Њихова ефикасност може да достигне 50% - 60%.

Уређаји који се користе за директно сагоревање горива на чврсту биомасу крећу се од малих кућних пећи (1 до 10 kW) до највећих котлова који се користе у енергетским и комбинованим термоелектранама (>5 MW). Средњи уређаји обухватају мале котлове (10 до 50 kW) који се користе у грејању породичних кућа, котлове средње величине (50 до 150 kW) који се користе за грејање више породичних кућа или зграда и велике котлове (150 до преко 1 MW) који се користе за даљинско грејање. Међутим, заједничко сагоревање у електранама на фосилна горива омогућава предности великих постројења (>100 MWe) која нису применљива за наменско сагоревање биомасе због ограничене локалне доступности биомасе.

Према Европском удружењу индустрије биомасе, најчешће се користе пећи за сагоревање биомасе:

Табела 3. Често коришћене пећи за сагоревање биомасе

Тип	Типичан распон	Горива	Пепео (%)	Садржај воде (%)
Пећи на дрва	2 - 10 kW	Суви трупци	<2	5 - 20
Котлови на дрва	5 - 50 kW	Дрво трупаца, лепљиви остаци дрвета	<2	5 - 30
Пећи и котлови на пелет	2 - 25 kW	Дрвени пелет	<2	8 - 10
Подстокерске пећи	20 kW - 2.5 MW	Дрвна сечка, дрвени остаци	<2	5 - 50
Пећи са покретном решетком	150 kW - 15 MW	Сва дрвна горива, већина биомаса	<50	5 - 60
Пререне са решетком	20 kW - 1.5 MW	Суво дрво (остаци)	<5	5 - 35
Подстокер са ротирајућом решетком	2 - 5 MW	Дрвна сечка, висок садржај воде	<50	40 - 65
Цигар сагоревач	3 - 5 MW	Бале сена	<5	20
Стационарни флуидизовани слој	5 - 15 MW	Разна биомаса, d < 10 mm	<50	5 - 60
Циркулишучи флуидизовани	15 - 100 MW	Разна биомаса, d <	<50	5 - 60

слој		10 mm		
Горионик прашине, увучени проток	5 - 10	Разна биомаса, d < 5 mm	<5	<20

Подстокер пећи се углавном користе за сечку и слична горива са релативно ниским садржајем пепела, док се пећи са решетком могу применити и за висок садржај пепела и воде. Котлови са стационарним или мехурајућим флуидизованим слојем (SFB) као и са циркулационим флуидизованим слојем (CFB) се примењују за велике примене и често се користе за отпадно дрво или мешавине дрвета и индустријског отпада, нпр. из индустрије целулозе и папира.

Производња биогорива

Биодизел

Биодизел је алтернативно дизел гориво добијено из обновљивих извора. Биодизел је моно алкил естар који се добија из животињске масти или неких врста уља, укључујући биљна уља за кување. Супстанце животињског и биљног порекла су класификоване као извори енергије биомасе. Према Рајалуигаму (2016), угљеник ће бити неутралан када се биодизел користи као гориво, јер је током процеса сагревања количина емисије угљеника једнака животној или биљној апсорбованој током целог животног века. Дакле, емисија ће бити ниска код зеленог сагревања биогорива.

Према Акташу (2020), биодизел се производи реакцијом биљних или животињских уља са алкохолом и катализатором. Такође је нетоксично, биоразградиво и обновљиво дизел гориво. Како су биодизел моно алкил естри, тако биодизел не садржи уље, али се може користити као гориво, било чисто или помешано са дизел уљем било које пропорције (Олmez, 2005).

Према Акташу (2020), постоје неки извори нафте који се могу користити у производњи биодизела:

- Биљна уља: сунцокретово, сојино, репично, шафраново, памук, палмово уље
- Уља за опоравак: нуспроизводи индустрије биљног уља
- Уља за обнављање порекла урбаног и индустријског отпада
- Животињска уља: уља од мраза, рибље уље и уља перади
- Отпадна биљна уља: Коришћена уља за кување

Технологије производње биодизела

Постоје неке главне технологије које омогућавају употребу врста уља и масти као горива у дизел моторима који се обично називају биодизел. Технологије су директна употреба или мешање уља, пиролиза, микро емулзија и трансестерификација. Трансестерификација је метода коју различити истраживачи преферирају за производњу биодизела због бољег квалитета производње.

Директна употреба (разблаживање) или мешање

Процес разблаживања је процес разређивања биљних и отпадних уља мешањем са растворачем или дизел горивом у одређеним размерама. Директна употреба биљних уља се генерално сматра незадовољавајућом и непрактичном за директне и индиректне дизел моторе. Уља која се користе у методи разблаживања производње биодизела; кикирикијево уље, репично уље, сунцокретово уље и отпадна уља. Висок вискозитет, кисели састав, садржај слободних масних киселина, као и формирање гуме услед оксидације и полимеризације током складиштења и сагоревања, наслаге угљеника и згушњавање уља за подмазивање су очигледни проблеми.

Да би се избегли такви проблеми, алтернативни извори горива се директно мешају са конвенционалним фосилним горивима. Ова врста мешања ће побољшати квалитет горива, смањити потрошњу фосилних горива итд., па је takoђе пожељна као најпогоднији начин коришћења алтернативних горива као што су биогорива. Мешавине био-уља и дизела биће у различитим односима као што су 10:1, 10:2, 10:3, итд., (Мендхе, 2015).

Пиролиза

Реч "пиролиза" је изведена од пиро (што се може тумачити као "ватра") и лиза (што се тумачи као "раздавање"). Дакле, пиролиза се може једноставно дефинисати као разлагање или дезинтеграција органских једињења на веома високим температурама, потпомогнута присуством одговарајућег катализатора или одсуством ваздуха. Пиролиза се спроводи на температурном опсегу од 400-600 °C. Процес производи гасове, био-уље и угљен у зависности од брзине пиролизе. Према Гебремаријаму (2017), на основу услова рада, процес пиролизе се може поделити у три подкласе: конвенционална пиролиза, брза пиролиза и флеш пиролиза. Брза пиролиза је она која се користи за производњу био-уља.

Табела 4. Класификација метода пиролизе

Метод	Температура (°C)	Време	Стопа загревања (°C/s)	Главни производи
Конвенционална, спора пиролиза	Средња-висока (400-500)	Дugo 5-30 min	Ниска 10	<ul style="list-style-type: none"> • Гас • Чађ • Биоуље (катран)
Брза пиролиза	Средња-висока (400-650)	Кратко 0.5-2 s	Висока 100	<ul style="list-style-type: none"> • Биоуље • Гасови • Чађ
Ултра брза, флеш пиролиза	Висока (700-1000)	Јако кратко < 0.5 s	Ниска 10	<ul style="list-style-type: none"> • Гасови • Биоуље

Органски материјали који се могу пиролизирати укључују животињске масти, биљна уља, природне триглицериде. Течне компоненте пиролизованих масти и триглицерида укључују биодизел који функционише на исти начин као и нафтни дизел у дизел моторима. Абазадех (2012) је такође известио да је биодизел гориво произведено процесом пиролизе или познато као био-уље погодно за дизел моторе.

Микроемулзификација

Према IUPAC дефиницији, микро-емулзија је дисперзија направљена од воде, уља и сурфактан(а)та који је изотропан и термодинамички стабилан систем са пречником диспергованог домена који варира приближно од 1 до 100 нм, обично 10 до 50 нм. Ма и сарадници (1999) су објаснили да је формирање микроемулзије једно од потенцијалних решења за решавање проблема вискозности биљног уља.

Компоненте микро-емулзије биодизела укључују дизел гориво, биљно уље, алкохол и површински активна средства и побољшивач цетана у одговарајућим размерама. Алкохоли као што су метанол и етанол се користе као адитиви за снижавање вискозитета, виши алкохоли се користе као сурфактанти, а алкил нитрати се користе као побољшивачи цетана. Микроемулзије могу побољшати својства распуштања експлозивним испаравањем састојака ниског кључања у мицелама. Микроемулзија резултира смањењем вискозитета, повећањем цетанског броја и добним карактеристикама прскања у биодизелу. Међутим, као што је указао Паравира (2010), континуирана употреба микроемулгованог дизела у моторима узрокује проблеме као што су забадање игле ињектора, формирање наслага угљеника и непотпуно сагоревање.

Трансестерификација

Трансестерификација је метода која је најпогоднија за производњу биодизела од сировина уља и масти, који хемијски подсећа на нафтни дизел. Овом методом, уља и масти (триглицериди) се претварају у своје алкил естре са смањеним вискозитетом до нивоа близу дизел горива. Овај производ је стога гориво са својствима сличним дизел гориву на бази нафте, што му омогућава да се без модификација користи у постојећим нафтним дизел моторима.

Генерално, трансестерификација је реверзибилна реакција, која се једноставно одвија у суштини мешањем реактаната обично под топлотом и/или притиском. Међутим, ако се реакцији дода нека врста катализатора, процес ће се убрзати. Постоји више начина да се произведе трансестерификација, као што су киселинска катализа, базна катализа, липаза катализована, суперкритична, нано катализа и катализа јонске течности.

Трансестерификација катализована киселином

Трансестерификација катализована киселином била је прва метода икада у историји за производњу биодизела (етил естра) из палминог уља коришћењем етанола и сумпорне киселине. Процес катализован киселином настаје услед реакције триглицерида (масти/уља) са алкохолом у присуству кисelog катализатора да би се формирали естри (биодизел) и глицерол. Ова метода је погодна и економски исплатива у производњи биодизела из извора уља или масти са високим садржајем слободних масних киселина. Међутим, реакција катализована киселином захтева дуже време реакције и вишу температуру од реакције катализоване алкалијама.

Трансестерификација катализована киселином почиње мешањем уља директно са закисењеним алкохолом, тако да се раздаваје и трансестерификација дешавају у једном кораку, при чему алкохол делује и као растворач и као реагенс за естеризацију. Трансестерификацију катализовану киселином треба извршити у одсуству воде, како би се избегло компетитивно формирање карбоксилних киселина које смањују приносе алкил естара. Пошто је трансестерификација равнотежна реакција, увек би требало да буде више алкохола него уља да би се фаворизовала предња реакција за потпуну конверзију уља у алкил естар. Међутим, више алкохола изнад оптималног ће такође изазвати неке додатне трошкове за одвајање више произведеног глицерола од алкил естра и зато увек треба да постоји оптимизација односа за ефикасну производњу.

Сумпорна киселина, сулфонска киселина и хлороводонична киселина су уобичајени кисели катализатори, али се најчешће користи сумпорна киселина. Постоје предности и недостаци методе трансестерификације катализоване киселином.

Предности су:

- Даје релативно висок принос
- Неосетљив на садржај FFA у сировини, стога је пожељан метод ако се користи сировина ниског квалитета
- Естерификација и трансестерификација се дешавају истовремено
- Мање енергетски интензиван

Недостаци су:

- Корозивност киселина оштећује опрему
- Већа количина слободног глицерола у биодизелу
- Захтева рад на вишеј температури, али мање од суперкритичне
- Релативно тешко одвајање катализатора од производа
- Има спорију стопу производње (релативно је потребно дуже време)

Трансестерификација катализована базом

Процес трансестерификације катализован алкалном или базом је реакција триглицерида (масти/уља) са алкохолом у присуству алкалних катализатора као што су алкоксиди и хидроксиди алкалних метала, као и натријум или калијум карбонати да би се формирали естри (биодизел) и глицерол. Трансестерификација катализована базом је много бржа од трансестерификације катализоване киселином и мање је корозивна за индустријску опрему и стога се најчешће користи комерцијално. Међутим, присуство воде и велике количине слободне масне киселине у сировини доводи до сапонификације уља, а самим тим и до непотпуне реакције током процеса алкалне трансестерификације са накнадним формирањем емулзије и потешкоћама у одвајању глицерола. Главни недостатак који настаје услед реакције сапонификације је потрошња катализатора и повећана потешкоћа у процесу сепарације, што доводи до високих трошкова производње.

Генерално, базни катализатори испољавају много већу каталитичку активност него кисели катализатори у реакцији трансестерификације, али су селективно погодни за добијање биодизела само из рафинисаних уља са ниским садржајем слободних масних киселина (FFA) обично мањим од 0,5%. Ефикасна производња биодизела коришћењем трансестерификације базном катализом не зависи само од квалитета сировине, већ зависи и од кључних варијабли реакционих операција као што су моларни однос алкохола и уља, температура реакције, брзина мешања, време реакције, тип и концентрацију катализатора и такође на врсту алкохола који се користи (обично метанол).

Натријум хидроксид, калијум хидроксид и натријум метоксид су катализатори који се обично користе у трансестерификацији катализованој базом. Натријум хидроксид је углавном пожељнији због његове средње каталитичке активности и

много ниже цене. Постоје предности и недостаци методе трансестерификације катализоване базом.

Предности су:

- Вежа брзина реакције од трансестерификације катализоване киселином
- Реакција се може јавити у условима благих реакција и мање енергетских
- Уобичајени катализатори као што су NaOH и KOH су релативно јефтини и широко доступни
- Мање корозивно

Недостаци су:

- Осетљив на садржај FFA у уљу
- Сапонификација уља је главни проблем због квалитета сировине
- Опоравак глицерола је тежак
- Алкалне отпадне воде
- Генерисано захтева третман

Трансестерификација катализована липазом

Процес трансестерификације катализован липазом је реакција триглицерида (масти/уља) са алкохолом у присуству ензима липазе као катализатора за формирање естара (биодизел) и глицерола. Трансестерификација катализована липазом је други начин трансестерификације уља и масти за производњу биодизела коришћењем ензима код којих нема проблема са понификацијом, пречишћавањем, прањем и неутрализацијом, тако да је то увек пожељна метода из ових перспектива. Међутим, проблеми повезани са ензимским катализаторима су њихова већа цена и дуже време реакције.

Липазе за њихову активност трансестерификације на различитим уљима могу се наћи из различитих извора. Способност коришћења свих моно, ди и триглицерида, као и слободних масних киселина, ниска инхибиција производа, висока активност и принос у неводеним медијима, мало време реакције, могућност поновне употребе имобилисаног ензима, отпорност на температуру и алкохол су најпожељније карактеристике липаза за трансестерификацију уља за производњу биодизела. Ензими су обично имобилисани ради бољег пуњења ензима, активности и стабилности. Одабир и дизајнирање матрице за подршку су важни у имобилизацији ензима. С тим у вези, постоји неколико начина за имобилизацију ензима.

Постоје предности и недостаци методе трансестерификације катализоване липазом.

Предности су:

- Неосетљив на FFA и садржај воде у уљу, стога је пожељан када се користи сировина ниског квалитета
- Изводи се на ниској температури реакције
- Пречишћавање захтева једноставан корак, омогућавајући лако одвајање од нуспроизвода, глицерола
- Даје производ високе чистоће (естре)
- Омогућава поновну употребу имобилизованог ензима

Недостаци су:

- Цена ензима је обично веома висока
- Даје релативно низак принос
- Потребно је велико време реакције
- Проблем инактивације липаза изазваног метанолом и глицеролом

Трансестерификација катализована јонском течношћу

Јонске течности су органске соли састављене од анјона и катјона који су течни на собној температури. Катјони су одговорни за физичка својства јонских течности (као што су тачка топљења, вискозитет и густина), док анјон контролише њена хемијска својства и реактивност. Њихова јединствена предност је у томе што се, док су синтетизовани, могу модерирати како би одговарали потребним реакционим условима.

Међу различитим могућим типовима јонских течности за катализу реакције трансестерификације за производњу биодизела, јонске течности састављене од 1-н-бутил-3-метилимидазолијум катјона су једињења која се највише проучавају и расправљају. Гу и сарадници (2014) су закључили да се трансестерификација катализована јонском течношћу показала ефикасном и која штеди време за припрему биодизела из сојиног уља.

Предности ове методе су:

- Лако одвајање финалних производа због формирања двофазних.
- Ефикасно и штеди време
- Док се припремају катализатори, њихова својства могу бити дизајнирана тако да одговарају одређеним потребама
- Катализатор се може лако одвојити и поново употребити много пута
- Висока каталитичка активност, одлична стабилност

Недостаци ове методе су:

- Висока цена производње јонске течности
- Захтева релативно више алкохола за ефикасан принос

Биоетанол

Биоетанол се сматра потенцијалном заменом за конвенционални бензин и може се користити директно у возилима или мешати са бензином, чиме се смањује емисија гасова стаклене баште и потрошња бензина. Биоетанол (E100) се може користити за директну примену. Међутим, постоји потешкоћа при покретању мотора јер ће се мотор покренути на ниским температурама или хладном времену, јер E100 треба више топлоте за испаравање.

Предности биоетанола укључују високу октану која резултира повећаном ефикасношћу и перформансама мотора, ниском тачком кључања, широком запаљивошћу, вишем степеном компресије и топлотом испаравања, упоредивим енергетским садржајем, смањеним временом сагоревања и мотором са сиромашним сагоревањем.

Постоје неки извори који се могу користити у производњи биоетанола:

- Извор прве генерације долази из јестивих сировина:
 - Кукуруз
 - Шећерна трска
- Извор друге генерације долази од лигноцелулозе као сировине:
 - Свитцхграсс
 - Кукурузна стабљика
 - Дрво
 - зељасте културе
 - Отпадни папир и производи од папира
 - Остаци пољопривреде и шумарства
 - Отпад из фабрике целулозе и папира
 - Чврсти комунални отпад
 - Отпад прехрамбене индустрије
- Извор треће генерације потиче од алги као сировине, постоје врсте алги са високом продуктивношћу:
 - *Nannochloropsis Oculata*
 - *Tetraselmis suecica*
 - *Scenedesmus dimorphus*
 - *Porphyridium cruentum* (морска вода)
 - *Porphyridium cruentum* (слатка вода)
 - *Padina Tetrastromatica*

Биоетанол се може користити у неким апликацијама као што су:

- Гориво за транспорт
- Гориво за производњу енергије из термичког сагоревања
- Сировина у хемијској индустрији
- Гориво у когенерационим системима

Процес производње биоетанола

Производња биоетанола је укључивала предтретман, хидролизу и ферментацију. Постоје неке врсте процеса претходног третмана који се обично користе у производњи биоетанола, као што су традиционални предтретман и напредне методе претходног третмана за лигноцелулозу. У процесу хидролизе лигноцелулозна биомаса може бити катализована или ензимима или киселином. У технологијама ферментације постоје неке његове врсте, као што су процес шаржне ферментације, процес континуиране ферментације, процес шаржне ферментације, одвојена хидролиза и ферментација (СХФ), истовремена сахарификација и ферментација (ССФ), истовремена сахарификација и коферментација (ССЦФ) и консолидована биопроцесирање (ЦБП).

**Лигноцелулозна биомаса >>> Предтретман >>> Хидролиза >>>
Ферментација >>> Дестилација >>> Биоетанол/етанол**

Процес предтретмана

Процес претходног третмана лигноцелулозне биомасе ће помоћи да се одвоји целулоза која се обично налази у матрици полимера који се састоји од хемицелулозе и лигнина. Ова сепарација целулозе помаже процесу хидролизе – јер постаје приступачнија и лакша за производњу мономера шећера у хидролизи. Ако нема претходног третмана, процес хидролизе неће бити ефикасан јер ће се ензим само везати за површину лигнина.

Постоје неке предности процеса претходног третмана:

- Помаже у спречавању разградње шећера (пентоза)
- Обезбеђивање одрживости производње биоетанола, као што су величина реактора, топлотна и енергетска потреба
- Минимизирајте стварање инхибитора који могу смањити принос хидролизе и ферментације од шећера до етанола

Традиционални предтретман

Постоје 4 различите методе претходног третмана као што су:

- Физички предтретман – У физичком претходном третману, лигноцелулозна биомаса се разлаже на мале величине, овај предтретман укључује млевење, млевење, екструзију и зрачење. Ова метода ће повећати површину и величину пора биомасе што може повећати ефикасност ензимске хидролизе. Физички предтретман се може комбиновати са хемијским предтретманом како би се повећала ефикасност деконструкције лигноцелулозе (Едех, 2020).

- Хемијски предтretман – хемијски предtretман укључује киселинске, алкалне (базне) и оксидативне методе. Међутим, хемијски предtretман је веома осетљив и селективан у односу на типове сировине. Хемијска предtretман је веома ефикасна, али за то су потребни посебни услови рада и околина, а такође и производ из ове методе захтева посебно одлагање.
- Физичкохемијски предtretман – У физичкохемијском третману се заправо комбинују и физички и хемијски предtretmани.
- Биолошки предtretман – У биолошком претходном третману су укључени микроорганизми као што су гљива беле трулежи, браон трулеж, гљивице меке трулежи и бактерије да разграђују лигноцелулозну биомасу за даљу хидролизу.

Напредни предtretман

Овај третман се обично назива предtretман фракционисањем лигноцелулозе (Edex, 2020). Овај третман је имао за циљ смањење трошкова процеса предtretmana у производњи биоетанола. Овај процес се постиже коришћењем целулозних растворача који су у стању да побољшају одвајање целулозе, хемицелулозе и лигнина у биомаси лигноцелулозе.

Постоје 2 различите напредне методе лечења:

- Фракционисање посредовано киселином – овај метод користи растворач целулозе као што је фосфолна киселина, ацетон или етанол, и ради на 1 атм и 50 оЦ за одвајање лигноцелулозне биомасе. Ова метода се ефикасно користи за предtretman неке лигноцелулозе као што су бамбус, кукурузна трска, шећерна трска, трава и слонова трава (Sathisuxanox, 2011).
- Фракционисање на бази јонске течности (ILF) – Јонске течности су једноставно раствори соли који се састоје од значајне количине органских катјона и мале количине неорганских ањона у облику течности на собној температури. Ова метода се користи за фракционисање лигноцелулозе да би се добиле специфичне, пречишћене и полимерне сировине које су нетакнуте и које се лако одвајају и користе као копроизводи са додатном вредношћу (Edex, 2020).

Хидролиза

Хидролиза је важан процес у производњи биоетанола. Хидролиза се радила након претходног третмана лигноцелулозне биомасе која се већ разградила на полимерне угљене хидрате (целулозу и хемицелулозу). Ова фаза ће разградити полимере угљених хидрата до мономера шећера. Процес хидролизе се може користити са киселом или ензимском катализом.

Хидролиза катализована киселином је метода која се обично користи у производњи биоетанола. Киселине које се често користе у овој хидролизи су H_2CO_4 и HCl високе концентрације и ниске температуре. Резултат ове методе је

опоравак од 90% шећера у кратком временском периоду. Међутим, овај метод има неке предности као што су висока цена, тешкоћа у обнављању киселине, контроли и одлагању.

Хидролиза катализована ензимима је још један метод у процесу хидролизе за производњу биоетанола. Овај процес користи ензиме као што су Цлостридиум, целуломонас, Ервина, Тхермоаспора, Бацтероидес, Бациллус, Руминоцоцкус, Ацетовибрио и Стрептомицес. Друге укључују гљиве као што су Трицходерма, Пеницилиум, Фусариум, Пханероцхаете, Хумицола и Сцихизопхилум сп. (Едех, 2020). А најчешће коришћени микробни ензим је Трицходерма сп. (Имран, 2016). Ова метода има предности као што је висок опоравак шећера. Међутим, постоје неки фактори који утичу на резултат, као што су pH, оптерећење ензима и време, температура и концентрација супстрата. Недостатак ове методе је висока цена производње, јер су ензими скучи.

Процес ферментације

Ферментација је биолошки процес који претвара мономерне шећерне производе из хидролизе у етанол, киселине и гасове. Овај метод користи квасац, гљивице и бактерије. У овом процесу, најчешће коришћени микроорганизам је квасац, посебно Саццхаромицес церевисијае, јер овај микроорганизам има висок принос етанола и високе границе толеранције (Surendhiran, 2019).

Постоје неке технологије у процесу ферментације за производњу биоетанола као што су шаржна, шаржна, континуирана и ферментација у чврстом стању, истовремена сахарификација и ферментација (CCF), истовремена сахарификација и ко-ферментација (CCCF), не-изотермна истовремена сахарификација и ферментација, истовремена сахарификација, филтрација и ферментација, и консолидована биопрорада (ЦБП).

Процес шаржне ферментације

Ово је најосновнији процес ферментације у производњи биоетанола, јер се лако контролише и има више посуда. Процес подразумева додавање супстрата, микроорганизама, медијума за културу и хранљивих материја на почетку рада у затвореном систему под повољним условима у унапред одређено време. Производи се повлаче тек на крају времена ферментације. Међутим, недостаци овог процеса су низак принос, дugo време ферментације и велики рад, па је овај процес непривлачен за комерцијалну производњу.

Континуирани процес ферментације

Овај процес укључује додавање супстрата, медијума за културу и хранљивих материја у ферментор који садржи активне микроорганизме и континуирано

извлачење производа. Предности континуираног процеса ферментације су висока продуктивност, мале запремине ферментора и ниски инвестициони и оперативни трошкови (Јаин, 2014). Дуго време култивације је недостатак овог процеса јер је потенцијално смањење способности квасца да подржи етанол. Предности су ниска капитална улагања, висока продуктивност и мале запремине ферментора.

Процес серијске ферментације

Према Едех-у (2020), Цхандел-у (2007) и -у (2019), процес шаржне ферментације са напајањем је комбинација шаржног и континуираног процеса ферментације који укључује пуњење супстрата у ферментор без уклањања медијума. У поређењу са другим процесима ферментације, шаржни процес са напајањем има већу продуктивност, више раствореног кисеоника у медијуму, краће време ферментације и нижи токсични ефекат медијума. Недостатак је што је продуктивност етанола ограничена концентрацијом ћелијске масе и брзином хране.

Одвојена хидролиза и ферментација (СХФ)

Према Едех (2020), Азхар (2017) и Тавва (2016), ензимска хидролиза је одвојена од ферментације омогућавајући ензимима да раде на високој температури и ферментационим микроорганизмима да функционишу на умереној температури за оптималне перформансе. Пошто хидролитички ензими и ферментациони организми функционишу у својим оптималним условима, очекује се да ће продуктивност етанола бити висока. Недостаци СХФ-а су високи капитални трошкови, посебно зато што су потребна два реактора, захтев за великим реакционим временом и могућност ограничавања ћелијских активности шећерима који се ослобађају током корака хидролизе.

Истовремена сахарификација и ферментација (ССФ)

Симултана сахарификација и ферментација (ССФ) где се сахарификација целулозе и ферментација мономерних шећера обављају у истом реактору истовремено (Растоги, 2018). Према Едеху (2020), недостатак ССФ-а је варијација у оптималној температури која је потребна за ефикасан рад целулазе и микроорганизама током хидролизе, односно ферментације.

Истовремена сахарификација и коферментација (ССЦФ)

Ово укључује спровођење хидролизе и сахарификације у истој јединици уз коферментацију шећера пентозе. Обично се користе генетски модификовани сојеви Саццхаромицес цревисиае који могу ферментирати ксилозу јер нормални Саццхаромицес цревисиае не могу ферментирати пентозни шећер

(Бондессон, 2016). Као и ССФ, ССЦФ има предности ниже цене, већег приноса етанола и краћег времена обраде (Цхандел, 2007).

Консолидована биолошка обрада (ЦБП)

Према Хасунуми (2012), овај процес захтева да се производња ензима, хидролиза и ферментација изводе у једној јединици. Микроорганизам који се најчешће користи у овом процесу је Цлостридиум тхермоцеллум јер има капацитет да синтетише целулазу која разграђује лигноцелулозу до мономерних шећера и производи етанол. Иако је ЦБП још увек у почетној фази, идентификоване су следеће предности: мање енергетски интензивна, јефтинија цена ензима, ниска цена инвестиције, мања могућност контаминације (Едех, 2020).

Производња биогаса

Према Европској агенцији за животну средину, биогас је врста гаса, богата метаном, који се производи ферментацијом животињске балеге, људске канализације или остатака усева у херметички затвореној посуди. Једноставно, биогас је гориво у облику гаса које се производи анаеробним процесом из биомасе. Анаеробни процес у производњи биогаса је процес метаногенезе (производње метана) без присуства кисеоника.

Метан је гас стаклене баште и такође угљоводоник који је примарна компонента природног гаса. Међутим, метан се може произвести у анаеробном процесу из извора биомасе као што су отпад и канализација – дакле, не долази само из природног гаса (фосилног горива).

У просеку, биогас садржи:

- 55-80% метана (CH_4)
- 20-40% угљен-диоксида (CO_2).
- Гасови у траговима, укључујући токсични водоник-сулфид и азот-оксид.

У производњи метана постоје 4 битна корака као што су хидролиза, ацидификација, ацетогенеза и метаногенеза. Ови кораци се сastoје у процесу анаеробног варења. У процесу анаеробне дигестије, постоје 2 различите методе, укључујући једностепени и двостепени рад. Међутим, једностепени је мање ефикасан, али је једноставан. Многи истраживачи су препоручили двостепени рад, јер је ефикаснији у погледу времена задржавања производње биогаса.

Према Европској комисији (2017), у Европи енергетски усеви (углавном кукуруз) обезбеђују око половину производње биогаса (318 ПЈ, 7,6 Мтоe), затим депоније (114 ПЈ, 2,7 Мтоe), органски отпад (укључујући комунални отпад) (86 ПЈ, 2,0 Мтоe), канализациони муль (57 ПЈ, 1,3 Мтоe) и стајњак (46 ПЈ, 1,1 Мтоe).

Испод је једноставна шема тока производње биогаса:

Сировина >> Предтretман >> Процес анаеробне дигестије >> Сирови биогас >> Пречишћавање >> Складиштење >> Дистрибуција

Процес предтretмана

Слично процесу производње биоетанола, потребна је предтretман у производњи биогаса. У производњи биогаса, предтretман има за циљ да отвори структуру супстрата која може повећати принос биогаса. Предтretман ће побољшати ефикасност и квалитет резултата анаеробне дигестије. Постоји 5 различитих метода претходног третмана, као што су физички, хемијски, термички, биолошки и комбиновани.

Физичке методе претходног третмана

У физичком претходном третману, структура биомасе ће бити разбијена употребом физичке сile. Овај предтretман се користи да би се биомаса лако обрадила у анаеробном дигестору јер је биомаса подложна микробним и ензимским процесима. Постоје различите врсте физичких метода претходног третмана као што су:

- Глодање
- Кавитација
- Микроталасно зрачење
- Екструзија

Метода термичке прераде

Према Едеху (2020), термичка предтretман побољшава хидролизу, са повећаним приносом метана током накнадне анаеробне дигестије. Проучаван је широк распон температура, у распону од 60 до 270°C, али је утврђено да су температуре изнад 200°C одговорне за производњу непослушних растворљивих органских материја или токсичних/инхибиторних међупроизвода током процеса претходног третмана (Вилсон, 2009).

Методе хемијског претходног третмана

Постоје неке врсте хемијских метода претходног третмана које се могу користити у процесу производње биогаса, као што су:

- Предтretман киселином Алкални предтretман
- Оксидативни предтretман
- Предтretман озонирањем

Биолошки предтretман

Биолошки посредован процес предтretмана заснива се на функцији више облика хетеротрофних микроба (Едех, 2020). Предтretман гљивица побољшава разградњу лигнина и хемицелулозе и стога доводи до повећане сварљивости целулозе, што је пожељно неопходно за процес анаеробне варења. Неколико класа гљивица, укључујући смеђе, беле и меке гљиве, коришћено је за предтretман лигноцелулозне биомасе за производњу биогаса, при чему су гљиве беле трулежи најефикасније.

Комбиноване методе претходног третмана

Постоје различите врсте комбинованих метода претходног третмана као што су:

- Експлозија паре
- Физичко-хемијски
- Експанзија амонијачних влакана

Технологије анаеробне дигестије

Вишестепени анаеробни систем за варење је ефикаснији у погледу квалитета и перформанси производа. Стандардни вишестепени анаеробни дигестивни систем је двостепени систем са киселином/гасом (АГ), у коме су кораци формирања киселине (хидролиза и ферментација испарљиве киселине) физички одвојени од корака стварања гаса (формирање метана) тако што се спроводи у одвојеним резервоарима за варење. Да бисмо дизајнирали било који анаеробни дигестор, морамо да решимо три основна захтева као што су: да произведемо велику количину висококвалитетног биогаса – у стању да континуирано подноси високу стопу органског пуњења; и да има кратко време хидрауличког задржавања да би имао мању запремину реактора.

Прва фаза, позната као дигестор примарне или киселе фазе, састоји се од хидролизе и првог корака производње киселине, у којем ацидогене бактерије претварају органску материју у растворљива једињења и испарљиве масне киселине. Друга фаза, позната као секундарни или метански дигестор, састоји се од даље конверзије органске материје у сирћетну киселину кроз ацетогенезу, као и корак формирања метана, у којем метаногене бактерије претварају растворљиву материју у биогас.

Према ЕПА (2006), постоје предности вишестепене анаеробне дигестије у односу на једностепену анаеробну дигестију, укључујући:

- Вишестепени системи захтевају мању запремину дигестора за руковање истом количином улазне запремине јер имају ниже време задржавања и дозвољавају веће стопе пуњења од једностепених система.

- Вишестепени системи су постигли смањење ВС, што обезбеђује бољу контролу мириса.
- Вишестепени систем се може конфигурисати да смањи проблеме са пеном.
- Вишестепени системи смањују кратак спој чврстих материја одвајањем фаза и оптимизацијом времена задржавања у свакој фази.

Недостаци:

- Захтеви за цевоводе за вишестепени систем, рад и одржавање су сложенији од оних за једностепени систем.

Постоје различите врсте дигестора, који се углавном користе у индустрији која укључује вишестепене системе:

- Реактори са мешаним резервоаром са сталним протоком (ЦСТРс)
- Анаеробни утични реактори (АПФР)
- Анаеробни контактни реактор (АЦР)
- Биофилмови
- Серијски реактори
- Анаеробни реактор са преградама (АБР)
- Хибридни биореактор
- Узлазни анаеробни покривач муља (УАСБ)

РЕФЕРЕНЦЕ

- Achinas, Spyridon., Achinas, Vasileios., & Euverink, Gerrit Jan Willem., 2017. A Technological Overview of Biogas Production.
<http://www.engineering.org.cn/en/10.1016/J.ENG.2017.03.002>
- Aktas, Ezgi Sühel., Demir, Özlem., & Uçar, Deniz., 2020. A Review of The Biodiesel Sources and Production Methods.
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/941575>
- Ayoola, A.A., et. al., 2020. Biodiesel Fuel Production Processes: A Short Review.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1107/1/012151/pdf>
- Azhar, Siti Hajar Mohd., et. al., 2017. Yeasts in sustainable bioethanol production: A review.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405580816302424>
- Bondesson, PM., & Galbe, M., 2016. Process design of SSCF for ethanol production from steam-pretreated,
Liu, Chen-Guang., et. al., 2019. Cellulosic ethanol production: Progress, challenges and strategies for solutions.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975019300382?casa_token=1vuUsBucisAAAAA:NZegYefhU8CAW8lbn02a6jfX3mfim7geCUPr2NMmgUZLXzlcu26m_iuKgT0aF-Eh8fgCP2oUTA
- M, Rastogi., & S, Shrivastava., 2018. Current Methodologies and Advances in Bio-ethanol Production.
<https://crimsonpublishers.com/jbb/fulltext/JBB.000505.php>
- Origin Energy, 2018. Biomass to Bioenergy.
<https://www.originenergy.com.au/blog/biomass-to-bioenergy/>
- Özçimen, D., & Yücel, S., 2011. Novel Methods in Biodiesel Production.
<https://www.intechopen.com/chapters/17489>

- acetic-acid-impregnated wheat straw.
<https://doi.org/10.1186/s13068-016-0635-6>
- Camia, A., Robert, N., Jonsson, K., Pilli, R., Garcia Condado, S., et. al., 2018. Biomass production, supply, uses and flows in the European Union: First results from an integrated assessment.
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC109869>
- Chattopadhyay, Soham., & Sen, Ramkrishna., 2020. Materials and Methods for Biodiesel Production.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-38881-2_7
- Dunford, Nurhan., 2016. Biodiesel Production Techniques. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/biodiesel-production-techniques.html>
- Edeh, I., 2020. Bioethanol Production: An Overview.
<https://www.intechopen.com/chapters/74319>
- Environmental & Energy Study Institute, 2017. Fact Sheet Biogas: Converting Waste to Energy.
<https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-biogasconverting-waste-to-energy>
- EPA, 2006. Biosolids Technology Fact Sheet: Multi-Stage Anaerobic Digestion.
<https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-11/documents/multistage-anaerobic-digestion-factsheet.pdf>
- European Biogas Association, 2018. Overview on key EU policies for the biogas sector.
<https://www.europeanbiogas.eu/overview-on-key-eu-policies-for-the-biogas-sector/>
- European Biomass Industry Association, 2021. Combustion. <https://www.eubia.org/cms/wiki/biomass/combustion/>
- European Commission, 2016. Optimal use of biogas from waste streams.
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ce_delft_3g84_biogas_beyond_2020_final_report.pdf
- Eyl-Mazzega, Marc-Antoine., & Mathieu, Carole., 2019. Biogas and Biomethane in Europe: Lessons from Denmark, Germany and Italy.
https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/mathieu_eyl-mazzega biomethane 2019.pdf
- Gebremariam, Shemelis Nigatu., & Marchetti, J. M., 2017. Biodiesel Production Technologies: Review.
- Pasha, M.K., Dai, L., Liu, D., et. al., 2021. An overview to process design, simulation and sustainability evaluation of biodiesel production.
<https://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13068-021-01977-z>
- Pietrangeli, B., & Lauri, R., 2018. Biogas Production Plants: A Methodological Approach for Occupational Health and Safety Improvement.
<https://www.intechopen.com/chapters/58439>
- Queensland Government, 2021. Biogas Production.
<https://www.business.qld.gov.au/industries/mining-energy-water/energy/renewable/projects-queensland/starting-biogas-project/biogas-production>
- Rajalingam, A., Jani, S. P., Kumar, A. Senthil., & Khan, M. Adam., 2016. Production Methods of Biodiesel.
https://www.researchgate.net/publication/306140139_Production_methods_of_biodiesel
- Ravindra, Pogaku., et. al., 2007. Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal.
<https://academicjournals.org/journal/BMBR/article-abstract/3B685B910909>
- Roman, K., Barwicki, J., Hryniecicz, M., Szadkowska, D., & Szadkowski, J., 2021. Production of Electricity and Heat from Biomass Wastes Using a Converted Aircraft Turbine AI-20.
<https://doi.org/10.3390/pr9020364>
- Ryms, Michal., et. al., 2013. Methods of Liquid Biofuel Production - The Biodiesel Example.
http://tchie.uni.opole.pl/PECO13_2/EN/RymsLewandowski_PECO13_2.pdf
- Salihu, Aliyu., & Alam, Md. Zahangir., 2016. Pretreatment Methods of Organic Wastes for Biogas Production.
<https://scialert.net/fulltext/?doi=jas.2016.124.137>
- Sathitsuksanoh, N., Zhu, Z., Wi, S., Zhang, & YH., 2011. Cellulose solvent-based biomass pretreatment breaks highly ordered hydrogen bonds in cellulose fibers of switchgrass.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20967803/>
- Scarlat,Nicolae., Dallemand, Jean-François., & Fahl, Fernando., 2018. Biogas: Developments and perspectives in Europe.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811830301X>
- Surendhiran, Duraiarasan., & RazackSirajunnisa, Abdul., 2019. Role of Genetic Engineering in Bioethanol Production From Algae.

- <https://www.researchgate.net/publication/316867804>
Biodiesel production technologies Review
- Hasunuma, Tomohisa., Kondo, Akihiko., 2012. Consolidated bioprocessing and simultaneous saccharification and fermentation of lignocellulose to ethanol with thermotolerant yeast strains.
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2012.05.004>
- Imran, M., et. al., 2016. Cellulase Production from Species of Fungi and Bacteria from Agricultural Wastes and Its Utilization in Industry: A Review.
<https://doi.org/10.4236/aer.2016.42005>
- Jain, Anjali., & Chaurasia, Satyendra P., 2014. Bioethanol Production in Membrane Bioreactor (MBR) System: A Review.
https://www.ripublication.com/ijerd_spl/ijerdv4n4spl_18.pdf
- Janiszewska, Dorota., & Ossowska, Luiza., 2020. Biomass as the Most Popular Renewable Energy Source in EU.
<https://www.ersj.eu/journal/1640/download>
- Karupiah, T., & Azariah, V. E., 2019. Biomass Pretreatment for Enhancement of Biogas Production.
<https://www.intechopen.com/chapters/65202>
- Kasinath, Arcana., et. al., 2021. Biomass in biogas production: Pretreatment and codigestion.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121007887>
- Korbag, I., et al., 2020. Recent Advances of Biogas Production and Future Perspective.
<https://www.intechopen.com/chapters/72920>
- Kucukkara, Berk., Yaldiz, Osman., Sozer, Salih., & Ertekin, Can., 2011. Biogas Production from Agricultural Wastes in Laboratory Scale Biogas Plant.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/118929>
- Lebuhn, M., Munk, B. & Effenberger, M., 2014. Agricultural biogas production in Germany - from practice to microbiology basics.
<https://energsustainsoe.biomedcentral.com/articles/10.1186/2192-0567-4-10>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128137666000187>
- Tavva, S.S. Mohan Dev., et. al., 2016. Bioethanol production through separate hydrolysis and fermentation of Parthenium hysterophorus biomass.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115303517?casa_token=jhqY659ts1MAAAAAA:Xq8Lca2aXteSxTL97PiRxQjqW88YEJS5nHfacIAiaB6X9_O3POjZGOSOG1R3uuGHYvVIPccfCQ
- Teferra, Demsew., & Wubu, Wondwosen., 2018. Biogas for Clean Energy.
<https://www.researchgate.net/publication/330953118>
Biogas for Clean Energy/figures?lo=1
- UN Climate Technology Centre & NEtwork, 2021. Biomass Combustion and Cofiring for Electricity and Heat. <https://www.ctc-n.org/technologies/biomass-combustion-and-co-firing-electricity-and-heat>
- US. Environmental Protection Agency, 2007. Biomass Combined Heat and Power Catalog of Technologies.
https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/biomass_combined_heat_and_power_catalog_of_technologies_v.1.1.pdf
- Viaspace, 2021. Direct Combustion in Biomass Power Plants. <http://www.viaspacegreenenergy.com/direct-combustion.php>
- Wilson, Christopher., & Novak, John T., 2009. Hydrolysis of macromolecular components of primary and secondary wastewater sludge by thermal hydrolytic pretreatment.
<https://www.researchgate.net/publication/223004268>
Hydrolysis_of_macromolecular_components_of_primary_and_secondary_wastewater_sludge_by_thermal_hydrolytic_pretreatment

Поглавље 5 - Процеси развоја пројеката за биомасу

О томе

Ово поглавље ће представити преглед процеса развоја са становишта како власника пројеката тако и професионалних програмера пројеката. Он ће пружити концепт пројекта биомасе, описати сложеност таквих пројекта, представити укључене заинтересоване стране и размотрити фазе развоја и имплементације пројекта.

У овом поглављу постоје неки циљеви:

- Разумети основе развоја пројекта биомасе у енергију
- У стању да опише сложеност развоја пројекта
- Разумети фазе пројекта претварања биомасе у енергију
- Разумети који типови заинтересованих страна и других професионалаца могу бити укључени у пројекат

Концепт пројекта биомаса-енергија

Биомаса је један од ресурса који највише обећава за производњу обновљиве енергије. Према Светској банци (2017), коришћење биомасе има неке предности као што су:

- Снабдевање јефтинијим и стабилнијим енергетским ресурсима - као што су електрична енергија, пара и топлота за индустријски процес или било коју врсту операције која захтева стално снабдевање енергијом.
- Развијати и унапређивати економичност пословања и пословања извозом вишкова енергије - електричне, топлотне или паре произведене из биомасе.
- Обезбедити опције обновљиве енергије које могу бити решење за животну средину, локалну заједницу и/или саму индустрију.
- Смањите емисије гасова стаклене баште заменом биомасом заснованих на фосилним изворима енергије као што су нафта, угаљ и природни гас.
- Смањите потенцијални отпад из индустријског и пољопривредног сектора који се одлаже на депонију користећи их као енергетску сировину.

Пројекти претварања биомасе у енергију могу имати позитиван утицај на потражњу за енергијом. Постоје две врсте енергије коју добијамо из производње биоенергије:

- Употреба за производњу електричне енергије, топлоте или паре за кућну потрошњу
- Употреба за унутрашњу потрошњу, а вишак у пословне сврхе - као што је извоз електричне енергије, топлоте или паре за другу употребу енергије.

Најважнија тачка за развој пројекта биомасе је снабдевање биомасом доволно или не за дугорочну производњу. Такође, програмер пројекта мора да објасни финансијску одрживост – јер ће то имати велики утицај на инвеститоре. Ако носилац пројекта не успе да обезбеди доступност биомасе и финансијску одрживост пројекта биоенергије, никада неће добити пројекат у ефективној финансијској фази.

Међутим, да бисте израчунали доступност и финансијску одрживост, објашњено испод у табели 5.1. техничку одрживост за производњу биоенергије на основу минималне количине потребне биомасе и доступне технологије засноване на COWI

Технологија	1-1.5 MWe	5-10 MWe	10-40 MWe
	Минимални унос биомасе (тоне/дан)		
Постројења за сагоревање користе водени/парни котао	20-100	100-200	200-900
Постројења за сагоревање користе ORC технологију	50-200	200-500	n/a
Производња биогаса са гасним мотором	40-200	n/a	n/a

Фазе пројекта

Постоје две различите фазе пројекта као што су припрема и имплементација пројекта. Према Свјетској банци (2017.),

Припремна фаза

1. Постоје 4 различите фазе припремне фазе развоја биоенергетског пројекта, и то:

Пројектна идеја

Неопходна је припрема детаљне концептуалне идеје пре других студија и развоја пројекта. Идеја пројекта је потребна да би се осигурало да је главна идеја изводљива за имплементацију - укључујући еколошку, социјалну и финансијску. Ресурси биомасе, локална питања, национални прописи и коришћење биоенергије могу бити део главног разматрања пројектне идеје. Детаљан преглед пројектне идеје и концепта је објашњен горе (претходни одељак).

2. Претходна студија изводљивости

Предстудија изводљивости има за циљ да на почетку измери потенцијал имплементације и улагања пројекта. Постоје неке тачке које треба узети у обзир у претходној студији изводљивости, као што су:

1. Опис ресурса горива биомасе (количина, карактеристике, цена, транспорт, логистика, потреба за допунским горивом, итд.)
2. Препреке за пројекат

3. Потенцијални технички концепти (може се идентификовати неколико концепата и укратко их оценити)
4. Прорачун очекиване производње енергије (струја, пара, топлота)
5. Прелиминарни изглед
6. Могућност прикључења на електричну мрежу (удаљеност од мреже, ниво напона, трошкови прикључка итд.)
7. Прелиминарна процена продаје енергије (ППА, цена електричне енергије, цена топлоте, цена паре, итд.)
8. Прелиминарна процена алтернативних локација (приступ локацији, величина, прикључак на мрежу, канализацију, итд.)
9. Прелиминарна процена алтернативних локација
10. Прелиминарна процена еколошких и друштвених ризика и утицаја
11. Прелиминарна процена трошкова изградње (ЦАПЕКС) и оперативних трошкова (ОПЕКС)
12. Прелиминарна финансијска анализа
13. Прелиминарна процена ризика
14. Прелиминарна процена потребних дозвола и лиценци
15. Планирање и имплементација пројекта, укључујући оквирни временски распоред.

Да би се израдио документ о студији пред-изводљивости, може се развити са садржајем који је истакнут у наставку (Светска банка, 2017):

1. Представљање
2. Закључак и препоруке
3. Опис пројекта
4. Очекивана производња енергије
5. Захтеви за снагом и топлотом
6. Прелиминарна процена утицаја на животну средину
7. Процена алтернативних локација
8. Изглед
9. Пројектовање нискоградње
10. Електро-механичка опрема
11. Мрежни прикључак
12. Процена трошкова (ЦАПЕКС/ОПЕКС)
13. Процес издавања дозвола и лиценци
14. Планирање и реализација пројекта
15. Прелиминарна финансијска анализа
16. Прелиминарна анализа ризика
17. Прилози

3. Студија изводљивости

Када су анализа и исходи пројекта из претходне студије изводљивости повољни, може се израдити детаљна студија изводљивости. Циљ студије изводљивости у пројекту је да створи детаље за заинтересоване стране и заинтересоване стране како би се обавезали да наставе са његовим развојем. Такође, то ће помоћи да пројекат буде организованији и реалнији. Ова студија изводљивости може

помоћи да се придобију инвестиције од финансијских институција – јер се од њих захтева да ураде ову студију у развоју пројекта.

Постоје 3 различите фазе студије изводљивости према Светској банци (2017), као нпр:

1. Идејно решење

- а. Дефинисање карактеристика горива, као што су састав и топлотна вредност
- б. Опис примењене технологије
- ц. Процена одговарајућих технологија, укључујући руковање горивом, систем сагоревања, котао, руковање и одлагање пепела, технологије третмана димних гасова како би се испунили применљиви и релевантни стандарди за емисију у ваздух, систем за опоравак енергије итд.
- д. Процена потенцијалне локације(а) постројења након процене техничких, еколошких и економских аспеката и локалне прихватљивости
- е. Почетна процена капиталних трошкова (ЦАПЕКС) и оперативних трошкова (ОПЕКС)
- ф. Процена потенцијалне употребе паре и/или топлоте. Да ли је могуће користити топлоту у индустријске сврхе, можда као пару? Да ли постоји тржиште за даљинско грејање/хлађење?
- г. Испитивање приклучака на електричну мрежу, друге екстерне искључнице, услуге водовода и канализације итд.

2. Банкарска студија изводљивости

- а. Идејни пројекат и потребна улагања
- б. Обезбеђено дугорочно снабдевање биомасом (запремина, грејна вредност/особине и цена)
- ц. Финансијска и економска анализа укључујући калкулације трошкова и користи, прорачуне нето садашње вредности (НПВ) и интерне стопе приноса (ИРР) и сличне анализе
- д. Преглед тренутног регулаторног и политичког оквира релевантног за пројекат
- е. Процена потенцијалних додатних извора финансирања, анализе осетљивости и анализе ризика важних за финансијске институције
- ф. Процена потенцијалних ризика за финансијску одрживост пројекта и предлози мера за ублажавање
- г. Процена утицаја на животну средину и друштво, укључујући идентификацију мера ублажавања
- х. Судије организације потенцијалних предузећа за О&М услуге
- и. План набавке и идентификација потенцијалних добављача опреме и извођача радова
- ј. План имплементације, укључујући време и распоред финансирања.

Дозволе власти

Следећи елементи су обично део процеса издавања дозвола:

- а. Еколошка дозвола на основу процене утицаја на животну средину урађене према законским захтевима
- б. Дозвола за планирање
- ц. Грађевинска дозвола
- д. Одобрење за прикључење на електричну мрежу, ако је релевантно
- е. Систем даљинског грејања, ако је релевантно
- ф. Одобрење за испуштање отпадних вода, ако постоји.

Напомена: ако студија одрживости показује да је пројекат одржив, може се започети следећа фаза

4. Уговори и финансирање

Фаза уговора и финансирања води пројекат од студије изводљивости до коначне инвестиционе одлуке (ФИД) од стране власника пројекта. То укључује помицање пројекта напред на бројним фронтовима, укључујући дизајн оквира и одабир извођача. Избор извођача може се извршити на више начина путем јавних набавки, укључујући надметање између квалифицираних потенцијалних понуђача, или путем процеса набавке заснованог на дијалогу са једним или више потенцијалних извођача.

Имплементација пројекта

Након фазе припреме пројекта и ако је пројекат одржив, следи следећа фаза, а то је имплементација пројекта. Реализација пројекта заснована на иницијално развијеној документацији за припрему пројекта. Према Светској банци (2017), постоје 5 фаза у имплементацији пројекта, као што су:

1. Израда и преглед главног пројекта
2. Изградња
3. Пуштање у рад
4. Операција и фаза тестирања
5. Стављање ван погона

Развој пројекта

Постоје неке компоненте разматрања пројекта биоенергије, јер ће то утицати на развој пројекта. Према Светској банци (2017.), постоје неке препреке у развоју биоенергетских пројеката као што су:

- Да ли је локација са одговарајућим приступом и величином доступна по разумној цени?
- Да ли власник пројекта има доволично снаге да води пројекат?
- Да ли је финансирање доступно под разумним роковима и условима?
- Да ли је доступно добро дефинисано тржиште за извоз енергије (електричне енергије и/или паре/топлине), које нуди дугорочне сигурне цене и чини пројекат изводљивим?
- Да ли је прикључак на мрежу доступан на малој удаљености и да ли је могуће повезивање по разумним условима? (Ово није релевантно ако је

пројекат развијен само за самоопскрбу електричном енергијом и/или топлином/паром.)

- Да ли национално (и било које регионално или међународно) законодавство иде у прилог овој врсти пројекта и може ли се очекивати еколошко одобрење?

На та питања треба дати одговоре пре него што се крене даље у имплементацију развоја пројекта. Осим тога, постоје још неке тачке и разматрања у развоју пројекта као што следи:

1. Идентификација локације

Локација је важна тачка на којој треба да се узме у обзир систем и све операције на одрживији начин – еколошки, финансијски и друштвени. Постоје нека питања која могу помоћи у идентификацији одговарајуће локације као што су:

- Колика је цена одговарајућих и доступних локација?
- Да ли постоје ограничења у њиховој употреби?
- Да ли је потенцијална локација доволично велика за постројење на биомасу и за неопходну површину за складиштење биомасе?
- Каква је инфраструктура у области? На пример, прикључак на мрежу (ако је релевантно), прикључак на потрошаче топлоте/паре (ако је релевантно), путни/железнички приступ (ако је релевантно), напајање, прикључак на канализацију, снабдевање сировом водом итд.
- Колика је удаљеност од ресурса биомасе?
- Да ли је на располагању доволично складишног простора за прекиде у спољном снабдевању горивом (кишна сезона, блокирани путеви, итд.)?

2. Снабдевање биомасом и ресурси

У изради пројекта важно је познавати снабдевање и ресурсе биомасе за дугорочну пројекцију. То ће помоћи да се производња пројектује на одрживе начине производње. Постоје нека питања која власник пројекта може користити да размотри изводљивост пројекта:

- Да ли је доволично биомасе доступно и од кога/где?
- Да ли је препрека сезоналност или кишна сезона?
- Како се чува биомаса до испоруке у постројење (код добављача биомасе)?
- Ко испоручује биомасу и каква је уговорна поставка?
- Како се проверава квалитет биомасе?
- Која је цена и механизам плаћања (тежина, садржај влаге)?

3. Техничка разматрања

Осим снабдевања биомасом и ресурса, треба размотрити и технологију која се користи пре доношења било какве одлуке о томе. Након што одговори на питања у вези са снабдевањем биомасом и ресурсима, власник пројекта може да размотри техничке

карактеристике. Постоје нека питања која ће помоћи техничким разматрањима, као што су:

- Да ли је отпад од биомасе прикладан као гориво за производњу енергије?
- Да ли је потенцијално корозивно понашање горива прихватљиво за добављаче технологије?
- Ако су потребна додатна горива на биомасу, да ли постројење на биомасу може да ради без ограничења и на горива која се добијају на локацији и ван локације? (Руковање горивом, парни котао и чишћење димних гасова су важне тачке које треба узети у обзир.)
- Да ли је технички и економски изводљиво претворити отпад биомасе у електричну/топлотну енергију?
- Да ли је доступно довољно горива из биомасе, и, ако не, да ли су доступни додатни извори горива, и по којој цени и условима?
- Да ли је могуће повезивање на мрежу на одговарајућем напону (ако је релевантан извоз енергије)?
- Да ли је прикључак за снабдевање паром и/или топлотом у оближње индустрије или мреже даљинског грејања доступан (ако је извоз топлоте и/или паре)?
- Ко ће платити далековод до тачке прикључка на мрежу и прикључак топлоте/паре?
- Како се рукује и складишти биомаса на локацији?
- Како се обезбеђује резервно снабдевање енергијом (у случају квара постројења, недостатка снабдевања биомасом, итд.)?

4. Рад и одржавање пројекта

У развоју пројекта, разматрања о томе како све функционише и одржавају су важна, јер ће помоћи да се схвати како пројекат може да функционише одрживо и дугорочно. Након одговора на питања која се односе на локацију, снабдевање биомасом и техничке карактеристике, постоје друга питања која треба размотрити како пројекат функционише и одржава, укључујући људске ресурсе и технологију, као што су:

- Да ли ће сами запослени у фабрици обављати одржавање или ће се то ангажовати?
- Да ли је локално особље са потребним вештинама доступно за управљање и управљање постројењем?
- Да ли ће постројење имати висок степен аутоматизације и тиме смањити потребу за радном снагом? (Ово може захтевати више квалификованог особља.)
- Да ли постоје руте за одлагање пепела?

5. Законодавство

Један од најважнијих делова развоја пројекта производње биоенергије је законодавство. Важно је и даље водити рачуна о томе да је пројекат усклађен са свим прописима и стандардима сваке земље. Постоје нека главна питања на која се може одговорити да би се уверила у изводљивост пројекта, као што су:

- Да ли национално (и било које регионално или међународно) законодавство иде у прилог овој врсти пројекта и да ли се могу очекивати одобрења за планирање и животну средину?

- Да ли закон дозвољава такве објекте?
- Које су локалне и националне границе емисија које треба испунити? Колики је пратећи трошак?

6. Проектна економија и финансирање

Након одговора на све горе наведене тачке, може се израчунати економичност пројекта и финансирање. Економија пројекта и финансирање су важни да би се пројекат одржао и ефикасно имплементирао на дужи рок. Постоје нека питања на која се може дати одговор у вези са израчунавањем и планирањем економичности пројекта и финансирања, као што су:

- Ко ће бити власник и оператор пројекта?
- Да ли је пројекат финансијски одржив и да ли су потенцијални ризици идентификовани и адекватно ублажени?
- Да ли пројекат има приступ довољном финансирању из интерних извора или ће за имплементацију бити неопходно екстерно финансирање од финансијских институција?
- Да ли је финансирање доступно под прихватљивим условима и трошковима?
- Да ли пројекат зависи од екстерне продаје енергије? Ако да, да ли постоји тржиште за продају електричне енергије, процесне паре или топлоте спољним купцима?
- Који услови се могу добити за прикључење и продају електричне енергије на мрежу, укључујући доступне механизме подршке за обновљиву енергију као што су фид-ин тарифе, сертификати чисте енергије, итд.?
- Да ли постоји тарифа за продају топлотне енергије и/или паре?
- Може ли се гарантовати фид-ин тарифа и који су комерцијални услови и временски оквир?
- Да ли је очекивани приход пројекта довољан да генерише повраћај улагања (РОИ) сразмеран ризицима пројекта?

Референце

- Asian Development Bank, 2007. People's Republic of China: Preparing the Integrated Renewable Biomass Energy Development Project. <https://www.adb.org/sites/default/files/project-document/66115/40682-prc-tar.pdf>
- Central Europe Programme, 2014. Project Stories from the CENTRAL EUROPE Programme: Energy Efficiency and Renewable Energies. <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/4-energy-final.pdf>
- Greenalia., European Investment Bank., 2017. Curtis Biomass Power Generation Plant. <https://www.eib.org/en/projects/pipelines/all/20170647>
- International Energy Agency (IEA), 2007. Bioenergy Project Development & Biomass Supply. <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Good-Practice-Guideines->
- Kretschmer, Bettina., Bennett, Sophie., IEEP. 2011. Analysing Bioenergy Implementation in EU Member States: Results from the Biomass Futures Expert Survey. https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/9e389cf9-cf7e-463c-9a50-ac4b7bc5c127/IEEP_Biomass_Futures_Expert_Survey.pdf?v=63664509756
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2021. The Role of Bioenergy in the Clean Energy Transition and Sustainable Development: Lessons from Developing Countries. <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-07/New-Publication-Bioenergy.pdf>
- World Bank Group, 2017. Converting Biomass to Energy. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handl/>

International Renewable Energy Agency (IRENA), European Commission., 2018. Renewable Energy Prospects for the European Union.
<https://www.irena.org-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA REmap EU 2018.pdf>

Поглавље 6 – Комерцијални аспекти биомасе-у-енергију

О томе

Ово поглавље ће пружити информације о регулацији и оквиру комерцијализације биомасе у енергију. То ће представити боље разумевање регулативе ЕУ о споразумима о снабдевању биомасом, куповини електричне енергије, уговору о снабдевању паром/топлом и одлагању остатака из споразума о производњи биоенергије.

У овом поглављу постоје неки циљеви:

- Разумети структуру уговора у снабдевању биомасом
- Разумети различите процесе договора у развоју биоенергетских пројекта
- Разумети регулативу и оквир ЕУ о комерцијализацији биомасе у енергију
- Разумети како применити регулативу и оквир у стварни рад

Позадина

Важно је узети у обзир комерцијалне аспекте биоенергије. Ти аспекти су важни у пројектима који се ослањају на екстерно снабдевање - од његове биомасе, производње, продаје и третмана отпада. Да бисте били сигурни да је пројекат финансијски одржив, формализација уговора са добављачима и трећим лицима је неопходна.

Уговори у развоју и имплементацији пројекта ће помоћи програмеру, добављачу и трећим лицима да имају конкретна знања и реалну финансијску анализу како би пројекат успоставили ефективније и организованје. У аспектима комерцијализације биомасе и енергије, постоје неки значајни аспекти које треба имати, као што следи:

1. Уговори о снабдевању биомасом – који могу укључивати снабдевање биомасом на лицу места и екстерно снабдевање биомасом (од добављача)
2. Финансијски и кредитни уговори - који укључују капитал за пројекат, кредите од банке
3. Одобрења органа
4. Уговори о изградњи – који укључују консултанте, техничког конструктора и осигуравајуће друштво за покриће ризика

5. Уговори о потрошњи и куповини – који обухватају унутрашњу потрошњу енергије и екстерну продају купцима.

Уговори о снабдевању биомасом

Уговори о снабдевању биомасом су важни у реализацији пројекта. У пројекту биоенергије, биомаса игра главну улогу у одржавању пројекта. Ако изостане снабдевање биомасом, пропasti ће и пројекат, а последице су велике, посебно у финансијском аспекту. Према Светској банци (2017), најважнији фактори које треба укључити у споразум о снабдевању биомасом су следећи:

- Количина биомасе (тоне дневно, испоручена на лицу места) и шта се дешава ако добављач не испоручи биомасу у складу са уговором
- Квалитет биомасе (обично тежина и садржај влаге), како се одређује квалитет и шта се дешава ако спецификације нису испуњене
- Цена биомасе (евра по тони) и како цена варира са параметрима квалитета
- Место испоруке (идеално на лицу места)
- Критеријуми за одбијање и последице кашњења у испоруци.

Постоје главне оквирне структуре у споразуму о снабдевању биомасом (Светска банка, 2017), како следи:

1. Објашњење између добављача и крајњег корисника за снабдевање биомасом за коју локацију или пројекат

2. Сврха

„Снабдевач је сагласан да испоручује крајњем кориснику, а крајњи корисник пристаје да од добављача купи биомасу према спецификацијама, у количинама, за период, по цени и под условима наведеним у наставку.“

3. Трајање уговора

„Овај уговор је на период од [КСКС МЕСЕЦИ/ГОДИНА] и почеће [ДАТУМ] и завршиће се [ДАТУМ].“

4. Количина

„Минимална месечна количина биомасе која се испоручује током дефинисаног уговора биће [КСКС] кубних метара [ИЛИ КСКС ТОНА]. У случају недостатка биомасе која је доступна добављачу, добављач је одговоран за [ИЗВОРИ ОД ТРЕЋИХ ЛИЦА/ПЛАЋАЊЕ НАКНАДЕ].“

5. Извор и испорука

„Биомаса ће бити добијена из следећих извора: [унети по потреби].

Биомаса ће бити испоручена у облику [БАГГЕД/БАЛЕД/ЛООСЕ] и испоручена до крајњег корисника одговарајућим возилом за испоруку у складиште горива крајњег корисника.“

6. Квалитет и спецификације

„Регулисање кључних параметара квалитета као што је, на пример, садржај влаге. Циљани садржај влаге на влажној основи биће [КСКС%] по тежини на основу [релевантних стандарда], али у сваком случају не сме прећи [ИИ%]. У случају да испоручена биомаса не испуњава минималне спецификације утврђене узорковањем, добављач је одговоран за [КОМПЕНЗАЦИЈУ].“

7. Тежине, узорковање и анализа

„Крајњи корисник може у било ком тренутку поплати репрезентативне узорке биомасе на процену, анализу, тестирање и одобрење. Сви узорци морају испуњавати спецификацију.“

8. Цена

„Цена биомасе која се испоручује у складиште горива крајњег корисника биће заснована на следећој тарифи до [ДАТУМ] \$ [КСКС] по кубном метру биомасе; [ИЛИ: КСКС УСД ПО ТОНИ БИОМАСЕ]. За биомасу која је у складу са минималним спецификацијама, али са садржајем влаге изнад [33%] цена ће бити [прилагођена цена].“

9. Фактуре, фактурисање и плаћање

„Добављач ће фактурисати крајњем кориснику на месечном нивоу. Ово ће се заснивати на броју забележених оптерећења (по тежини или запремини) и процењиваће се КСКС дана у месецу.“

10. Осигурање

„Добављач ће имати одговарајуће осигурање од јавне одговорности за руковање и транспорт наведених количина биомасе. Одговорност за осигурање крајњег корисника од економских последица могуће немогућности добављача да испуни уговорне обавезе сноси [КРАЈЊИ КОРИСНИК/ДОБАВЉАЧ]. Без обзира на ово, снабдевач ће у случају неиспуњења обавеза по овом уговору платити крајњем кориснику казну дефинисану као [дефиниција казне приликом кашњења].“

11. Догађај спора

12. Раскид

13. Виша сила

14. Репрезентација

15. Меродавно право и надлежност

Уговори о куповини електричне енергије (PPA)

Када пројекат производи више енергије од енергетских потреба власника пројекта, они могу припремити ППА. Овај уговор може да функционише између власника пројекта – независног произвођача енергије и откупа електричне енергије која је често државна електропривредна компанија. ППА је дугорочни споразум који користи комерцијалне одредбе за цене и количине енергије током датог периода. Такође, овај уговор ће и произвођачу и купцу обезбедити сигурност и стабилност у процесу куповине електричне енергије. Аспект комерцијализације ће помоћи да се одржи стабилан ток прихода како би се осигурала имплементација пројекта у дугорочном периоду.

Према Светској банци (2017), постоје кључни елементи ППА, као што су:

1. Захтевани квалитет струје (фреквенција, напон, планирани прекид)
2. Продате количине капацитета и енергије (МВх годишње)
3. Цена производње електричне енергије (евра по МВх) и расположиви капацитет (ако се пројекат перципира као основно оптерећење), цена може одражавати посебне фид-ин тарифе за обновљиву енергију и кредите за обновљиву енергију
4. Флексibilност произвођача да врши продају треће стране (ако купац то дозволи)
5. Надокнада произвођачу у случају ограничења производње (од стране купца или оператора преносног система) због ограничења у преносном систему

6. Надокнада купцу у случају кашњења у завршетку пројекта или недовољног учинка испоруке (може укључивати санкције или ликвидиране штете за пројекте који се сматрају основним оптерећењем)
7. Временски оквир уговора (обично пет година или више)
8. Правила отпремања, укључујући потенцијална ограничења.

Постоје кључне структуре ППА, као што следи:

1. Сврха
2. Опис објекта
3. Објекти за интерконекцију и мерење
4. Обавеза продаје и куповине произведене енергије
5. Плаћање за производњу енергије
6. Пратећи регулаторни оквир (фед-ин тарифа, обавезе куповине, итд.)
7. Наплата и плаћање
8. Рад и одржавање
9. Неиспуњење обавеза и раскид
10. Администрација уговора и обавештења
11. Решавање спорова
12. Виша сила
13. Изјаве и гаранције
14. Осигурање и обештећење
15. Регулаторна надлежност и усклађеност
16. Уступање и друга ограничења преноса
17. Поверљиве информације
18. Разно

Уговор о снабдевању паром/топлотом

Слично уговору о набавци електричне енергије, овај споразум се фокусира на вишак паре/топлоте (топле воде) који може снабдевати оближњу индустрију. Ова активност помаже да се одржи приход пројекта. Према Светској банци (2017), споразум о снабдевању топлотом треба да садржи и дефинише следеће елементе, као што су:

1. Параметри паре/топлоте (температура/притисак) и максималне варијације
2. Продате количине топлотне енергије (МВх годишње)
3. Цена топлотне енергије (евра по МВх)
4. Одговорност за инвестиционе трошкове за инфраструктуру за пренос топлоте између снабдевача топлотом и корисника топлоте
5. Временски оквир уговора (године).

Уговор о одлагању биолошких остатака и отпада

Пошто процес претварања биомасе у енергију доводи до остатака и отпада, споразум о одлагању је неопходан. Отпад може настати из процеса сагоревања, производње биогаса и других биолошких радова у пројекту који се морају одложити. Резултат одлагања може да произведе друге производе који су корисни за поновну употребу, попут ћубрива - чак и ако је квалитет добар, то може бити још један приход у пројекту.

Постоје неки кључни елементи у споразуму о одлагању биолошких остатака, као што следи:

1. Количине био-остатка (тоне дневно)
2. Квалитет био-остатка (хранљива вредност)
3. Цена (или трошак одлагања) биолошког остатка (евра по тони).

Референце

- Gramatikov, Plamen, 2009. Biomass Energy Utilisation - Ecological and Economic Aspects. <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/47/013/47013696.pdf>
- International Renewable Energy Agency (IRENA), 2018. Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050. https://www.irena.org-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf
- Irmak, Sible., IntechOpen, 2019. Challenges of Biomass Utilization for Biofuels. <https://www.intechopen.com/chapters/65348>
- Scarlat, Nicolae., Dallemand, Jean-Francois., et. al., 2015. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>
- S2Biom, 2016. Overview report on the current status of biomass for bioenergy, biofuels and biomaterials in Europe. https://www.s2biom.eu/images/Publications/D8.1_S2Biom_Overview_report_of_current_status_of_biomass_in_Europe.pdf
- Sobamowo, Gbeminiyi M., Ojolo, Sunday J., 2018. Techno-Economic Analysis of Biomass Energy Utilization through Gasification Technology for Sustainable Energy Production and Economic Development in Nigeria. <https://doi.org/10.1155/2018/4860252>
- Varnagirytė-Kabašinskienė, I., Lukminė, D., Mizaras, S. et al., 2019. Lithuanian forest biomass resources: legal, economic and ecological aspects of their use and potential. <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0229-9>
- Working Group for Sustainable Biomass Utilisation Vision in East Asia, 2008. Economic Aspects of Biomass Utilisation, in Sagisaka, M. (ed.), Sustainable Biomass Utilisation Vision in East Asia, ERIA Research Project Report 2007-6-3, Chiba: IDE-JETRO, pp.38-69. https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/ERIA_RPR_FY2007_6-3_Chapter_3.pdf
- World Bank Group, 2017. Converting Biomass to Energy. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28305/118738-WP-BioMass-report-06-2017-PUBLIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Поглавље 7 - Економска евалуација

О ТОМЕ

Ово поглавље ће пружити преглед анализе трошкова и евалуације производње биоенергије. Овај одељак може дати дубље разумевање о томе како израчунати и проценити економске аспекте производње биоенергије.

У овом поглављу постоје неки циљеви:

- Разумети основе економске процене конверзије биомасе у енергију
- Способан да израчуна економске аспекте производње биоенергије
- Разумети важне тачке у економском прорачуну и процени производње биоенергије

Позадина

Економска евалуација пројекта је неопходност коју треба анализирати. Евалуација се састоји од финансијске и економске анализе. Финансијска анализа треба да се уради детаљно како би пројекат функционисао ефикасно и реално. Анализа пројекта може помоћи у имплементацији пројекта на дужи рок. Економска анализа ће помоћи власнику пројекта да процени утицаје на друштво израчунавањем трошкова и користи.

Финансијска анализа може помоћи власнику пројекта, инвеститорима, а такође и управљању банкама – кредитима да виде изводљивост пројекта и управљање њиме. Биће важан елемент да се власник, инвеститори и друге релевантне заинтересоване стране осећају сигурно и реално у вези са пројектом и разумеју трошкове и користи пројекта.

Што се тиче финансијске анализе у предузећу, постоје елементи који могу да подрже развој сценарија у пројекту, као што су:

1. Најновија цена енергије, може бити друга врста енергије и ресурса. То ће помоћи да се упореде тренутна расположива енергија и трошкови енергије за производњу у оквиру пројекта.
2. Стабилност снабдевања енергијом.
3. Анализа складиштења и одлагања која може укључити трошкове и све друге техничке ризике и проблеме.

Постоје кључни елементи који разликују финансијску и економску анализу, као што су:

1. Финансијска анализа
2. Процена заснована на перспективи инвеститора
3. Важно је узети у обзир тржишне цене
4. Порези, тарифе итд. су важни за процену што може помоћи у управљању трошковима и користима пројекта
5. Фокус на унутрашње ствари
2. Економска анализа
1. Процена заснована на економској перспективи друштва
2. Вредност пореза, тарифа, субвенција, итд. пројекта за друштво
3. Разматрање спољних фактора и негативних и позитивних, попут смањења емисије гасова стаклене баште, итд.

Према Свјетској банци (2017), постоје кључни елементи који осигуравају да је пројекат биомасе финансијски одржив, као што су:

1. Доступност снабдевања биомасом је стабилна и сигурна.
2. Стабилно тржиште које може омогућити лак приступ дистрибуцији за произведену електричну или топлотну енергију.

3. Расположивост запремине биомасе је довољна за рад и технологију која се користи у пројекту.
4. Сви процеси као што су сакупљање, складиштење и транспорт биомасе, процеси предтређмана, процес обраде отпада и остатака пројекта могу се добро финансирати у пројекту.
5. Прихватљиве стопе и приступачне стопе у фази финансирања.

Што се тиче економске анализе, постоје неки кључни елементи који ће пројекат одржати економски одрживим и одрживим, као што су:

1. Ресурси биомасе за производњу енергије неће изазвати негативне друштвене утицаје, попут кризе хране, губитка биодиверзитета итд.
2. Снабдевање сировином биомасе долази из секундарних или терцијалних извора, као што је резидуална биомаса која може бити корисна за климу и животну средину.

Анализа финансија

Као што је већ поменуто, финансијска анализа ће помоћи власницима пројекта, инвеститорима и релевантним заинтересованим странама да процене пројекат у смислу финансијске одрживости. Инвеститор ће бити заинтересован да инвестира у пројекат ако је интерна стопа приноса виша од пондерисаног просечног трошка капитала. Једноставно, инвестиција треба да донесе профит.

Постоје неки ризици повезани са финансијском одрживошћу пројеката претварања биомасе у енергију, као што су:

1. Снабдевање биомасом је нестабилно.
2. Квалитет биомасе је недовољан у односу на технологију која се користи у пројекту.
3. Приступ тржишту за производе је низак.
4. Непознавање улагања у пројекте биомасе и биоенергије.
5. Ограничено сакупљања, транспорта и других техничких процеса сировине биомасе.

Према Светској банци, постоје типична мерила за кључне финансијске параметре у пројектима биомасе, као што су:

1. Интерна стопа приноса (ИРР) пројекта: >10 процената
2. Нето садашња вредност пројекта: > 0 процената, у зависности од ризика у вези са пројектом
3. Период отплате: <10 година
4. Коефицијент покрића сервисирања дуга: 1,2 према 1,5–

Напомена: Горе наједене процене су генерализовани резултати и разликоваће се преко граница и услова специфичних за пројекат. Домаћа мерила за ове критеријуме често зависе од основне каматне стопе привреде, ризика земље и општег нивоа економског развоја и подложна су променама током времена.

Испод је приступ финансијској анализи (Светска банка, 2017):

(Приходи од производње енергије) - (CAPEX) - (Трошкови финансирања) - (OPEX) = (Нето вредност)

Да бисте боље разумели приступ финансијској анализи, постоје кључне методологије које се користе у финансијској анализи примењене за пројекте биомасе у енергију, као што следи:

1. Мерење просечних капиталних трошкова (WACC)

WACC је прорачун трошкова капитала у коме је свака категорија капитала пропорционално пондерисана. Стога је WACC одговарајућа дисконтна стопа за финансијску процену. Дисконтна стопа пројекта је веома важна, јер утиче на садашњу вредност будућих трошкова и користи.

WACC се израчунава коришћењем следеће формуле:

$$\text{WACC} = (\text{удио капитала } X \text{ трошак капитала}) + (\text{удео дуга } x \text{ трошак дуга након опорезивања})$$

2. Приходи

У имплементацији пројекта потребан је приход за евалуацију и процену. Приход мора да узме у обзир потражњу тржишта за произведеним производима – може укључити тарифу и како то утиче на новчани ток. Износ и цене су важни за процену финансијске одрживости пројекта.

У приходу од биомасе у енергију, постоје 2 различита ресурса као што следи:

а. На мрежи, која укључује:

- Струја
- Топлота
- Гас
- Остаци који се потенцијално могу претворити у друге производе, попут ђубрива

б. Ван мреже, што укључује:

- Уштеде из екстерних извора, као што су угљ, природни гас и нафта
- Остаци који се потенцијално могу претворити у друге производе, попут ђубрива

3. Трошкови снабдевања биомасом

Снабдевање биомасом пројекта је кључно за процену. Прорачун снабдијевања биомасом ће помоћи да имплементација пројекта буде сигурна и стабилна. Постоје неки кључни елементи трошкова који су важни за израчунавање снабдевања биомасом, посебно ако биомаса долази из различитих извора, као што су:

- а. Трошкови прикупљања
- б. Трошкови транспорта
- ц. Цена претходног третмана
- д. Трошкови складиштења

4. Капитални идаци (CAPEX)

У финансијској анализи пројекта биомаса-енергија, CAPEX је укупни инвестициони трошак који је потребан за развој и набавку пројектног постројења, укључујући имовину, зграде, опрему, машине и друге потребне технологије.

Капитални издатак мора бити капитализован. Ово захтева од власника да распореди трошкове расхода (фиксни трошак) током корисног века трајања средства.

5. Економски животни век

Према Светској банци, претпоставља се да је просечан животни век плана за претварање биомасе у енергију 20 до 30 година, што је такође дужина финансијске анализе. Важно је укључити преосталу вредност енергетског постројења ако је одабран краћи период анализе.

Економска анализа

Економска анализа се обично спроводи на основу захтева јавних власти (на пример, у вези са захтевом за инвестициону донацију), како би се пружила сазнања о утицајима који ће пројекат имати на друштво. Значај ове врсте анализе значајно варира у зависности од величине пројекта. Економска анализа процењује нето корист од пројекта тако што укључује све користи и трошкове, укључујући екстерне ефекте, који су квантификовани и изражени у новчаним износима.

- Мањи пројекти биомасе у земљама у развоју, одвојени од националне мреже, имаће углавном локални економски утицај. Друштвени и еколошки утицаји су такође локалног обима.
- Већи пројекти биомасе, повезани на националне енергетске мреже, имаће већи економски утицај на друштво у целини. Што су веће количине биомасе примењене у пројекту, то је већи утицај на животну средину и потенцијално друштвени утицај.

Испод је приступ економској анализи (Светска банка, 2017):

$$\text{(Приходи од производње енергије)} + \text{(Спољне користи за друштво)} - \text{(Инвестициони трошкови и О&М трошкови)} - \text{(Спољни трошкови за друштво)} = \text{(Нето користи за друштво)}$$

1. Локалне економске користи и трошкови

Пројекат биомасе потенцијално може имати важан утицај на локалну економију, или може функционисати без утицаја на локално подручје. Потенцијални позитивни и негативни локални ефекти пројекта биомасе су следећи:

Предности:

- Могуће повећање прихода за локалне фармере као резултат локалне потражње за биомасом
- Локални извор стабилне енергије из постројења на биомасу
- Отварање локалних радних места (било у фабрици или у пољопривредном сектору)
- Могућа побољшања инфраструктуре, као што је повезивање на мрежу или побољшани путеви за транспорт биомасе.

Трошкови:

- Негативни утицаји на животну средину услед емисија из постројења
- Друштвене ефекте треба пажљиво размотрити. Ако локално становништво тренутно користи биомасу која ће се користити за производњу енергије за људску исхрану, потрошњу животиња или стварање прихода, уклањање биомасе може изазвати друштвене проблеме.

2. Јавне економске користи и трошкови

Biomass projects may have an impact on the macroeconomy, and can provide several other macroeconomic benefits, such as:

Benefits:

- A stable energy supply
- Fewer subsidies for fossil fuels in public budget
- Improved opportunities for industrial production, and thereby job generation, due to the stable energy supply
- National increased security of energy supply, making the country less dependent on import of foreign energy Reduction of greenhouse-gas emissions, as energy from bio-waste implies less emissions compared to alternative fossil-based energy sources
- More environmental benefits from reducing alternative fossil fuel-based electricity generation
- Reduced health costs and better overall air quality from pollution externalities.

Costs:

- No negative environmental effects, unless primary biomass is used for energy generation. This would undermine the sustainability of the project, causing an overall global increase in greenhouse-gas emissions.
- Negative economic effects: Capital expenditures and operation and maintenance costs, potential risk posed by foreign currency exposure to exchange rate volatility

Пројекти биомасе могу имати утицај на макроекономију и могу пружити неколико других макроекономских користи, као што су:

Предности:

- Стабилно снабдевање енергијом
- Мање субвенција за фосилна горива у јавном буџету
- Побољшане могућности за индустријску производњу, а самим тим и стварање радних места, захваљујући стабилном снабдевању енергијом
- Повећана национална сигурност снабдевања енергијом, чинећи земљу мање зависном од увоза иностране енергије Смањење емисије гасова стаклене баште, јер енергија из био-отпада подразумева мање емисије у поређењу са алтернативним изворима енергије заснованим на фосилима
- Више користи за животну средину од смањења производње електричне енергије засноване на алтернативним фосилним горивима
- Смањени здравствени трошкови и бољи укупни квалитет ваздуха због екстерних ефеката загађења.

Трошкови:

- Нема негативних утицаја на животну средину, осим ако се примарна биомаса не користи за производњу енергије. Ово би угрозило одрживост пројекта, узрокујући укупно глобално повећање емисије гасова стаклене баште.
- Негативни економски ефекти: Капитални издаци и трошкови рада и одржавања, потенцијални ризик који представља изложеност страној валути променљивости курса

Референце

- Deloitte, 2022. Towards an Integrated Energy System: Assessing Bioenergy's Socio-Economic and Environmental Impact.
<https://bioenergypeurope.org/article/347-towards-an-integrated-energy-system-assessing-bioenergy-s-socio-economic-and-environmental-impact.html>
- Duque-Acevedo, M., Belmonte-Ureña, L. J., Yakovleva, N., Camacho-Ferre, F., 2020. Analysis of the Circular Economic Production Models and Their Approach in Agriculture and Agricultural Waste Biomass Management.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17249549>
- IEA Bioenergy, 2018. Bioeconomy and biorefining strategies in the EU Member States and beyond.
https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/12/Bioeconomy-and-Biorefining-Strategies_Final-Report_DEC2018.pdf
- Lange, L., Connor, K. O., Arason, S., Bundgård-Jørgensen, U., Canalis, A., Carrez, D., Gallagher, J., Gøtke, N., Huyghe, C., Jarry, B., Llorente, P., Marinova, M., Martins, LO., Mengal, P., Paiano, P., Panoutsou, C., Rodrigues, L., Stengel, D. B., van der Meer, Y., and Vieira, H., 2021. Developing a Sustainable and Circular Bio-Based Economy in EU: By Partnering Across Sectors, Upscaling and Using New Knowledge Faster, and For the Benefit of Climate, Environment & Biodiversity, and People & Business.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.619066>
- Stegmann, Paul., Londo, Marc., and Junginger, Martin., 2020. The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters.
<https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
- Vanhamaki, Susanna., et. al., 2019. Bio-based Circular Economy in European National and Regional Strategies.
https://projects2014-2020.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/tx_tev_projects/library/file_1554360917.pdf
- World Bank Group, 2017. Converting Biomass to Energy.
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28305/118738-WP-BioMass-report-06-2017-PUBLIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Поглавље 8 – Еколошка и социјална евалуација

Више о томе

Ово поглавље ће дати увод и дати преглед методологије скрининга и процене еколошких и друштвених (E&C) ризика и утицаја процеса претварања биомасе у енергију.

У овом поглављу постоје неки циљеви:

- Разумети еколошке и друштвене ризике и утицаје производње биоенергије
- Разумети како проценити еколошке и друштвене утицаје производње енергије

Позадина

Еколошка и социјална питања могу настати из пројектата и постројења за производњу биомасе у енергију. Еколошке и социјалне процене су важне за развој пројекта.

Биомаса може да обезбеди алтернативну енергију која може да замени фосилна горива у погледу користи од емисије гасова стаклене баште. Међутим, коришћење биомасе за добијање енергије може имати утицај на друштвено и локално окружење, као што су квалитет ваздуха, биодиверзитет, потрошња воде, као и коришћење земљишта на локалном нивоу. Такође, у социјалној перспективи, то може утицати на локалне изворе за живот, сигурност хране, запошљавање, а такође и на сиромаштво.

Према Светској банци (2017), постоје неки примери еколошких и друштвених утицаја пројекта биомасе, као што следи:

1. Утицаји на животну средину, као што су:

- Квалитет ваздуха: Емисије од сагоревања биолошких остатака могу довести до загађења ваздуха.
- Хранљиве материје: Уклањање остатака из пљопривредног екосистема може довести до исцрпљивања хранљивих материја у земљишту ако се пепео не врати у земљиште.
- Биодиверзитет: Ако потражња за остатцима порасте изнад понуде, нове пљопривредне површине могу се створити конверзијом, на пример, мочвара, грмља или шума, што може негативно утицати на биодиверзитет.
- Вода: На квалитет и количину воде може утицати, на пример, испуштање отпадних вода или повећано коришћење подземних вода за производњу биомасе.
- Земљиште: Ако се користе само секундарни ресурси, локални утицаји на земљиште су вероватно мали. Међутим, ако други корисници већ користе сировине, последице по животну средину могу настати ако ови корисници траже друге сировине

- 2. Друштвени утицаји, као што су:

- Запошљавање: Биоенергетска електрана може створити запослење у региону.
- Економија: Фабрика може користити локалној привреди.
- Безбедност хране: У зависности од постојеће употребе сировине, могу се појавити потенцијални проблеми безбедности хране ако се храна или усеви за животиње користе за производњу енергије.
- Постоји неколико политика и алата који се могу користити за процену утицаја на животну средину и друштво, као што следи:

IFC Стандарди учинка: Стандарди еколошког и друштвеног учинка и упутства дефинишу одговорности клијената IFC-а за управљање њиховим еколошким и друштвеним ризицима.

Доступно на:

http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/Topics_Ext_Content/IFC_External_Corporate_Site/IFC+Sustainability/Our+Approach/Risk+Management/Performance+Standards/

- Принципи Екватора: Оквир за управљање ризиком, који тренутно усвајају 83 финансијске институције у 36 земаља, покривајући 70 процената међународног дуга за финансирање пројекта на тржиштима у развоју. Принципи се користе за одређивање, процену и управљање еколошким и друштвеним ризиком у пројектима, првенствено намењено обезбеђивању минималног стандарда дужне пажње како би се подржало одговорно доношење одлука.

Доступно на:

<http://www.equator-principles.com>

- Алат за подршку одлучивању о биоенергетици: стратешко планирање и процена ризика у инвестиционим изборима, развијен од стране УН-Енерги, Организације УН за храну и пољопривреду и Програма УН за животну средину

Доступно на:

<http://www.bioenergydecisiontool.org>

- RASLRES Биоенергетски алат, развијен од стране Европског фонда за регионални развој ЕУ.

Доступно на:

<http://www.raslres.eu>

напомена: овај је алат развијен за нордијски регион и да је углавном применљив у сличним окружењима.

Процена животне средине

Главне теме процене утицаја на животну средину у пројекту претварања биомасе у енергију су вода, биодиверзитет, тло и земљиште и ваздух.

1. Вода

С обзиром да неодрживо коришћење воде остаје претња за животну средину и људски развој, коришћење воде за биоенергетске пројекте мора бити одрживо и не сме да угрози квалитет и количину воде.

Према Свјетској банци, постоје кључна питања за процјену кориштења воде у пројекту претварања биомасе у енергију, као што су:

- Да ли ће употреба воде за производњу биомасе или конверзију сировина утицати на доступност воде или сигурност снабдевања у сливу?
 - Ако је потребно додатно или ново наводњавање за производњу биоенергетског усева, локални водни биланс би требало да квантификује како пројекат утиче на локалне водне ресурсе.
 - Ако произвођачи биомасе или сировина који су повезани на локалне мреже за дистрибуцију воде планирају да повећају употребу воде, утицај на сигурност водоснабдевања може бити значајан и треба га проценити.
- Да ли ће употреба воде за производњу биомасе или конверзија сировина утицати на квалитет воде?
 - Размотрите, на пример, да ли производња усева покреће промене у управљању земљиштем, крчењу земљишта или уклањању дрвећа. Ако је тако, може постојати ризик од губитка горњег слоја тла кроз ерозију, што би могло имати утицаја на потоке и реке.
 - Ако се користе додатна или нова ђубрива или пестициди, то може имати импликације на квалитет воде. Узмите у обзир и ресурсе подземних и површинских вода.
 - Ако ће произвођач биомасе или сировина користити додатне или нове водне ресурсе због пројекта, капацитет и квалитет локалних система за пречишћавање воде треба проценити и узети у обзир при пројектовању.
- Да ли ће употреба воде за производњу биомасе или конверзију сировина променити токове воде и доступност воде за низводне кориснике?
 - Ако су токови, цеви или резервоари погођени или промењени због производње биомасе или сировина, то може утицати на локално водоснабдевање.

Напомена: Ако је одговор на било које од горњих питања „да“, једно или више питања која изазивају забринутост ће захтевати даљу истрагу и процену.

2. Биодиверзитет

Развој биоенергије може имати негативан утицај на биодиверзитет проузрокујући губитак станишта, фрагментацију подручја и губитак врста. Биодиверзитет не само да има вредност као пружалац услуга човечанству (на пример, храна, лекови), већ и сам по себи има вредност. Штавише, различита, повезана и добро функционишућа станишта су најотпорнија на спољне претње као што су климатске промене или загађење. Важно је проценити, спречити и минимизирати утицаје пројекта на екосистеме и биодиверзитет.

Према Светској банци, постоје кључна питања за процјену биодиверзитета у пројекту претварања биомасе у енергију, као што су:

- Да ли ће пројекат биомасе утицати на ретке или угрожене врсте?
 - Треба проценити ризик за било коју ретку или угрожену врсту. Ово је посебно критично ако се природна станишта (шуме, мочваре, итд.) модификују или ако се интензивира производња на тренутно обрађеним површинама. На глобалном нивоу, ретке или

угрожене врсте су наведене на ИУЦН Црвеној листи угрожених врста, којој се може приступити на: <http://www.iucnredlist.org>.
Разматрање регионалних листа угрожених врста такође треба да буде укључено у процену.

- Да ли ће пројекат биомасе утицати на угрожене екосистеме или станишта, на пример кроз деградацију, конверзију, губитак или фрагментацију?
 - Ако се земљиште очисти за култивацију, постоји ризик да екосистеми или станишта могу бити изгубљени или фрагментирани, што може имати негативан утицај на врсте у тим регионима.
 - Интензивирање производње, губитак хранљивих материја или прекомерно загађење могу довести до деградације природних станишта око пројектног подручја.
- Да ли ће пројекат биомасе довести до увођења алохтоних и/или инвазивних врста?
 - Ризик од инвазивних врста треба узети у обзир у оним ситуацијама када се алохтона флора (као што је нови енергетски усев) уноси у регион.
- Да ли ће пројекат биомасе утицати или променити услуге екосистема у овој области?
 - Услуге екосистема обухватају мноштво различитих услуга, а модификације природних пејзажа генерално доводе једну или више њих у опасност. Стога је неопходно проценити утицај на екосистеме.
 - Треба водити рачуна о томе да услуге екосистема које пружају виталне услуге региону не буду изложене ризику (на пример, заштита од поплава или пречишћавање воде које врше шуме мангрова).
 - Услуге екосистема често нису део формалне економије (то јест, вредност коју пружају ове услуге се не вреднује у економском смислу), али оне пружају важне функције за локални регион и погођене заједнице. Стога треба водити рачуна да се осигурају бесплатне, претходне и информисане консултације и учешће погођених заједница.

Напомена: Ако је одговор на било које од горњих питања „да“, једно или више питања која изазивају забринутост ће захтевати даљу истрагу и процену.

3. Земљиште и поља

Земљиште је оскудан ресурс, његово коришћење постаје важно из друштвених, еколошких и економских разлога. Одрживо коришћење производних подручја је важно за производњу хране и за пружање низа услуга екосистема, као што су

пречишћавање воде, складиштење угљеника, заштита од ерозије и као станиште за биљке и животиње.

Према Свјетској банци, постоје кључна питања за процјену тла и земљишта у пројекту претварања биомасе у енергију, као што су:

- Да ли ће пројекат биомасе довести до конверзије коришћења земљишта, на пример, конверзије из мочвара и/или шума у пољопривредно земљиште, како би се задовољила потражња за биоенергетском сировином одабраном за пројекат?
 - Ако пројекат укључује позив за добављаче у локалној области, власници земљишта могу бити подстакнути да промене намену земљишта, на пример крчењем грмља или шума како би направили места за плантажу или друго продуктивно земљиште. У таквим случајевима може постојати ризик од губитка биодиверзитета и угљеника.
 - Набавка примарне или секундарне биомасе или сировина може изазвати ризик од конверзије земљишта. За системе засноване на отпаду, овај ризик би требао бити минималан.
- Да ли ће очекиване промене у управљању земљиштем, коришћењу земљишта или интензивираном коришћењу земљишта за производњу биомасе или сировина за пројекат утицати на суседна или удаљенија подручја или власнике земљишта (на пример, ако се тренутна производња пребаци на друга земљишта)?
 - Ако пројекат подразумева повећану потражњу за примарном или секундарном биомасом у региону домаћину, власници земљишта могу да пређу са усјева за храну или сточну храну, што резултира смањењем понуде истих. Ово може довести до конверзије новог земљишта на другом месту да би се допунила изгубљена производња. У таквим случајевима треба посветити дужну пажњу, а утицаји на понуду и потражњу у региону треба да буду предмет даље анализе.
- Да ли ће производња биомасе утицати на квалитет земљишта или довести до деградације земљишта и земљишта?
 - Размотрите да ли обезбеђивање биомасе за пројекат подразумева промене у управљању земљиштем, на пример, повећану обраду земљишта или употребу тешке машинерије. Ово може утицати на тло, што може довести до деградације.
 - Када се користе секундарни ресурси биомасе, може доћи до деградације земљишта и губитка хранљивих материја ако се пепео и други остаци не врате у земљиште.
 - Ако је пројекат везан за производњу говеда или других животиња на испаши, додатна потражња може довести до тога да фармери повећају број животиња. Ово, заузврат, може довести до прекомерне испаше, која у неким областима може изазвати ерозију, а у другим областима може покренути процесе дезертификације.

- Да ли су потребна вештачка ѡубрива или пестициди да би се сировина узгајала у довољном квалитету и количини?
 - Употреба ѡубрива или пестицида може негативно утицати на квалитет земљишта и воде, продуктивност земљишта и биодиверзитет земљишта.

Напомена: Ако је одговор на било које од горњих питања „да“, биће потребно додатно прикупљање података и процена једног или више питања која изазивају забринутост.

4. Ваздух

Чист ваздух је важан за људе, животиње и животну средину, а загађење ваздуха је штетно за здравље и производњу хране, између осталог. Пажња стога треба треба предузети како би се избегло загађење ваздуха од производње или конверзије сировина за производњу биоенергије. Загађење ваздуха може бити биолошко (полен, гљиве), физичко (мирис, топлота, радијација) и хемијско (озон, оксиди азота, оксиди сумпора) и може бити резултат емисија биљака и промена у пракси управљања (као што је интензивирање) на пољопривредном земљишту. или у шумама.

Према Светској банци, постоје кључна питања за процену ваздуха у пројекту претварања биомасе у енергију, као што су:

- Да ли ће производња, конверзија или транспорт сировине изазвати емисије загађивача ваздуха, као што су оксиди азота, честице, оксиди сумпора, озон, аеросоли, чађ или испарљива органска једињења?
 - Употреба тешких машина или неких типова камиона за транспорт биомасе или сировина (или других неопходних инпута) може довести до емисије загађивача.
 - Спаљивање пољских остатака или отпада на локацији производње биомасе може довести до емисије загађивача.
- Да ли ће производња, конверзија или транспорт сировине иззврати емисију мириса и мириса, топлотну топлоту или зрачење?
 - Ако је сировина за пројекат стајњак, пилећа стельја или отпад од третмана прехрамбене индустрије, складиштење и транспорт сировине може довести до сметњи или загађења ако се њима не рукује добро.
- Да ли ће производња, конверзија или транспорт сировине иззврати емисију биолошких загађивача ваздуха, као што су полен, гљиве или бактерије?
 - Ако је сировина биолошки отпад или ако се дигестирали остаци из производње биогаса користе на пољима као ѡубриво, може постојати ризик од ширења бактерија и загађивача.

- Ако је сировина биолошки отпад, транспорт, третман и складиштење морају бити организовани тако да се ризик од ширења бактерија сведе на минимум.
- Неки пољопривредни системи, углавном тамо где је укључена стока, могу ширити споре, које у ретким случајевима могу изазвати здравствене ризике ако су концентрације високе

.Напомена: Ако је одговор на било које од горњих питања „да“, биће потребно додатно прикупљање података и процена једног или више питања која изазивају забринутост.

Социоекономска процена

Поред еколошких питања, развој пројекта биомасе може повући друштвене ризике и утицаје, посебно на локалне заједнице које су погођене пројектом. Ово може укључивати утицаје на средства за живот, културно наслеђе, приступ земљишту или власништво над њим и приступ природним ресурсима. Укратко, питања која треба испитати укључују (Светска банка, 2017):

- Сигурност хране
- Откуп земљишта, власништво и закуп
- Приступ средствима и природним ресурсима
- Здравље и безбедност заједнице
- Енергетска сигурност и приступ
- Род и угрожене групе
- Питања рада, радничка права, запошљавање, плате и приходи.

Носилац пројекта треба да систематски прегледа социоекономска питања повезана са врстом дотичне биомасе (примарна, секундарна, терцијарна), пошто социоекономски утицаји могу варирати у зависности од врсте сировине.

Предлагач пројекта треба да активно тражи и спроводи адекватан ангажман са погођеним заједницама током пројектног циклуса о питањима која би потенцијално могла да утичу на њих и да би се обезбедило да се релевантне еколошке и друштвене информације обелодане и шире. Поред погођених заједница, прелиминарна листа других потенцијалних заинтересованих страна укључује:

- Централни државни органи и министарства
- Представници региона, локалних самоуправа и регулаторних тела
- Невладине организације, укључујући организације за заштиту природе
- Радничке организације, трговинске организације, групе пољопривредника и организације у заједници
- Приватни сектор, истраживачке агенције, универзитети и консултантске фирме
- Финансијске институције, мали финансијски провајдери и осигуравајућа друштва
- Верске и културне организације.

Референце

- Ahmed, I., Zia, M.A., Afzal, H., Ahmed, S., Ahmad, M., Akram, Z., Sher, F., and Iqbal, H.M.N., 2021. Socio-Economic and Environmental Impacts of Biomass Valorisation: A Strategic Drive for Sustainable Bioeconomy. <https://doi.org/10.3390/su13084200>
- Deloitte, 2022. Towards an Integrated Energy System: Assessing Bioenergy's Socio-Economic and Environmental Impact. <https://bioenergypeople.org/article/347-towards-an-integrated-energy-system-assessing-bioenergy-s-socio-economic-and-environmental-impact.html>
- FAO, UNEP, 2010. A Decision Support Tool for Sustainable Bioenergy. <https://www.fao.org/3/am237e/am237e.pdf>
- Martín-Gamboa, M., Quinteiro, P., Dias, A.C., Iribarren, D., 2021. Comparative Social Life Cycle Assessment of Two Biomass-to-Electricity Systems. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094918>
- Song, Junnian., Li, Kexin., and Yang, Wei., 2021. Integrated economic–environmental–social assessment of straw for bioenergy production. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820539-6.00013-3>
- World Bank Group, 2017. Converting Biomass to Energy. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28305/118738-WP-BioMass-report-06-2017-PUBLIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zhang, Yueming., Li, Junjie., Liu, Huan., Zhao, Guangling., Tian, Yaju., and Xie, Kechang., 2021. Environmental, social, and economic assessment of energy utilization of crop residue in China. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11708-020-0696-x>

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Овај пројекат (Број пројекта:**2020-1-УК01-КА202-079054**) је финансиран уз подршку Европске комисије. Ова публикација одражава ставове само аутора и Комисија се не може сматрати одговорном за било какву употребу која може бити направљена информација садржаних у њему.