



# DESUWOW

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

**2020-1-UK01-KA202-079054**

**ИО1 – Тренинг приручник**

### **Признање**

Овај приручник је финансиран из средстава Европске комисије у оквиру Уговора о гранту —2020-1-УК01-КА202-079054, ЕРАСМУС+ пројекта стратешког партнериства „Развој професионалних вештина за коришћење чврстог урбаног отпада и органског отпада у пољопривреди“.

### **Одрицање од одговорности**

„Подршка Европске комисије изради ове публикације не представља одобравање садржаја који се одражава ставове аутора, и Комисија се не може сматрати одговорном за било какву злоупотребу информација садржаних у њој“.

### **Ауторска права**

© 2020 - 2022 DESUWOW Конзорцијум



<b>Развијање стручних вештина за коришћење чврстог урбаног отпада и органског отпада у пољопривреди</b>	<b>1</b>
Методологија обуке	6
Разговор	6
Групна дискусија	6
Студија случаја	7
Онлајн програм обуке	7
Циљне групе:	8
Циљеви Програма обуке:	8
Циљеви приручника за обуку:	8
Циљеви наставног плана и програма:	10
Вођа обуке:	10
Методе учења:	10
Визуелно: Учење визуелизацијом	11
Кинестетика: Учење покретом	12
Аудиторно: Учење слушањем	12
Структура и садржај обуке:	12
Трајање:	15
Ice-Breakers:	15
Увод	16
Конвенционални извори енергије	18
Обновљиви извори енергије	22
Утицаји обновљивих извора енергије на животну средину	24
Преглед Уредбе ЕУ за енергетику	25
Биомаса за енергетске ресурсе	29
Увод у Биомасу	30
Врсте и карактеристике Биомасе	30
Дрвни и пољопривредни нис производи	31
Отпад	31
Депонијски гас и биогас	32
Алкохолно гориво	33
Етанол	33
Биодизел	34
Методе коришћења биомасе у енергетске сврхе	38
Увођење коришћења биомасе	38
Методе претходног третмана биомасе	39
Предтретман екструзијом	40
Предтретман киселинама	40

Алкални предтretман	41
Предtretман органосоловом	42
Предtretман јонском течношћу	42
Предtretман парном експлозијом	43
Ammonia Fibre Explosion предtretман (AFEX)	44
Liquid Hot Water (LHW) предtretман	45
Биолошки предtretман	46
Преглед метода конверзије биомасе	47
Директно сагоревање	47
Гасификација	38
Пиролиза	47
Анаеробна дигестија	48
Ликвифакција (течење)	49
Индиректно течење	49
Директно течење	50
Hydrolysis - Fermentation Liquefaction	50
Термодинамичка ликвефакција	50
Пиролиза	50
Хидротерман	51
Производња енергије из бимасе	
Преглед врста биоенергије	52
Биоенергија	52
Биогориво	52
Биогас	53
Производни ток биоенергије	54
Изазови у производњи биоенергије	55
Оперативни изазови:	55
Економски изазови	56
Друштвени изазови	56
Изазови политике	56
Политика ЕУ и регулатива биоенергија	57
Технологија конверзије биомасе	
Врсте процеса конверзије биомасе	61
Производња топлотне и електричне енергије	61
Производња биогорива	63
Биодизел	63
Технологија производње биодизела	64
Директна употреба (разблаживање) или мешање	64

Пиролиза	64
Микро-емулзификација	65
Трансестерификација	66
Биоетанол	70
Процес производње биоетанола	71
Процес предтретмана	71
Хидролиза	72
Процес ферментације	73
Производња биогаса	75
Процес предтретмана	76
Технологије анаеробне дигестије	77
Аспекти одрживости биомасе за производњу енергије	
Позадина	80
Еколошки аспект	81
Економски аспект	82
Друштвени аспект	8
3	

## **Методологија Обуке**

Током програма обуке могу се користити различите методе рада. Намера је да се искористи свака прилика да се учесници упознају са различитим методама. Већина сесија је заснована на доприносима учесника. Главна улога вође(а) обуке је да извуче ове доприносе кроз тактичко испитивање и вођење дискусија.

Наравно, илустрирани вођа обуке неће се сложити са приступом предложеним на свим сесијама - креативном учеснику су отворене многе могућности и важно је да вођа обуке одабере методе које преферира и верује да су најбољи. Штавише, многа питања и проблеми који нису поменути у приручнику ће вероватно захтевати пажњу током програма обуке – стога неће бити могуће стриктно пратити упутства за сесије. На приручник треба гледати као на извор идеја и информација, а не као дефинитивни план часа.

Постоје неке методе обуке које се могу применити током програма обуке:

### **Разговор**

Овај метод се може користити да се омогући учешће и донесе неко дубље знање за учеснике како би боље разумели контекст теме. Учесници могу поставити своја питања говорницима или развити малу и кратку дискусију током сесије.

Одговарајућа тема и све информације за сесију разговора су важне за одржавање интересовања учесника да уче и слушају.

### **Групна Дискусија**

Методе групне дискусије могу помоћи да се развију и размене знања, идеје, као и перспективе између учесника како би се боље разумела тема. Такође, у мањој групи учесници могу успоставити ефикаснију комуникацију и повећати своје самопоуздање. Након сваке групне дискусије, учесници треба да „извештавају“ резултате своје дискусије презентацијом, говором или било којим обликом извештавања.

У неким тачкама групна дискусија може бити неуспешна због учешћа сваког учесника у групи јер не успевају да продискутују на тему корисно. Вођа обуке треба да ово схвати као поенту за посматрање и редовно пита сваку групу о напретку дискусије.

## **Студија случаја**

Метода студије случаја је мало слична групној дискусији, међутим студија случаја ће поставити специфичне теме које морају да анализирају, реше и процене узроке да би добили резултат који могу да презентују другим групама или учесницима. Ова студија случаја се може креирати као мала група или појединач, зависи од броја учесника.

Пре креирања активности студије случаја, вођа обуке треба да има одговоре унапред, јер резултат група може бити погрешан због ограничења њиховог знања и информација о одређеним темама.

Због ограничења узрокованих COVID-19 у данашње време, неки од програма обуке би требало да се реализују онлајн, али у зависности од напретка стања програм обуке може да се спроводи и ван мреже.

## **Online Програм Обуке**

Програм онлајн обуке је нешто што је знатно боље на страни безбедносних разлога да се примени током ове ситуације COVID-19. Постоје неки водичи који се могу користити за ову методу:

- Програм онлајн обуке може да се имплементира у некој онлајн платформској апликацији као што је Зоом
- Да би направили групну дискусију, организатори могу да направе собе за секцију које раздвајају учеснике у мале групе
- Током групне дискусије у просторији за секцију, организатори могу ставити тајмер који може бити подсетник свим учесницима да убрзају дискусију
- Понекад проблеми са везом могу да одложе програм, организатори треба да направе процену слободног времена између сесија
- Чак и током онлајн сесије, разбијање леда и енергизер су важни да буду укључени у распоред јер ће дати мало освежења учесницима и могу „пробудити“ учеснике током програма
- Један или два члана организатора треба да преузму одговорност као бележници. Интернет веза учесника може имати проблема, белешке током дневних сесија ће бити веома корисне за учеснике да их поново прочитају и процене.

## **План и програм**

### **Циљна група:**

Програм обуке описан у овом приручнику намењен је особама којима је потребна основна обука и упознавање са коришћењем биомасе и обновљивим изворима енергије за њихов будући рад; који можда раде у таквим областима.

Да би имали користи од обуке, учесници треба да имају интересовање и/или да имају основно знање о биомаси и енергији, и другим предметима у вези са којима су специјализовани (нпр.: одрживост, управљање пројектима, пољопривреда, шумарство, комуникације, јавна политика, итд).

### **Циљеви Програма Обуке:**

Генерално, DESUWOW има своје циљеве зашто је важно спровести програм обуке. Циљеви су:

- - Израда иновативног и модерног програма и програма обуке
- - Идентификовати и анализирати циљане потребе и компетенције
- - Спровођење скупа циљаних пилот испитивања и пренетих садржаја за е-учење
- - Развијање нових професионалних вештина везаних за енергију биомасе
- - Промовисање захтева ЕУ за ОИЕ
- - Подизање свести и пренос иновација за поновну употребу отпада у ЕУ
- - Промовисање иновација, предузетништва и запошљавања у руралним подручјима - подршка побољшању квалитета живота у руралним подручјима и смањење миграција
- - Промовисање еколошке свести

Поред наведених циљева, други циљ програма обуке је да полазницима пружи основна знања о биомаси и обновљивој енергији, као и њеном коришћењу и принципима.

Конкретно, курс треба да унапреди способности учесника:

- Креативно размишљати о борби против еколошких проблема везаних за обновљиву енергију и биомасу
- Организовати и ефикасно допринети развоју знања и консултацијама у вези са питањима животне средине
- Спроводе такве тренинге у својим малим групама као група за изградњу капацитета
- Оценити резултате и ефективност програма обуке

### **Циљеви Приручника за обуку:**

Приручник за обуку има за циљ да пружи неке креативне приступе о знању о испоруци и да повећа свест у вези са биомасом и обновљивом енергијом за учеснике који су заинтересовани или професионално раде у сродним областима.

Приручник за обуку је намењен само вођи(има) обуке (учесници обуке не би требало да имају приручник).

Приручник описује како се курс може водити, сесија по сесија. Свака сесија почиње информацијама о циљевима, трајању и потребном материјалу. Материјали за учеснике су укључени и могу се репродуковати по потреби.

### **Циљеви плана и програма:**

Наставни план и програм је развијен као алат за обуку лидера који ће своје знање пренети учесницима. Користи партципативне технике засноване на различитим теоријским оквирима како би се осигурало да су учесници сигурни у своје способности и способни да имплементирају креативне идеје стечене из програма обуке у свој будући рад и/или иновације.

### **Лидер (вођа) обуке:**

Особа(е) задужена за обуку треба да буде обучена, квалификована и/или искусна у области животне средине, одрживости, омладинских активности и/или енергетике. Добар вођа обуке мора бити:

- **Фацилитатор:** Вођа обуке треба да буде у стању да створи и успостави однос сарадње и учења са учесницима. Он/она/они могу створити позитивне изјаве и појачања за учеснике, укључујући давање повратних информација или исправљање учесника о нечему.
- **Инклузивно:** Вођа обуке треба да буде у стању да одржи и створи инклузивно окружење како би се сви учесници осећали безбедно и удобно током програма, без обзира на њихове расе, сексуалне склоности и религије. Он/она могу развити поверење и отвореност са учесницима, тако да се учесници осећају пријатно да говоре искрено, а сва различита мишљења се поштују.
- **Укључивање свих учесника у дискусију:** Понекад учесници имају потешкоћа да покажу своја размишљања и мишљења на форуму, вођа обуке треба да буде осетљив на ову ситуацију и да пронађе начин да осигура да сви учесници могу да буду укључени у дискусију. Индивидуално испитивање учесника може им помоћи да говоре и укључе своје мишљење у дискусију – такође је важно поставити нека конкретна питања укључујући њихова искуства у областима, мишљење о ситуацији итд.
- **Добар слушалац:** Вођа обуке треба да буде флексибилнији и да слуша шта учесници желе током програма, може бити више дискусије ако је учесницима потребно, итд.
- **Искрен:** Вођа обуке треба да буде искрен са учесницима у вези са својим/њиховим ограничењима укључујући знање, искуства итд. Уместо да се претварате да вођа обуке зна сваки одговор на питање, боље је да питате другог учесника који можда зна одговор.
- **Добар у управљању временом:** Вођа обуке треба да буде у стању да развије добар осећај за време, укључујући када да промени тему, када да заврши дискусију, када да одсече некога ко је предуго говорио и када да дозволи тишину се настави још мало.

### **Методе учења:**

Вођа обуке треба да буде свестан да учесници могу да уче на различите начине, као што су:

- Визуелно
- Покрет (кинестетички)

- Слух (слух)

Сваки учесник има различите стилове учења укључујући и који доминантни сензорни пријемници раде у њему – објашњено је горе. Вођа обуке може питати или гласати које методе учења ефикасније и ефективније раде са учесницима.

### **Визуелно: Учење визуелизацијом**

Постоје два типа визуелних ученика, они могу бити лингвистички и просторни. Са визуелно-лингвистичким ученицима они више воле да уче писаним језиком, попут читања и писања. А са визуелно-просторним ученицима, они више воле да користе више графичких типова језика као што су графикони, видео снимци или други графички материјали.

Да би подржао визуелно-лингвистичке ученике, програм треба да:

- Обезбедите писане материјале за презентацију
- Дајте писмене задатке.

Да би подржао визуелно-просторне ученике, програм треба да:

- Користите графиконе, илustrације, графиконе итд. током презентације или објашњења
- Наведите писане информације уз неке графике или илustrације
- Обезбедите материјале за читање и вођење белешки - укључујући нацрт програма, дневни ред итд.

### **Кинестетика: Учење покретом**

Учесници са доминантним кинестетичким сензорним пријемницима могу лако изгубити фокус када има премало кретања током програма. Учесници са доминантном кинестетиком могу водити белешке када водитељ тренинга или други дају објашњење и/или презентацију.

Да би подржао кинестетичке ученике, програм треба да:

- Обезбедите неке активности да бисте одржали учеснике у покрету - као што су разбијачи леда, енергизатори итд
- Обезбедите неке маркере, маркере у боји да би се фокусирали јер воле да користе боје током процеса учења
- Нека учесници пренесу неке информације или знање на други медиј, попут графика.

### **Аудиторно: Учење слушањем**

Учесници могу бити више слушни. Вођа обуке треба да подржи и олакша програм са више вербалног и говорног центра.

Да би подржао слушаоце, програм треба да:

- Наведите резиме програма или било коју нову тему у свакој сесији, о очекивањима, дневном реду и кључним тачкама
- Обезбедите браинсторминг, групну дискусију итд
- Развијте разговор између учесника и вође обуке
- Може замолити учеснике да „говоре“ своја питања уместо да их напишу на папир.

### **Структура и садржај обуке:**

Обука је подељена на шест тема. Ово треба посматрати као „нацрт модела“ или предлог, који се мора прилагодити стварним потребама учесника. Теме и сесије се могу додавати или брисати по потреби и може се издвојити више или мање времена за било који део програма обуке, време за практичне вежбе може се повећати итд.

Ово су садржаји обуке:

- A4/1 - Увод - Извори енергије
- A4/2 - Биомаса за енергетске ресурсе
- A4/3 - Начини коришћења биомасе у енергетске сврхе
- A4/4 - Производња енергије из биомасе
- A4/5 - Процес конверзије биомасе
- A4/6 - Аспекти одрживости биомасе за производњу енергије

Испод су детаљи о садржају обуке укључујући трајање, кључне речи и циљеве. То ће помоћи лидерима обуке да боље разумеју садржај и буду у могућности да га боље доставе учесницима.

#### **A4/1 - Увод – Извори енергије**

<b>Трајање</b>	2 сата (укључујући и групне дискусије и Q&A)
----------------	--

<b>Кључне речи</b>	Енергија, обновљива енергија, фосилна енергија, струја, зелена енергија
<b>Циљеви</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разумевање дефиниција и објашњење енергије уопштено</li> <li>• Разумевање различитости између фосилне енергије и обновљиве енергије</li> <li>• Знати важност обновљиве енергије</li> <li>• Знати како се питање енергије регулише у Европској Унији</li> </ul>
<b>Опис</b>	Енергија је једна од главних компоненти која је веома битна у одржавању људских живота. Пребацивање енергије са фосилних ресурса на обновљиве је неопходно. Ово ће дати боље разумевање чисте и обновљиве енергије. Пошто је енергетски ресурс веома важно знати, да ли је обновљив или не? Да ли производи високе гасове стаклене баште?

<b>A4/2 - Биомаса за енергетске изворе</b>	
<b>Трајање</b>	2 сата (укључујући групну дискусију и Q&A)
<b>Кључне речи</b>	Биомаса, пољопривреда, отпад, одрживост
<b>Циљеви</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разуме дефиницију и објашњење о биомаси</li> <li>• Зна и може да истражује врсте биомасе</li> <li>• Разуме карактере биомасе</li> <li>• Знати предности коришћења биомасе за добијање енергије</li> </ul>
<b>Опис</b>	Биомаса је један од извора који се може користити као обновљиви извор енергије. Биомаса може бити из шумских производа, па чак и комуналног чврстог отпада који ће бити одрживији и кружни ако се може искористити за нешто друго као што је енергија од складиштења на депонији која може створити више гасова стаклене баште у атмосфери.

<b>A4/3 - Начини коришћења биомасе у енергетске сврхе</b>	
<b>Трајање</b>	2.5 сата (укључујући групне дискусије и Q&A)
<b>Кључне речи</b>	Коришћење биомасе, енергија, одрживи развој
<b>Циљ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разумети и истражити коришћење биомасе</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Познавати методе коришћења биомасе</li> <li>● Истражите предности и недостатке коришћења биомасе</li> </ul>
<b>Опис</b>	Биомаса је прилично свестран производ који се може користити за неке различите врсте енергетских намена као што су биогас и биогориво. Употреба се такође може користити за потребе електричне енергије или као гориво за возила.

<b>A4/4 - Производња енергије из биомасе</b>	
<b>Трајање</b>	2 сата (укључујући групну дискусију и Q&A)
<b>Кључне речи</b>	Производња енергије, обновљива енергија, одрживи развој, биоенергија, биогорива
<b>Циљеви</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Знати врсте енергије које се могу произвести из биомасе</li> <li>● Разумети шему производње биомасе за свако коришћење енергије уопште</li> <li>● Упознајте изазове производње енергије из биомасе</li> <li>● Разумети регулативу Европске уније која се односи на производњу енергије из биомасе</li> </ul>
<b>Опис</b>	Производња енергије из биомасе је одржив начин за производњу обновљиве енергије и неутралне емисије угљеника. Производња енергије може бити у облику биогаса, течног горива и електричне енергије. Постоје различите врсте производње енергије из биомасе које се могу имплементирати у зависности од квалитета и врсте саме биомасе и изазова система који се користе у процесу.

<b>A4/5 - Процес конверзије биомасе</b>	
<b>Трајање</b>	2.5 сата (including group discussion and Q&A)
<b>Кључне речи</b>	Производња биомасе, гасификација, сагоревање, додати још
<b>Циљеви</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Познавање процеса производње биомасе до енергије</li> <li>● Разумети шему производње биомасе</li> <li>● Истражите како да смањите емисију и/или отпад током производње</li> <li>● Разумети посебне ликове из сваког производног процеса</li> </ul>

<b>Опис</b>	Постоје неки процеси конверзије биомасе у енергију као што су сагоревање, гасификација, итд. Процесе конверзије је важно разумети јер сваки процес има различите механизме и карактере. Такође, различите врсте коришћења биомасе користе различите методе и системе.
-------------	---

<b>A4/6 - Sustainability Aspects of Biomass for Energy Production</b>	
<b>Трајање</b>	2.5 сата (укључујући групну дискусију и Q&A)
<b>Кључне речи</b>	Одрживост, производња енергије, утицај на животну средину, економски утицај, друштвени утицај
<b>Циљеви</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Разумети изгледе одрживости коришћења биомасе за производњу енергије</li> <li>● Схватите предности и утицаје биомасе на конверзију енергије</li> <li>● Истражите изазове које треба решити у вези са одрживошћу</li> </ul>
<b>Опис</b>	Да пружи информације о значају биоенергетских аспеката за одрживост, укључујући економске, еколошке и социјалне аспекте.

#### **Трајање:**

За спровођење програма обуке како је предложено у овом приручнику за обуку и коришћењем целокупног материјала потребно је приближно 20 сати (3-5 дана). Када су можда разматрана прилагођавања нацрта и појединачних сесија, може се израчунати стварно потребно време.

#### **Ice-Breakers:**

- Све моје комшије...

Реците свим учесницима да формирају круг. Једна особа је у средини и мора да каже нешто о себи/себи на почетку реченице са „Сви моји комшије“. На пример, особа ће рећи „Све моје комшије имају... мачку“ – сви људи у кругу који такође имају мачку морају да замене места са једном особом у средини круга. Последња особа која није нашла место у кругу мора поново да почне и каже „Све моје комшије имају...“. Ово је динамична игра која помаже учесницима да се боље упознају.

- Две истине, једна лаж

Подијелите све у групе од 3 до 5 особа. Свака особа у групи мора другима рећи две истине и једну лажу о себи. Остали чланови групе тада морају погодити која је изјава била лаж. Када заврше, групе могу да изаберу свог најбољег 'лажљивца',

који онда може покушати да превари остале групе. Ова вежба помаже људима да схвате колико је тешко познавати особу само по спољашњем изгледу и ономе што говори.

#### - Звукови животиња

Припремите листове папира и на њих напишите имена животиња (кокошка, крава, овца, коза,...) - увек треба да буду најмање 2 или 3 папира са истом животињом. Подијелите га учесницима. Замолите учеснике да испусте звук своје животиње, сви у исто време. Особе које испуштају исте звукове треба да формирају групу. Ово је смешна вежба која уклања плашљивост учесника. Такође се може користити за формирање група за даље групне активности.

#### - Читач мисли

Замолите све у групи да:

- Изаберите број између 1 и 10 и чувајте га у тајности.
- Помножите овај број са 9.
- Ако овај број има 2 цифре, саберите их.
- Одузми 5 од овог броја.
- Изједначите овај резултат са словом абецеде ( $1 = \text{А}, 2 = \text{Б}, 3 = \text{Ц}$  итд.).
- Замислите земљу која почиње тим словом.
- Замисли животињу која почиње другим словом те земље.

А онда можете да питате „Колико је људи размишљало о сивом слону у Данској?“

#### - Повез преко очију

Учесници су подељени у парове, а један од парова има повез преко очију. Други треба да води особу са повезом на очима по просторији и око препрека у просторији, као што су столови, столице, флипчарт. Након 5 минута, пар мења улоге, а вођа постаје особа са повезом на очима.

Ова вежба помаже људима да верују једни другима, али такође помаже учесницима да схвате како је бити у рањивој ситуацији.

## 1 – Енергија и њени извори

**Циљ:** Пружити неке информације за боље разумевање учесника о енергији и њеним ресурсима. Овај одељак ће се фокусирати на страну одрживости и обновљиве енергије.

---

### Увод

Пре него што се започне садржајем о енергији и њеним изворима, тренери ће пружити кратак осврт на подсећање учесника шта је енергија.

#### || Активност:

Направити листу када и где ми користимо енергију

**Одговор:** Енергију користимо све време, то укључује наше свакодневне активности као што су ходање, трчање, вожња бицикла, причање итд. А енергију користимо и да подржимо наше свакодневне активности, као што су горива за наша возила, струја за кућне апарате и светла, итд.

Енергија је важан део и витална за многе секторе, посебно за привреду. Дугорочна доступност енергетских ресурса је важна како би се осигурала равнотежа између економских компромиса и еколошких аспеката, и може довести до неких питања која имају велике импликације на будуће заједнице, економију и одрживост, као што су потражња за чистом енергијом, смањење гаса, емисије, контролу гасова стаклене баште, као и економичне перформансе у погледу конверзије енергије и прелаза. Обновљиви и одрживи извори потребни за обезбеђивање зелене енергије која производи ниске емисије угљеника до нулте емисије. Међутим, изградња капацитета и подизање свести људи о обновљивој енергији и одговорној потрошњи је неопходна.

Постоје различите врсте енергетских облика:

- Светлост (енергија зрачења)
- Топлота (топлотна енергија)
- Механички
- Хемикалија
- Електрични
- Нуклеарна

На основу извора енергије, постоје 2 главна типа:

- Конвенционални извори или који се односе на необновљиве изворе, као што су угљ, природни гас, нафта, нуклеарна енергија
- Обновљиви извори, као што су биомаса/отпад, ветар, хидро, соларна, геотермална енергија

На основу ИЕА извештаја Кључне светске енергетске статистике 2020, светска укупна финална потрошња енергије (ТФЦ) у 2018. износи 40,8% од нафте, 10% од угља, 10,2% од биогорива и отпада, 19,3% од електричне енергије, 16,2% од природног гаса, а 3,5% из осталих извора. Као што су подаци показали, већина финалне потрошње енергије и даље је из извора фосилних горива који нису обновљиви и одрживи. Глобално гледано, коришћење биомасе за енергију је и даље прилично ниско, међутим биомаса је један од извора који је обновљив за будућу чисту енергију.

На основу података о енергетском билансу које је Европска унија објавила преко Еуростата за период 2019-2020, гас је већина енергената који пролазе кроз домаћинства, док се обновљиви извори енергије повећавају из године у годину. Као што је приказано на слици 1.1 у наставку, извори нафте и нафте се смањују – још увек не достиже нулу, али напредује сваке године. Слика испод се може укључити у слайд презентације који ће се показати учесницима, како би им

пружили неке информације о енергентима – горивима који се односе на потрошњу

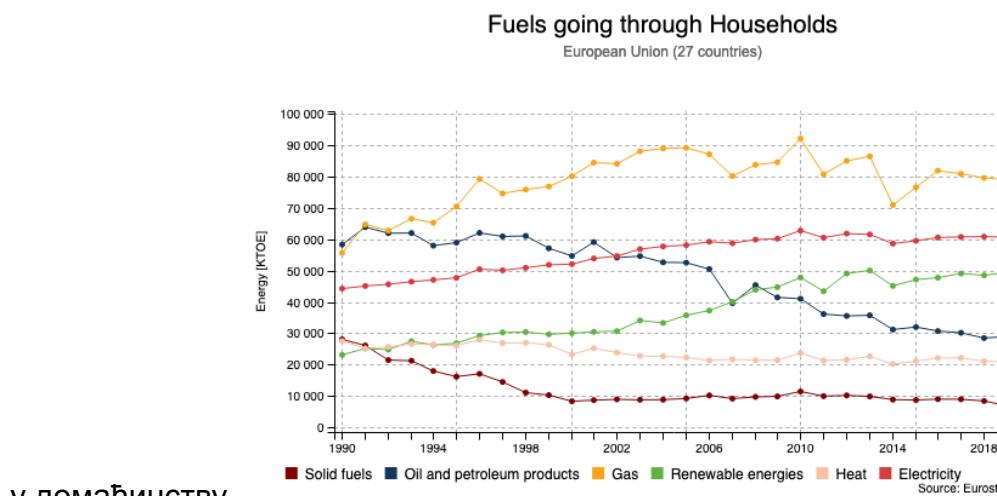


Figure 1.1. Fuels going through household (Eurostat, 2019)

### Conventional Energy Sources

Конвенционални извори енергије се обично називају необновљивим и неодрживим изворима јер имају ограничено ресурсе који могу бити исцрпљени. Ова врста енергије ће створити штету по животну средину, здравље људи, безбедносне ризике и дугорочне трошкове складиштења.

Постоје неки извори конвенционалне енергије:

- Извори рударске производње, као што су угљ, нафта, природни гас. Овај конвенционални извор енергије се обично назива фосилна горива која су заправо класификована као необновљива енергија јер је потребно много година да се овај извор природно репродукује. Фосилна горива су енергетски ресурси добијени из измене остатака живих организама затрпаних седиментима и изложених повишеним притисцима и температуром милионима година ([Gerali, 2020](#)).

- Нуклеарни извор - овај извор енергије добијен цепањем атома уранијума и плутонијума. Да би се произвела нуклеарна енергија, потребна му је рударска операција која се може односити на необновљиву активност, међутим производња нуклеарне енергије се може назвати чистом и одрживом енергијом, пошто је врста енергије са нултом емисијом, производи минималан отпад и енергију.

**Забавне чињенице о нуклеарној електрани:**

1 уранијумске пелете (~1 inch tall) = 17,000 кубних стопа природног гаса = 120 галони нафте = 1 тона угља ([US Department of Energy](#))

### Утицаји конвенционалних извора енергије на животну средину

Како су конвенционални извори енергије необновљиви и из рударских активности, постоје одређени утицаји на животну средину – посебно из индустрије производње фосилних горива. Утицаји на животну средину биће подељени у три различита

аспекта – ваздух, вода и земљиште. Индустрије су укључивале индустрију угља и рударства, као и рафинерије нафте.

Табела 1. Утицаји извора енергије фосилних горива на животну средину

Индустрија	Ваздух	Вода	Земљиште
Производња угља и рударство	<p>Загађење прашином - Ово загађење може настати током вађења, транспорта и складиштења рударских производа</p> <p>Постоји опасност од експлозија и пожара током процеса рударења који могу проузроковати загађење ваздуха</p> <p>Емисија угљен-диоксида и сумпор-диоксида у атмосферу из процеса сагоревања који делују као гасови стаклене баште</p>	<p>Контаминација високо киселе рудничке воде у површинске и подземне воде која може имати негативан утицај на водени екосистем, као и на заједнице које директно користе воду</p>	<p>Контаминација високо киселе рудничке воде у површинске и подzemне воде која може имати негативан утицај на водени екосистем, као и на заједнице које директно користе воду</p>
Прерада/рафинерија нафте	<p>Емисије сумпор-диоксида (<math>\text{SO}_2</math>), азотних оксида (<math>\text{NO}_x</math>), водоник-сулфида (<math>\text{H}_2\text{S}</math>), угљоводоника (<math>\text{OH}</math>), угљен-монооксида (<math>\text{CO}</math>), угљен-диоксида (<math>\text{CO}_2</math>), честица,</p>	<p>Употреба великих количина воде за хлађење – ако се користе извори слатке воде, то може иззврати недостатак воде у одређеним областима</p> <p>Емисије од</p>	<p>Опасни отпадни муљеви од третмана отпадних вода као што су катрани и истрошени катализатори који могу загадити земљиште</p>

	<p>других токсичних органских једињења и непријатних мириса који могу изазивају загађење ваздуха и такође негативно утичу на здравље људи</p> <p>Постоје ризици од експлозија и пожара у производњи</p>	<p>угљоводоници, каустици, нафта, хром и ефлуент из гаса</p> <p>Гуме за водене ресурсе и површинске и подземне</p>	
--	---	--	--

### **Предности конвенционалних извора енергије**

Конвенционални извори енергије се много користе због предности које пружају. Ево неких предности конвенционалних извора енергије.

#### **1. Технолошки ефикасан**

Конвенционални извори енергије су високо ефикасни, па се као резултат тога користе и за стамбене и комерцијалне сврхе. Размотрите конвенционалне изворе енергије као што су угљ, природни гас и нафта и упоредите их са обновљивим изворима енергије као што су енергија ветра или сунчева енергија. Конвенционални извори енергије дају више енергије због добро развијених система и технологија. Као резултат тога, они су и даље примарни извор производње енергије на глобалном нивоу.

#### **2. Познати извор**

За разлику од нове технологије обновљивих извора енергије, информације о конвенционалној технологији производње енергије су добро дистрибуиране и информисане заједницама – боље су нам познате у свакодневном животу. Узмите у обзир огревно дрво, које се добија и из природних шума и из плантажа. Људи у руралним областима их свакодневно користе у различите сврхе, на пример за кување. Због лакоће приступа, добро је познат извор енергије. Већина нација се ослања на то да задовољи своје потребе за снагом.

#### **3. Доступност извора**

Обиље конвенционалних извора енергије је широко доступно. Као резултат тога, лако је доступан током целе године. Када се окрене обновљивим изворима енергије, ресурси су зависни. Узмите у обзир соларну енергију, која се ослања на сунце, и енергију ветра, која се ослања на ветар. Када су у питању конвенционални извори енергије, таквог ослањања нема. Можете их користити у

било које доба године. Штавише, лако се транспортују, а њихово присуство у великом броју поједностављује ствари.

#### 4. Систематски исплатив

Сви знати колико су конвенционални извори енергије у изобиљу и постоје већ дugo времена, тако да не чуди што су веома исплативи. Многе конвенционалне резерве енергије су откријене током векова, што их чини лако доступним за потрошњу. Добављачи конвенционалних извора енергије имају обиље залиха, што им омогућава да задовоље енергетске потребе потрошача.

#### 5. Погодно

Конвенционални извори енергије могу се наћи широм света, лако се могу транспортовати преко граница и прилично једноставни за коришћење. Неким људима је тешко управљати новим машинама или другим изворима енергије, па се држе конвенционалних извора енергије. Поред њихове корисности, ови извори су релативно једноставни за складиштење, што их чини популарним избором у широј јавности. Људи који живе у подручјима где је тешко доћи до обновљивих извора енергије могу лако да користе конвенционалне изворе енергије.

### **Недостаци конвенционалних извора енергије**

Уз користи, морамо се носити и са последицама које долазе са конвенционалним изворима енергије. Ево неких недостатака конвенционалних извора енергије.

#### 1. Зависност

Како се још увек доста ослањамо на конвенционалне изворе енергије, и као резултат тога, прелазак на обновљиве изворе енергије постаје све тежи. Међутим, конвенционалним енергетским ресурсима су потребни векови да се формирају, а стопа наше потрошње је порасла како се повећавају и становништво и потребе (домаћинства и индустрије). Ако сада не буде неопходних корака ка обновљивој енергији, остаћемо без конвенционалних извора енергије, а њихово спорије формирање ће погоршати ствари (посебно домаћинства и индустријске активности).

#### 2. Здравствени проблеми

Када се користе конвенционални извори енергије, они емитују гасове који су штетни по здравље људи. Ови гасови су се некада називали емисијом гасова стаклене баште. Проблеми са дисањем су најчешћи примећени тип проблема услед коришћења конвенционалних извора енергије. Сагревање конвенционалних извора енергије загађује ваздух, воду и земљиште. Људи који раде у рударској индустрији суочени су са већим опасностима, јер су изложени ризику од несрећа на раду.

#### 3. Производи опасне нуспроизводе

Постоји велики број нуспроизвода конвенционалне производње енергије који изазивају проблеме - животну средину и здравље људи. На пример, када се сагорева угљ, летећи пепео се производи као нуспроизвод. Угрожава раднике у термоелектранама као и становнике који живе у близини депонија пепела и доприноси загађењу ваздуха. Такође, када се огревно дрво сагорева неконтролисано и без ефикасних система, производи се дим који садржи угљен-диоксид, воду и друге штетне хемикалије. Угљенмоноксид, азотни оксиди и други нуспроизводи конвенционалних извора енергије опасни су по људско здравље.

#### 4. Необновљиви извори

Можда смо нашли на кампање које охрабрују људе да пређу са конвенционалне енергије на обновљиве изворе енергије. Сврха сличних иницијатива је подизање свести јавности о исцрпљивању конвенционалних извора енергије. Ови извори енергије се постепено смањују, а последице ће сносити будуће генерације. Као резултат тога, од кључне је важности да га користите мудро, имајући на уму да су потребне милијарде година да се формира.

#### 5. Штети животну средину

Као што је горе поменуто, конвенционални извори енергије ослобађају штетне нуспроизводе у животну средину, што угрожава животе милиона људи. Посебно су смртоносне последице удеса у којима се садржај нафтних танкера и теретних бродова излива у водене површине. Угрожава здравље животиња. Штавише, повређени су људи који дођу у контакт са њим. Оксиди који се ослобађају сагоревањем конвенционалних извора енергије претварају кишу у киселину, узрокујући штету и дивљим животињама и људима. Остали негативни ефекти укључују емисије гасова стаклене баште, загађење, стварање отпада и оштећење озонског омотача.

#### || Активност:

Направите групу од 4-5 људи да сазнате више о рударском и нафтном сектору на основу земаља и утицаја на животну средину и друштво, и зашто је прелазак са фосилних горива на обновљиву енергију важан - нека то представе другима - ово може бити презентација, драма или било који други креативни облик објашњења.

### Обновљиви Извори Енергије

Обновљива енергија је један од извора енергије који се производи природним и обновљивим изворима и процесима који се могу природно и стално обнављати. Обновљиви извори енергије могу укључивати сунчеву светлост, ветар, воду, плиму и биомасу. Обновљива енергија се првенствено претвара у неколико производа као што су топлота, електрична енергија и врста горива за транспорт који се користи.

Обновљива енергија је један од потенцијалних извора и биће важан извор енергије за будућност за производњу енергије са ниским садржајем угљеника која је заправо еколошки одржива. Са брзим развојем, постоје неке технологије које се користе за конверзију обновљиве енергије као што су хидроенергија, турбине на ветар, фотонапон, биомаса и сагоревање отпада. У наставку су написани главни обновљиви извори енергије са њиховом употребом у различитим облицима:

Табела 2. Обновљиви извори енергије и опције за замену

Енергетски извори	Опција конверзије и коришћења енергије
Хидроелектране	Енергије
Биомаса	Производња топлоте и електричне енергије, пиролиза, гасификација, дигестија
Геотермал	Градско грејање, производња електричне енергије, хидротермална, врућа стена
Соларни	Соларни кућни систем, соларни сушачи, соларни штедњаци
Директни Соларни	Фотонапон, производња топлотне енергије, бојлер
Ветар	Производња електричне енергије, ветрогенератор, ветрењача
Wave	Бројни дизајни
Тидал	Бараж, плимни поток

Према Извештају о стању енергетске уније 2021, обновљива енергија је претекла фосилна горива као извор енергије у ЕУ 2020. Обновљива енергија је обезбедила 38% извора електричне енергије у ЕУ, фосилна горива 37%, а нуклеарна 25%. Међутим, неке од земаља чланица Европске уније имају могућност да изневере очекивања о коришћењу обновљиве енергије од најмање 22% од укупне електричне енергије.

Питања животне средине, климатске промене и енергетска безбедност су фактори који утичу на глобалну потражњу за обновљивом енергијом. Свест о сагоревању фосилних горива и његовом утицају на животну средину и климатске промене расте из године у годину. Постоје неке предности развоја сектора обновљиве енергије:

- Створити локалне могућности за отварање радних места и приход

- Користите природне локалне ресурсе као што су ветар, сунце, вода, биомаса и геотермална енергија
- Смањити проценат потреба за фосилним горивима и њиховим увозом
- Пошто се енергија користи локално, то ће створити стабилне трошкове енергије за регије јер се неће ослањати на глобалне трошкове енергије

## **|| Активност:**

Као подсетник о енергетским ресурсима који су претходно објашњени, тренери могу да поставе учесницима питање о другим облицима енергије и примерима исте.

**Питање:** Да ли постоје други облици енергије?

**Одговор:** Да, постоји 7 облика енергије:

- Механичка енергија (кинетичка енергија), пример: ветрењача, хидроелектрана, бициклзам итд; његов пандан је ускладиштена енергија (потенцијална енергија), на пример: вода у каналу, водени точак, хидроелектрана
- Енергија зрачења или сунчева светлост или соларна
- Звучна енергија
- Хемијска енергија
- Топлотна енергија
- Електрична енергија
- Нуклеарна енергија

## **Утицаји обновљивих извора енергије на животну средину**

Пројекти обновљиве енергије су такође допринели побољшању утицаја на животну средину, као што је смањење гаса угљен-диоксида, буђење заједница о климатским променама. Студија је приметила веома мале утицаје на људе који живе у одређеној области, туризам, трошкове снабдевања енергијом и утицаје на образовање. Уочени су значајни утицаји у побољшању животног стандарда, стварању друштвених веза и развоју заједнице. Они су такође приметили да су пројекти обновљиве енергије сложени за инсталацију и да су осетљиви на локалну околину и услове. Њихово предвиђање, извршење и планирање захтевају више пажње и знања у поређењу са другим пројектима. Два главна аспекта животне средине су загађење ваздуха и воде, које обично ствара испуштена вода из кућа, индустрија и загађене кише, и испуштање коришћених уља и течности које садрже отровне хемикалије и тешке метале као што су жива, олово итд. Уз загађење воде, природни ресурси се могу одржавати, а ефекат стаклене баште и загађење ваздуха могу се ублажити правилном употребом обновљивих извора енергије као што је приказано у **табели 3**.

Табела 3. Резиме утицаја на животну средину

Категорија утицаја	Однос према конвенционалним	Коментар
--------------------	-----------------------------	----------

изворима		
<b>Излагање штетним хемикалијама</b>		
Емисија Hg, Cd, и других штетних елемената	Смањене емисије	Емисија смањена неколико стотина пута.
Емисија честица	Смањене емисије	Много мање емисије.
<b>Излагање штетним гасовима</b>		
CO <sub>2</sub> емисија	Смањене емисије	Велика предност.
Киселе кише, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub>	Смањене емисије	Смањење више од 25 пута
Остали гасови стаклене баште	Смањење гасова стаклене баште	Велика предност-глобално загревање
<b>Друго</b>		
Избацује фосилна горива	Потпуно или делимично отклањање изливања нафте	Изливање мазута и других нафтних деривата.
Квалитет воде	Вода бољег квалитета	Смањено загађење воде.
Ерозија тла	Мањи губитак земље	У већини случајева нема продирања дубоко у земљу.

**|| Чињеница:** Према Извештају о стању енергетске уније 2021, обновљива енергија је претекла фосилна горива као извор енергије у ЕУ 2020. Обновљива енергија је обезбедила 38% извора електричне енергије у ЕУ, фосилна горива 37%, а нуклеарна 25%. Међутим, неке од земаља чланица Европске уније имају могућност да изневере очекивања о коришћењу обновљиве енергије од најмање 22% од укупне електричне енергије.

**|| Активност:**

Направите анкету на мрежи коју учесници могу користити да одговоре на питање у наставку: „Колико процената мислите да ће се обновљиви извори енергије користити као извор енергије у ЕУ 2020. године?“

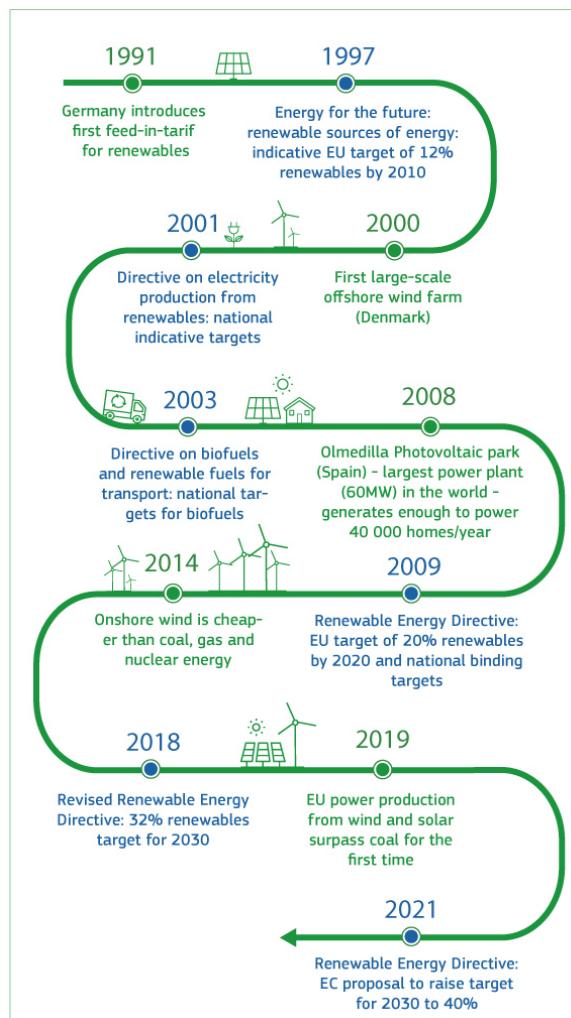
**Одговор:** У 2020. години, 38% обновљиве енергије, 37% фосилних горива и 25% нуклеарне енергије (State of the Energy Union Report 2021).

## Преглед Уредбе ЕУ за енергетику

Енергетска политика ЕУ даје висок приоритет повећању употребе обновљиве енергије, због важног доприноса који обновљива енергија може дати побољшању сигурности и диверсификације снабдевања енергијом, заштити животне средине и социјалној и економској кохезији.

ЕУ је 1997. године усагласила стратегију и циљ да удвостручи удео обновљивих извора енергије у бруто домаћој потрошњи енергије, са 6% на 12% до 2010. Године 2001. земље чланице су се договориле о националним (необавезујућим) циљевима за производњу електричне енергије из обновљивих извора, да се повећа укупни удео електричне енергије из обновљивих извора у ЕУ са 13,9% у 1997. (3,2% искључујући велике хидроелектране) на 22,1% до 2010. године (12,5% не укључујући велике хидроелектране).

Испод је временска линија обновљиве енергије у Европској унији (ЕУ, 2021):



Европска комисија је предложила ревизију директиве у јулу 2021. године, као део пакета за испуњење Европског зеленог договора. Европски зелени договор (ЕГД) поставља циљ да постане климатски неутралан 2050. године на начин који доприноси европској економији, расту и запошљавању. Овај циљ захтева смањење емисије гасова стаклене баште од 55% до 2030. године, што је потврдио Европски савет у децембру 2020. Комисија стога предлаже да се обнове европске шуме, земљиште, мочваре и тресетишта. Ово ће повећати апсорпцију ЦО2 и учинити нашу околину отпорнијом на климатске промене.

Ова шема Зеленог договора Европске комисије подржава кружно управљање и управљање одрживошћу које ће:

1. Побољшање услова живота
2. Одржавајте квалитет живота
3. Креирајте квалитетна радна места
4. Обезбедити одрживе изворе енергије

#### || Активност:

Развијте дискусију око 10-15 минута пре него што са учесницима објасните више о садржају о томе како ефикасно промовисати обновљиву енергију и бити у стању да пружите свест заједници о обновљивој енергији – посебно о електричној енергији.

#### Референце

- <https://www.techquintal.com/advantages-and-disadvantages-of-conventional-sources-of-energy/>
- <http://www.res-legal.eu/>
- [https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules\\_renewable-energy-directive\\_en#2021-revision-of-the-directive-](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en#2021-revision-of-the-directive-)
- [https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules_en)
- <https://caneurope.org/revision-renewable-directive-boost-ambition/>
- [https://caneurope.org/content/uploads/2021/05/CAN\\_briefing\\_REDrevision\\_210507.pdf](https://caneurope.org/content/uploads/2021/05/CAN_briefing_REDrevision_210507.pdf)
- [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN\\_FD\\_SPM\\_final-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN_FD_SPM_final-1.pdf)
- <https://oglethorpe.edu/wp-content/uploads/2020/01/renewable-sustainable-reviews.pdf>
- [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN\\_Full\\_Report-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN_Full_Report-1.pdf)
- [https://www.teachengineering.org/lessons/view/cub\\_environ\\_lesson09](https://www.teachengineering.org/lessons/view/cub_environ_lesson09)
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:en0016>
- <https://www.energy.gov/eere/education/downloads/renewable-energy-activities-choices-tomorrow>
- <https://www.energy.gov/sites/default/files/2014/06/f16/lesson297.pdf>
- [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Febr/IRENA\\_REmap-EU\\_2018\\_summary.pdf?la=en&hash=818E3BDBFC16B90E1D0317C5AA5B07C8ED27F9EF](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Febr/IRENA_REmap-EU_2018_summary.pdf?la=en&hash=818E3BDBFC16B90E1D0317C5AA5B07C8ED27F9EF)
- [https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/the\\_landscape\\_of\\_renewable\\_energies\\_in\\_europe\\_in\\_2030.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/the_landscape_of_renewable_energies_in_europe_in_2030.pdf)
- <https://www.dlr.de/tt/en/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/Europe.pdf>

[https://ec.europa.eu/environment/enveco/eco\\_industry/pdf/ecotec\\_renewable\\_energy.pdf](https://ec.europa.eu/environment/enveco/eco_industry/pdf/ecotec_renewable_energy.pdf)  
<https://oglethorpe.edu/wp-content/uploads/2019/01/Renewable-and-Sustainable-Energy-Reviews-2014-Ellabban.pdf>  
<https://rcub.ac.in/econtent/ug/bsc/6sem/ENERGY%20SOurces.pdf>  
[https://ec.europa.eu/environment/enveco/eco\\_industry/pdf/ecotec\\_renewable\\_energy.pdf](https://ec.europa.eu/environment/enveco/eco_industry/pdf/ecotec_renewable_energy.pdf)  
[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en)  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0842&from=EN>  
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/70/renewable-energy>  
[https://ec.europa.eu/environment/enveco/eco\\_industry/pdf/ecotec\\_renewable\\_energy.pdf](https://ec.europa.eu/environment/enveco/eco_industry/pdf/ecotec_renewable_energy.pdf)  
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/70/renewable-energy>  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550&from=EN>  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_21\\_3541](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541)  
[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics)  
[https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy_en)  
[https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules_en)  
[https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en)  
[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

## **2 - Биомаса за енергетске ресурсе**

**Циљеви:** Овај одељак ће дати нека објашњења везана за биомасу и њен потенцијал да се претвори у један од обновљивих извора енергије. Овај одељак ће дати неке информације о карактеристикама и типовима биомасе како би се боље разумели учесници.

---

### **Позадина**

Европска комисија је припремила пакет Фит-фор-55, који представља серију законских предлога за постизање повећаног климатског циља Европске уније од 55% смањења емисија до 2030. Пакет укључује виши циљ за обновљиве изворе енергије и нова правила која подржавају проширење обновљивих извора енергије. 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. удео Европске уније у обновљивим изворима енергије износи 21,3% (Европска агенција за животну средину, 2021). Тада је ЕУ достигла циљ од 20 одсто удела обновљиве енергије за 2020. према процени Европске агенције за животну средину. 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 о енергетици, 75% укупних емисија гасова стаклене баште у ЕУ потиче од енергије секторима, па ће се повећањем производње обновљиве енергије смањити и сама емисија ГХГ.

Биомаса је један од обновљивих извора енергије који може подржати Зелени договор ЕУ и климатски циљ у енергетском сектору. Према [Scarlat et. al., 2019](#) (2019), биомаса за енергију (биоенергија) наставља да буде главни извор обновљиве енергије у ЕУ, са уделом од скоро 60%, а сектор грејања и хлађења је највећи крајњи корисник, који користи око 75% све биоенергије. Примарно снабдевање за производњу биоенергије је из директног снабдевања дрветом као што су шумарство и шумовито земљиште. Међутим, 2021. године Европска комисија је направила ревизију директиве о обновљивој енергији која укључује и регулацију одрживе производње биоенергије.

- 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
- Примијенити критеријуме одрживости ЕУ на мање инсталације за гријање и енергију (једнаке или веће 5MW)

**|| Активност:** Направите кратку дискусију (10 минута) о енергији биодиверзитета ЕУ да бисте ојачали одрживију производњу биоенергије. Да ли је важно очувати биодиверзитет у оквиру производње енергије? Да ли ће разматрање биодиверзитета бити „терет“ за производњу биоенергије?“

**Одговор:** Погледајте Стратегију биодиверзитета ЕУ која је важна за очување биодиверзитета, а такође постоје и неки алтернативни извори који могу подржати производњу биоенергије осим директног снабдевања дрветом из примарних шума, шумовитог земљишта и тресетишта – биће објашњено у следећем поглављу.

## Увод у Биомасу

Биомаса је разноврstan ресурс који поред биомасе и остатака дрвне индустрије обухвата, енергетске усеве, пољопривредне остатке и отпадне воде из агро-хране, стајњак као и органску фракцију чврстог комуналног отпада, извор, одвојени отпад из домаћинства и канализациони муль.

Биомаса је органска, што значи да је направљена од материјала који потиче од живих организама, као што су биљке и животиње. Биомаса обухвата широк спектар сировина, као што је биомаса из пољопривреде (остатци усева, багаса, животињски отпад, енергетски усеви, итд.), шумарства (остаци од сече, нуспроизводи прераде дрвета, црна течност из индустрије целулозе и папира, огревно дрво и др.), и друге врсте биолошког отпада (отпад од хране, отпад из прехрамбене индустрије, органска фракција чврстог комуналног отпада и др.).

Биомаса за енергију мора се производити, прерађивати и користити на одржив и ефикасан начин како би се оптимизирала уштеда гасова стаклене баште и одржале услуге екосистема, а све то без изазивања крчења шума или деградације станишта или губитка биодиверзитета. Еколошки учинак биоенергетског ланца вредности 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 процењивати од случаја до случаја.

### **Врсте и карактеристике Биомасе**

Ресурси биомасе који су доступни на бази обновљивих извора и који се користе или директно као гориво или претворени у други облик или енергетски производ се обично називају „сировинама“. Сировине за биомасу укључују наменске енергетске усеве, остатке пољопривредних усева, остатке шумарства, алге, остатке од прераде дрвета, комунални отпад и влажни отпад (отпад од усева, шумски остаци, наменски узгајане траве, дрвене енергетске културе, алге, индустријски отпад, сортирани чврсти комунални отпад отпад (МСВ), урбани дрвени отпад и отпад од хране).

### **Дрвни и пољопривредни нус-производи**

Снабдевање домаћом биомасом за енергетске сврхе из сектора шумарства је у 2016. години износило преко 60%, при чему је 32,5% чинило директно снабдевање дрвном биомасом из шума и другог шумовитог земљишта, а 28,2% индиректно снабдевање дрветом. Пољопривредни усеви и пољопривредни нуспроизводи чинили су 27% домаћег снабдевања биомасом, отпад (општински, индустријски итд.) 12% (Центар знања Европске комисије за биоекономију, 2019). Пољопривредна биомаса је материја добијена из биолошких организама као што су кукуруз, слама, биљке, животињски отпад, изнутрице и вишегодишње траве. Као и код других врста биомасе, пољопривредна биомаса се може трансформисати у енергију. Ово обезбеђује најоптималније коришћење биомасе јер се смањује отпад и загађење. Штавише, коришћење пољопривредних остатака

и нуспроизвода може да оживи руралне економије и обезбеди њихову енергетску независност.

Главни ресурси биомасе дрвета и пољопривредних нуспроизвода укључују следеће:

- огревно дрво и остаци дрвне биомасе из 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, дрвена плоча, грађевински елементи, намештај, подови итд.);
- пољопривредних усева и остатака од агропрераде;
- 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 о биодиверзитету ЕУ за 2030., забрањено је набавка биомасе за производњу енергије директно из примарних шума – попут директног снабдевања дрветом, такође биомасе из тресетишта и мочвара.

## Отпад

Ограничења одрживости за коришћење биомасе у енергетске сврхе могу смањити доступност биомасе за производњу енергије. У том контексту, коришћење отпада или резидуалних токова биолошких материјала могло би имати значајан допринос производњи биоенергије и, у исто време, минимизирати утицаје повезане са депоновањем. Опоравак енергије из отпада почeo је давно када је изграђена прва спалионица отпада 1885. године у Сједињеним Државама. У 2016. години, број WtE постројења за MSW достигао је 1618 постројења широм света, укључујући 512 постројења у Европи, 822 постројења у Јапану, 88 у Сједињеним Државама и 166 у Кини ([Scarlat et. al., 2019](#)). Такође, према [Scarlat et. al., 2019](#). (2019), у 2016. години у Европи је било 512 постројења, са 251 комбинованом топлотном и електраном, 161 само за електричну енергију и 94 само за топлотну електрану, које обезбеђују укупан капацитет спаљивања од 93 милиона тона.

Очекује се да ће процеси конверзије отпада у енергију (WtE), као извора обновљиве енергије, играти све важнију улогу у одрживом управљању чврстим комуналним отпадом (MSW) на глобалном нивоу. Процењује се да ће резултат процеса смањити око 10–15% глобалних емисија GHG кроз побољшано управљање чврстим отпадом (рециклажа, преусмеравање отпада са депоније и поврат енергије из отпада).

## **|| Чињеница:**

Једна тона смећа садржи отприлике толико топлотне енергије као 250 кг угља. Смеће није само биомаса; можда половина његовог енергетског садржаја долази од пластике, која се прави од нафте и природног гаса.

## **Депонијски гас и биогас**

Постројења за производњу биогаса за третман влажне отпадне биомасе, из постројења за пречишћавање отпадних вода и рекуперацију депонијског гаса се шире у бројним земљама. Биогас се производи у постројењима за анаеробну дигестију, од третмана отпадних вода и од опоравка са депонија. У Европи, биогас се углавном производи анаеробном ферментацијом у анаеробним дигесторима користећи пољопривредни отпад, стајњак и енергетске усјеве, са око 74% примарне производње енергије из биогаса.

Повећава се и надоградња биогаса на биометан вишег квалитета, за употребу као гориво за возила или за убрзавање у мрежу природног гаса. Производња биогаса је забележила значајан раст последњих година у Европи, углавном захваљујући повољним шемама подршке у неколико држава чланица Европске уније.

Посматрајући изворе биогаса (депонијски гас, канализациони муль, анаеробна дигестија или термохемијски процеси). Највећа количина биогаса долази од анаеробне дигестије у Немачкој, Италији, Чешкој Републици и Француској, а затим следи биогас из поврата депонијског гаса у Великој Британији, Италији, Француској и Шпанији. Биогас из анаеробних дигестора преовлађује у Немачкој, Италији, Данској, Чешкој и Аустрији. Биогас са депоније такође доминира тржиштем у Португалу, Естонији, Ирској или Грчкој и Великој Британији, док биогас из третмана отпадних вода преовладава у неколико земаља, као што су Шведска, Польска и Литванија.

## **|| Испричај причу за боље разумевање:**

Бактерије и гљиве нису избираљиви у јелу. Они једу мртве биљке и животиње, узрокујући да труну или пропадају. Гљивица на трулом трупцу претвара целулозу у шећере да би се хранила. Иако је овај процес успорен на депонији, супстанца која се зове метан гас се и даље производи док се отпад распада. Прописи захтевају да депоније сакупљају гас метан из безбедносних и еколошких разлога. Гас метан је безбојан и без мириса, али није безопасан. Гас може изазвати пожар или експлозију ако је у оближње куће и запали се. Депоније могу сакупљати гас метан, пречишћавати га и користити као гориво. Метан се такође може произвести коришћењем енергије из польопривредног и људског отпада. Биогас дигестори су херметички затворени контејнери или јаме обложене челиком или циглама. Отпад стављен у контејнере ферментира се без кисеоника да би се произвео гас богат метаном. Овај гас се може користити за производњу електричне енергије или за кување и осветљење.

## **Алкохолно гориво**

### **а. Етанол**

Етанол је алкохолно гориво (етил алкохол) направљено ферментацијом пронађених шећера и скроба у биљкама и затим их дестилије. Било који органски материјал који садржи целулозу, скроб или шећер може се претворити у етанол. Последњих година, интересовање за етанол из обновљиве биомасе као моторно гориво расте широм света, због његовог потенцијала да смањи зависност од фосилних горива и утицаја на животну средину. Нове технологије производе етанол из целулозе у дрвенастим влакнima са дрвећа, трава и остатака усева.

Главна тржишта производње и потрошње су САД и Бразил, а затим ЕУ – 2008. године скоро  $\frac{1}{4}$  (21%) бразилске потражње за горивом за друмски саобраћај је било задовољено биогоривима, док је овај удео био само 4% у САД и око 3% у ЕУ. У 2019, скоро сви бензин који се продаје у САД садржи око 10 процената етанола и познат је као E10.

Биоетанол на бази усева се показао донекле контроверзним због забринутости око енергетских биланса, емисија CO<sub>2</sub> животног циклуса и конкуренције са производњом хране. Да би се решили ови проблеми, биоетанол се може добити из великог броја токова остатака и отпада – било хватањем токова отпада богатих шећером или скробом или коришћењем отпадних фракција усева (тзв. лигноцелулозна биомаса). Коришћење лигно-целулозне биомасе је још увек у релативно раној фази развоја, али се етанол на бази отпада данас може рафинисати из бројних индустријских и комуналних отпада и остатака у комерцијалним размерама.

Према [Hirschnitz-Garbers and Gosens \(2015\)](#), ако упоредимо са етанолом на бази пшенице (усева) и обичним бензином, у сценарију 'високе' потражње са максималним снабдевањем сировином од 65.000 милиона литара (Ml), биоетанол

на бази отпада би уштедио 1.405 петајоула (PJ) енергије, што је еквивалентно уштеди од 9,3% укупне потрошње енергије у транспорту у ЕУ. Уштеде емисије GHG биле би једнаке 110 милиона тона (Mt) CO<sub>2</sub> у поређењу са бензином, и 75,5 Mt CO<sub>2</sub> у поређењу са етанолом на бази пшенице. Додатне предности производње горива на бази отпада су у томе што су прикупљање сировина и конверзија горива у великој мери локализовани и стога пружају могућности локалног запошљавања.

## || Шта је лигноцелулозни материјал?

Лигноцелулозни материјал (дрво) је природни ресурс из стабљика и корена дрвећа и дрвенастих биљака које се састоје од крхких и влакнастих ткива. Лигноцелулозни материјали укључујући дрвни, пољопривредни или шумски отпад (Nakarmi, 2022; Dotan, 2014).

### b. Биодизел

Биодизел (FAME; Fatty Acid Methyl Ester) и обновљиви дизел (HVO; Hydrotreated Vegetable Oil) су обновљиве алтернативе за дизел гориво добијено из фосилних извора. Биодизел је гориво произведено хемијском реакцијом алкохола са биљним уљима, животињским мастима или мастима, као што је рециклирана масти за ресторане. Иако се често праве од идентичних сировина, процеси који се користе за производњу FAME и HVO су различити, са различитим крајњим употребама.

Према Европском одбору за биодизел (2022), употреба биодизела емитује између 65 и 90% мање CO<sub>2</sub> од фосилног дизела, при чему сваки килограм употребе биодизела смањује емисију CO<sub>2</sub> за приближно 3 кг. Мотори који користе биодизел такође емитују знатно мање загађујућих материја, са смањеним емисијама честица из испушне цеви, угљен моноксида и угљоводоника. Штавише, биодизел практично не садржи сумпор, тако да може да смањи нивое сумпора у националном снабдевању дизел горивом, чак и у поређењу са данашњим горивима са ниским садржајем сумпора и природним самоподмазујућим својствима која смањују емисије метала повезане са хабањем мотора.

Тренутна Директива о обновљивој енергији дозвољава да се усеви биодизела узгајају на земљишту које би иначе било повучено из производње, пружајући пољопривредницима додатни приход и подстичући ефикасно коришћење постојећих ресурса. Штавише, са сваким килограмом биодизела произведеног у усевима који производи два килограма биљних протеина, употреба биодизела подржава независност ЕУ од снабдевања храном и сточном храном. С обзиром да ЕУ увози скоро две трећине биљних протеина који се користе у пољопривреди, копроизводи биодизела обезбеђују сигурну основу унутрашњег снабдевања и помажу у балансирању ове увозне зависности.

У ЕУ биодизел представља значајан извор обновљиве енергије. Индустрерија датира још од 1992. године, када је, реагујући на позитивне сигнале институција ЕУ, први пут започела европска производња биодизела у индустриским размерама. Како је расла амбиција циљева климатских промена, расла је и

европска индустрија биодизела. Данас је ЕУ светски лидер у производњи и коришћењу биодизела и обновљивог дизела у транспорту. Скоро 200 фабрика ради широм ЕУ, производећи око 13 милиона тона биодизела годишње. Већина овога се троши у Француској, Немачкој, Шпанији, Шведској и Италији, које су 2018. кумулативно чиниле две трећине тржишта биодизела у ЕУ; друга тржишта су мања, али расту.

#### **|| Чињеница:**

Европска производња зеленог дизела помаже у смањењу годишњег дефициита дизела у ЕУ од више од 17 милиона тона, избегавајући издатке од више од 10 милијарди евра на фосилни дизел само у 2018. Биодизел подржава већину од више од 248.000 радних места повезаних са европском индустријом биогорива.

#### **|| Активности:**

Поделите учеснике у 5 група како бисте разговарали о врстама биомасе од дрвета и пољопривредних производа до биодизела. Нека сазнају: (2 сата)

- Дефиниција и/или основно објашњење теме сваке групе
- Основни производни процес
- Статус ЕУ на тему сваке групе
- Предности коришћења материјала из теме сваке групе

Након тога, нека учесници представе резултате пред осталим учесницима и нека се дискусија одвија за 10-15 минута за сваку групу.

### **Коришћење биомасе као енергетског ресурса**

У ЕУ-28, енергија произведена из биомасе порасла је за 466 ПЈ (13%) ове деценије, углавном због брзог ширења у сектору индустрије електричне енергије и грејања. У 2019. години, биомаса чини укупно скоро 3% укупне производње електричне енергије и 19% производње добијене топлоте широм ЕУ, остајући релативно умерен проценат све обновљиве електричне енергије, али веома важан доприноси топлоти добијеној из обновљивих извора.

Биоенергија може играти значајну улогу у постизању циљева ЕУ у погледу обновљивих извора енергије до 2030. године и касније. 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. Када се обезбеђују еколошки аспекти као што су обезбеђивање 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 убедљиво 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. Биоелектрична енергија и транспортна горива чине 13% и 12% респективно (ЈРЦ, 2018). Очекује се да ће до 2050. године потрошња енергије из биомасе рости одрживом стопом са проценама које варирају од скоро удвостручења (Материјал Економицс, 2021) до утроствручења (Фајј ет ал., 2018). 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 који су интензивнији.

Чврста биомаса је најважнија за производњу електричне енергије у нордијским земљама, као што су Финска и Данска, где доприноси више од 10% укупне производње електричне енергије. Међутим, најшире коришћени обновљиви извор електричне енергије у Данској је ветар. У медитеранским областима, као што је Шпанија, потражња за енергијом за биомасу је често много нижа за производњу електричне енергије, али остаје важна за топлоту. У Финској, примарна чврста биомаса има највећи удео у обновљивим изворима енергије (после хидроенергије) са повећањем производње од 39% између 2000-2018.

Ако се њима добро управља, путеви биоенергије могу донети значајне уштеде гасова стаклене баште, истовремено обезбеђујући сигурност хране и штитећи екосистеме и услуге које пружају од крчења шума, деградације станишта и губитка биодиверзитета. 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.

## || Активности:

Креирајте активност која чини листу предности коришћења биомасе.

## Референце:

Energy Factsheet: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_21\\_3672](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_21_3672)

Facts and Figures of Bioenergy in EU:

<https://ec.europa.eu/jrc/en/science-update/facts-and-figures-bioenergy-eu>

Ethanol:

[https://ec.europa.eu/environment/integration/green\\_semester/pdf/Recreate\\_PB\\_2015\\_SEI.PDF](https://ec.europa.eu/environment/integration/green_semester/pdf/Recreate_PB_2015_SEI.PDF)

Nakarmi, 2022: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823137-1.00007-5>

Dotan, 2014: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-3107-7.00015-4>

Biogas: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811830301X>

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568329/EPRS\\_BRI\(2015\)568329\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568329/EPRS_BRI(2015)568329_EN.pdf)

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12649-018-0297-7.pdf>

Graphs:

- [https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/topic/biomass\\_en#agriculture](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/topic/biomass_en#agriculture)  
[https://www.researchgate.net/publication/325338570\\_Biomass\\_from\\_Wood\\_Processing\\_Industries\\_as\\_an\\_Economically\\_Viable\\_and\\_Environmentally\\_Friendly\\_Solution](https://www.researchgate.net/publication/325338570_Biomass_from_Wood_Processing_Industries_as_an_Economically_Viable_and_Environmentally_Friendly_Solution)  
<https://stateofgreen.com/en/sectors/clean-energy-sources-sector/bioenergy/agricultural-biomass/>  
[https://etipbioenergy.eu/images/ETIP\\_B\\_Factsheet\\_Bioenergy%20in%20Europe\\_rev\\_fe\\_b2020.pdf](https://etipbioenergy.eu/images/ETIP_B_Factsheet_Bioenergy%20in%20Europe_rev_fe_b2020.pdf)  
[https://ec.europa.eu/environment/integration/green\\_semester/pdf/Recreate\\_PB\\_2015\\_SEI.PDF](https://ec.europa.eu/environment/integration/green_semester/pdf/Recreate_PB_2015_SEI.PDF)  
[https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biofuels\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biofuels_en)  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2019.00874/full>  
[https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability/economic-sustainability/bio\\_economy/agricultural-biomass\\_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability/economic-sustainability/bio_economy/agricultural-biomass_en)  
<https://ebb-eu.org/about-biodiesel/>  
[https://ebb-eu.org/wp-content/uploads/2021/11/21\\_1116\\_sGU-for-EBB\\_Roadmap.pdf](https://ebb-eu.org/wp-content/uploads/2021/11/21_1116_sGU-for-EBB_Roadmap.pdf)  
<https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/a14e272d-c8a7-48ab-89bc-31141693c4f6/Biomass%20in%20the%20EU%20Green%20Deal.pdf?v=63804370211>  
[https://ec.europa.eu/environment/integration/green\\_semester/pdf/Recreate\\_PB\\_2015\\_SEI.PDF](https://ec.europa.eu/environment/integration/green_semester/pdf/Recreate_PB_2015_SEI.PDF)  
[https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biofuels\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biofuels_en)  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2019.00874/full>  
[https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability/economic-sustainability/bio\\_economy/agricultural-biomass\\_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability/economic-sustainability/bio_economy/agricultural-biomass_en)  
<https://ebb-eu.org/about-biodiesel/>  
[https://ebb-eu.org/wp-content/uploads/2021/11/21\\_1116\\_sGU-for-EBB\\_Roadmap.pdf](https://ebb-eu.org/wp-content/uploads/2021/11/21_1116_sGU-for-EBB_Roadmap.pdf)  
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC113715>  
[https://www.researchgate.net/publication/224870026\\_Biomass\\_for\\_energy\\_in\\_the\\_European\\_Union\\_-\\_A\\_review\\_of\\_resource\\_assessments](https://www.researchgate.net/publication/224870026_Biomass_for_energy_in_the_European_Union_-_A_review_of_resource_assessments)  
<https://bioenergypeople.org/about-bioenergy.html>  
<https://www.mdpi.com/1996-1073/13/13/3390/htm>  
<https://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/articles/10.1186/1754-6834-5-25>  
[https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biomass\\_en#documents](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biomass_en#documents)  
[https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030\\_en](https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en)  
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7931acc2-1ec5-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-228478685>  
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7120db75-6118-11eb-8146-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-228484245>  
[https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/biosustain\\_report\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/biosustain_report_final.pdf)  
<https://ec.europa.eu/jrc/en/science-update/facts-and-figures-bioenergy-eu>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519302873>  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_21\\_3541](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3541)  
<https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/id-00138>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X19300720>  
<https://windeurope.org/newsroom/press-releases/its-official-the-eu-commission-wants-30-gw-of-new-wind-a-year-up-to-2030/>

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_20\\_1609](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_1609)

[https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan_en)

[https://ec.europa.eu/clima/system/files/2020-09/factsheet\\_ctp\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/system/files/2020-09/factsheet_ctp_en.pdf)

### **3 - Методе коришћења Биомасе у енергетске сврхе**

**Циљеви:** Овај одељак објашњава методе коришћења биомасе у енергетске сврхе дајући основна објашњења и неке предности и недостатке метода.

#### **Увођење коришћења биомасе**

Енергија биомасе је најобновљивији енергетски ресурс на свету. Попут великог постројења соларне хемијске индустрије, шири се у биљкама по целом копну и води широм света које непрекидно преносе сунчеву енергију у хемијску енергију која се складиши у унутрашњем делу биљака у облику органске материје. Дакле, састављена је нека врста обновљиве енергије у изобиљу - енергија биомасе.

Енергетски ресурс биомасе има много предности као што су већи капацитет ресурса, нижа цена, мањи састав сумпора, мањи садржај пепела и карактеристика обновљивости. С друге стране, има и неке неповољне аспекте као што су већи садржај воде, нижа јединична топлотна снага, велика запремина, децентрализовани ресурси и непогодан за сакупљање, складиштење и транспорт. Али ови недостаци се могу превазићи. Све док се предузимају одговарајуће мере, узимајући у обзир локалне услове, користећи доступну науку и технологију, бирајући разуман технички програм, усвајајући напредне технике, развијајући нове методе конверзије енергије и обраћајући пажњу на ефикасност коришћења енергије и економичност биолошког система, тада се ресурси биомасе могу ефикасно користити.

Пре неколико векова, биомаса је била најважнији енергетски ресурс. У данашње време са напредном науком и технологијом, енергија коју снабдева биомаса је и даље већа од хидрауличке и нуклеарне енергије. Према Еуростату (2018), Летонија (29%), Финска (24%), Шведска (20%), Литванија (17%) и Данска (15%) имале су највећи удео дрвета и производа од дрвета у бруто унутрашњој потрошњи енергије.

Преносом, биомаса се може претворити у корисну топлотну енергију, електричну енергију и енергенте. Главне методе конверзије су:

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

## **Методе претходног третмана Биомасе**

Биоенергетски производи као што су биоетанол и биодизел могу се производити од лигноцелулозне биомасе добијене из биљака које су значајно велики обновљиви биоресурси. Термин "лигноцелулозна биомаса" је дефинисан као лигнин, целулоза и хемицелулоза који чине зид ћелије биљке.

Примарни циљ процеса претходног третмана 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 претходног третмана биомасе, укључујући физичке, хемијске, физичко-хемијске и биолошке неке од њих су наведене на следећи начин:

1. Физичке методе које су се састојале од екструзије, млевења куглицама, млевења са мокрим диском, микроталасне предтредмана.
2. Хемијске методе које су састојале од кисelog претходног третмана, алкалног претходног третмана, претходног третмана органосолв, претходног третмана 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.

### **Предтretман екструзијом**

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

Постоје неке предности и ограничења предтretмана 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 предтretмана за боље резултате.

Ограниченија:

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

### **Предтretман киселинама**

Предтretман киселином је најопсежније проучаван и широко коришћен процес предтretмана лигноцелулозне биомасе. Главни циљ процеса киселог претходног третмана је хидролиза хемицелулозне фракције лигноцелулозне биомасе. Ефикасност ове методе претходног третмана се обично повећава са повећањем удела хемицелулозе и екстрактивних фракција у биомаси.

Постоје неке предности и ограничења киселог претходног третмана биомасе као што следи:

Предности:

- Висока брзина реакције за солубилизацију хемицелулозне фракције биомасе, чинећи тако целулозну фракцију доступном за ензиме целулазе.
  - Метода деконструкције може бити дизајнирана за прераду биомасе да би се добили одвојени хидролизати хемицелулозе (након претходног третмана) и хидролизати целулозе (након ензимске хидролизе).
  - Уштеда трошкова за ензиме ксиланазе: Хемицелулоза се у великој мери хидролизује током претходног третмана 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 могли да ферментирају.
  - 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 једна опсежно проучавана и широко коришћена метода предтретмана лигноцелулозне биомасе. Овај процес је као процес претходног третмана киселином, али се обично изводи на нижој температури. Док кисели предтретман раствори хемицелулозну фракцију биомасе, циљ процеса алкалне преттретмана је да раствори фракцију лигнина у лигноцелулозној биомаси. Као иу процесу киселог претходног третмана, процес алкалног претходног третмана такође раствори већину екстраката биомасе.

Постоје неке предности и ограничења алкалног претходног третмана 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 целулазе.

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

### **Предтртман органосолвом**

Органосолв је обећавајућа метода претходног третмана 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 претходног третмана биомасе

#### **Предности:**

- Екстраговани 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.

### **Предтртман јонском течношћу**

Постоје неке предности и ограничења предтртмана биомасе јонском течношћу  
Предности:

- Јонске течности, које се сматрају зеленим растворачем, стабилне су до 300 °C; 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.

#### **Ограничења:**

- Цена јонских течности је и даље веома висока.

- Многе јонске течности су токсичне за хидролитичке ензиме и ферментирајуће организме.
- Цена опоравка растварача је заморна и скупа.
- Тешко руковање вискозном суспензијом биомасе са јонском течношћу током предтређмана на температури преко 150 °C.

### **Предтређман парном експлозијом**

Предтређман парном експлозијом је широко проучаван физичко-хемијски процес предтређмана. У овом процесу, млевена и претходно припремљена биомаса се третира засићеном паром на високој температури (160–290°C) и високог притиска (0,7 и 4,8 MPa) неколико секунди до неколико минута пре него што се притисак експлозивно ослободи. Овај метод је ефикаснији код тврдог дрвета и зељасте биомасе, али му је потребан додатак киселог катализатора за ефикасан предтређман меког дрвета због присуства мање количине ацетил група у хемицелулози меког дрвета.

Постоје неке предности и ограничења претходног тређмана 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 тређмана.

Ограниченија:

- 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 најбољи за побољшање сварљивости целулозе; међутим, то доводи до стварања инхибиторних једињења — фурфурола и HMF.
- Слабе киселине и фенолна једињења, као што су сирћетна, мравља и левулинска киселина, која настају током овог процеса, инхибирају накнадну ензимску хидролизу и ферментацију.

### **Предтређман парном експлозијом**

Предтређман парном експлозијом је широко проучаван физичко-хемијски процес предтређмана. У овом процесу, млевена и претходно кондиционирана биомаса се третира засићеном паром на високој температури (160–290 °C) и високом притиску (0,7 и 4,8 MPa) неколико секунди до неколико минута пре него што се притисак експлозивно ослободи. Овај метод је ефикаснији код тврдог дрвета и зељасте биомасе, али му је потребан додатак киселог катализатора за ефикасан

предтretман неког дрвета због присуства мање количине ацетил група у хемицелулози неког 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.

### **Предтretман експлозијом амонијачних влакана - Ammonia Fibre Explosion Pretreatment (AFEX)**

AEFX метода је алкални физичко-хемијски процес претходног третмана. Његова метода 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 Мпа 10–60 мин. Оптимални однос амонијака и биомасе, те температура, притисак и време кувања зависе од врсте лигноцелулозног материјала биомасе. AFEX метода је веома ефикасна за зељасте усеве и польопривредне остатке, али релативно мање ефикасна за дрвенасту биомасу. AEFX се такође сматра изводљивим методом за предтretман биљне биомасе за екстракцију протеина за сточну храну заједно са стварањем шећера за производњу биогорива.

Постоје неке предности и ограничења претходног третмана биомасе са 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 за рециклажу 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.
- Неefикасно за биомасу са високим садржајем лигнина, као што је меко дрво и новински отпад.
- Брига о животној средини због употребе испарљивих материја.

### **Предтређман течном топлом водом (LHW).**

У литератури се користе различите терминологије за опис овог процеса, укључујући соловолизу, хидротермолизу, водену фракционисање 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, да би се растворила хемицелулозна фракција биомасе што доводи до дела обогаћеног целулозом.

Постоје неке предности и ограничења претходног тређмана биомасе течном топлом водом,

Предности:

- Без употребе додатних хемикалија.
- Нема потребе да се користе скupи 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.

Ограничења:

- Струја ксилозе је веома ниске концентрације и стога је потребно додатно исправљање воде са високим трошковима да би се добила одговарајућа концентрација шећера за ферментацију.

- Висока цена јер је потребна висока температура предтретмана.
- Није погодно за биомасу са високим садржајем лигнина.

### **Биолошки предтретман**

Биолошки предтретман 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, мрке трулежи и меке трулежи. Гљиве беле трулежи су најефикасније за предтретман биомасе због своје ензимске ефикасности и економичности. Гљиве смеђе трулежи разграђују целулозу, док гљиве беле и меке трулежи разграђују и лигнин и целулозу. Лиггинолитички 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*.
- Лаказна група лигнин пероксидазе – *Phlebia ochracefulva* и *Junghuhnia separabilma*.

Постоје неке предности и ограничења биолошког претходног третмана 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.

## **Преглед метода 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, ватрогасног 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 кВ 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, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>. Други део енергије биомасе користи се за спровођење акције гасификације. Ефикасност гасификације дрвета је 60% - 80%. Пиролиза омогућава степен поврата енергије пиринча да достигне преко 94% и топлотна вредност добијеног запаљивог гаса је  $2,5 \cdot 10 \text{ kJ/m}^3$ .

Топлотна вредност запаљивог гаса добијеног пиролизом сточног стајњака је  $1,7 \cdot 10^4$  кJ/m<sup>3</sup>. 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 усвајајући технике 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 сумпорованог слоја

Самлевена биомаса (величине од неколико mm) се доводи у комору за гасификацију и гасификује док прелази преко материјала пловка. Произведени 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 остатак који се дигестира може бити прерађен у сточну храну или ђубриво, 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 индустријских 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 традиционалних метода. 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 m<sup>3</sup> биогаса, од једне тоне људског измета и урина 35 m<sup>3</sup> биогаса и од једне тоне органске отпадне воде високе концентрације 5 - 50 m<sup>3</sup> биогаса.

### **Ликвифакција (течење)**

Постоје 2 различите врсте метода течења за претварање биомасе у биогорива:

- Индиректно течење
- Директна течност, која се састојала од 2 различите врсте метода:
  - Хидролиза - ферментација течности
  - Термодинамичка течност, која је подељена на 2 различите врсте метода:
    - Метода пиролизе
    - Хидротермална метода

### **Индиректно течење**

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, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. 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 постоји мало истраживања о вишим алкохолима добијеним из сингаса биомасе. Највећи изазови су дизајн новог катализитичког реактора за типично мањи обим процеса конверзије биомасе и катализатора за специфичне хемикалије према моларном односу H<sub>2</sub> према CO. Узимамо синтезу етил алкохола као пример за увођење индиректне течности. процес.

## **Директно течење**

### **Хидролиза - Ликвефакција ферментацијом**

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 су негативни ефекти на производњу етилног 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, биће ускладиштена у магацину 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 степени Целзјуса, а одговарајуће време реакције би трајало 6-72 сата.

### **Термодинамичка ликвефакција**

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

## **Пиролиза**

У течности 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 да би се произвела вредна горива и хемикалије коришћењем следећих метода: екстракција,

емулгација, естерификација/алкохолизација, суперкритични флуиди, хидротретман, каталитичко крекирање и парни реформинг.

### **Хидротермал**

Хидротермална течност 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.

#### **|| Активност:**

У овом одељку, тренер може да креира игру слагалице, која заправо дели учеснике у 2 различите групе, и нека свака група стави назив метода претходног третмана биомасе и метода конверзије биомасе на табли коју је обезбедио организатор.

#### **Референце:**

- <https://www.fao.org/3/t4470e/t4470e0n.htm>
- <https://doi.org/10.3390/cleantechnol3010014>
- <https://www.intechopen.com/chapters/67131>
- [https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2020/08/PI2020-19\\_Biomass-and-climate-neutrality.pdf](https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2020/08/PI2020-19_Biomass-and-climate-neutrality.pdf)
- [https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/Industrial\\_biotecnology\\_and\\_biomass\\_utilisation\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/Industrial_biotecnology_and_biomass_utilisation_0.pdf)
- [https://www.scirp.org/html/16-3000138\\_16848.htm](https://www.scirp.org/html/16-3000138_16848.htm)
- <https://www.intechopen.com/chapters/44370>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4227255/>
- <http://dx.doi.org/10.3390/molecules24122250>
- <https://doi.org/10.3390/ma14185286>
- <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.11.004>
- <<https://vbn.aau.dk/en/publications/direct-combustion-of-biomass />>
- DOI: 10.1533/9780857097439.2.61
- <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/bioenergy-basics>
- [https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/dotcom/client\\_service/epng/pdfs/transformation\\_of\\_europees\\_power\\_system.ashx](https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/dotcom/client_service/epng/pdfs/transformation_of_europees_power_system.ashx)

## **4 - Производња енергије из биомасе**

Циљ : Да обезбеди информације и разумевање о врстама енергије која се може произвести из биомасе, шеми производње биоенергије за свако коришћење уопште, боље разумети изазове производње енергије из биомасе и регулативу Европске уније која се односи на производњу енергије из биомасе.

---

### **Преглед врста биоенергије**

#### **Биоенергија**

Једноставно, биоенергија је врста енергије која се развија из живих организама као што су биљке, животињско ћубриво, канализација из домаћинства, отпад, итд. Постоје различите врсте биоенергије, постоје директно сагоревање, биогориво, биогас који се може користити као струја, топлота, итд. гас и гориво за неке намене.

#### **Биогориво**

Биогориво или се такође назива агрогориво је течно гориво добијено од 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 транспортном сектору, 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 масти 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 електранама 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 алкохолу 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. дрвећа или сламе. 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. Примарни извори за производњу биогаса су животињски стајњак, стајњак, органски отпад из домаћинства и индустрије, као и остаци из пољопривреде. 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.

### **|| чињеница:**

Метан је други најзаступљенији антропогени GHG после угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>), који чини око 20 процената глобалних емисија. Метан је више од 25 пута јачи од угљен-диоксида у задржавању топлоте у атмосфери (EPA, 2021). Око 60% глобалних емисија метана је последица људских активности.

Постоје различите категории биомасе која се користи за производњу енергије. Велики број различитих технологија претвара материјале у чврсте, гасовите или течне облике енергије. Директно сагоревање је најједноставнији процес.

Сировина биомасе	Примери	Примарна енергетска форма
<b>Прехрамбени усеви</b>		
Шећерни усеви	Шећерна репа Кукуруз	Прва генерација агротанола Биогас
“Уљани” усеви	Семе репице Палмино уље Соја	Прва генерација биодизела
<b>Енергетски усеви</b>		
Монокултурна производња посебно за коришћење енергије	Врба Еукалиптус Траве	Друга генерација агротанола Топлота Струја
<b>Биљни отпаци</b>		
Пољопривредни отпаци	Слама, лјуске, лишће	Топлота Струја
Шумски отпаци	Гране Крошње Stabla	Друга генерација агротанола Биогас
<b>Индустријски отпаци</b>		
Прехрамбена индустрија	Меласа, Багаса Животињске масти Употребљено уље за кување	Друга генерација агротанола Друга генерација агродизела
Дрвна индустрија	Дрвни опилци и пелет (из производње намештаја, итд)	Топлота Струја
<b>Отпад</b>		
Индустријска пољопривреда	Кашаста маса Животињско ђубриво	Биогас
Домаћинства	Канализацијски муљ	

### 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 обратно.

Методе такође могу бити различите у зависности од материјала који се користе у производњи. Пошто постоје различите врсте метода претходног третмана за различите типове или карактеристике биомасе. Као што је објашњено на Модулу 3 у комплету приручника за обуку, постоје и 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 (претходни третман 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)

### **Изазови у производњи биоенергије**

Према Европском удружењу индустрије биомасе, постоје неки изазови који се односе на биоенергију, посебно ланац снабдевања биомасом који се односи на различите сировине, који се могу класификовати у оперативне, економске, друштвене и политичке и регулаторне изазове.

#### **Оперативни изазови:**

- **Недоступност сировина** – Неефикасно управљање ресурсима и владин приступ без интервенције су кључни фактори који ометају експанзију индустрије биомасе.
- **Регионална и сезонска доступност биомасе и проблеми складиштења** – Резултати сезонских варијација могу утицати на производњу и складиштење биомасе. Такође, ови проблеми утичу на цену. Како је енергетска густина биомасе ниска, тешко је прибављање земљишта за жетву и складиштење.
- **Притисак на транспортну деоницу** – Услед влаге биомасе, транспорт влажне биомасе од плантаже до места производње постаје скупљи и неповољнији са повећањем удаљености.
- **Неефикасност постројења за конверзију, недостатак основне технологије и опреме** – Техничке препреке су биле резултат недостатка стандарда за

биоенергетске системе и опрему, посебно тамо где су извори енергије тако разноврсни. Одговарајући предтretман потребан да би се спречила биоразградња и губитак топлотне вредности, не само да повећава трошкове производње већ и улагање у опрему.

- **Незрео индустријски ланац** – Практично је немогуће добити дугорочне уговоре за доследно снабдевање сировинама по разумној цени. Ниска способност стицања профита је такође разлог због којег многим компанијама на узводном нивоу недостају покретачке снаге у технолошкој реформи.

#### **Економски изазови:**

- **Трошкови набавке сировине** – Неки од ресурса биомасе су раштркани и да би се смањили трошкови транспорта, пројекти биомасе желе да заузму земљиште близу извора, што доводи до централизације пројеката биомасе.
- **Ограничавање канала финансирања и високих инвестиција и трошкова капитала** – Због децентрализованог капитала, лоше профитабилности, честих флукутација међународних цена сирове нафте и високог тржишног ризика, инвеститори су ретко преузимали иницијативу у индустрији производње електричне енергије из биомасе. Производња електричне енергије из биомасе је подложна ограничења прекомерних улагања и високих оперативних трошкова. Технологије претходног третмана биомасе имају додатне трошкове, које раштркани фармери и мале компаније за гориво можда неће моћи да приуште.

#### **Друштвени изазови:**

- **Конфликтна одлука** – Доношење одлуке о избору добављача, локације, ruta и технологија је кључно и потребна је одговарајућа комуникација. Јачањем лидерства и спровођењем одговорности, заинтересоване стране треба да буду потпуно свесне економског, еколошког и друштвеног богатства коришћења ресурса.
- **Питања коришћења земљишта** – Питања коришћења земљишта доводе до губитка очувања екосистема и домова аутохтоног становништва.
- **Утицај на животну средину** – Плантажа биомасе исцрпљује хранљиве материје из земљишта, промовише естетску деградацију и повећава губитак биодиверзитета. Други друштвени утицаји ће произаћи из постављања енергетских фарми у руралним областима, као што су повећана потреба за услугама, повећан саобраћај, итд. Потенцијални негативни друштвени утицаји

изгледају доволно јаки да игноришу корист од стварања нових и сталних радних места.

#### **Изазови политике:**

- **Политика** – Тренутно, влада субвенционише домаћу цену горива, што заузврат чини трошкове производње електричне енергије из конвенционалних извора нижим од трошкова производње енергије из обновљивих горива.
- **Систем** – Не постоје посебна правила којима се регулише рад коришћења ресурса биомасе, а не постоје ни посебне казне за некоришћење понашања које треба свестрано користити.
- **Регулатива** – Не постоји посебан механизам за управљање развојем индустрије биомасе и не постоји специјализовано одељење које би управљало имплементацијом релевантних националних стандарда и политика.

#### || Активност:

Као што је горе поменуто о изазовима производње биоенергије, разговарајте са учесницима о томе како да их реше на основу њихових искустава и специјализација. Не постоји ништа погрешно или исправно у вези са решењем. Ова дискусија има за циљ да подигне аналитичко и креативно размишљање учесника о решавању проблема.

#### **Политика ЕУ и регулатива биоенергије**

Према Европској комисији, биоенергија је резултат конверзије ресурса биомасе, као што су дрвеће, биљке, пољопривредни/шумски остаци и урбани отпад, у енергију и носиоце енергије укључујући топлоту, електричну енергију и транспортна горива. Како биомаса може поново да расте, сматра се обновљивом енергијом.

Постоји одређени број директива које покривају употребу биомасе и биогорива у ЕУ, укључујући ILUC-Директиву 2015/1513/EU, Директиву о обновљивој енергији (ЕУ) 2018/2001, Директиву о обновљивој енергији 2009/28/EC (RED), Директиву о гориву, Директива о квалитету 2009/30/EC (FKD) и ранија Директива о биогоривима 2003/30/EC.

Директива о обновљивој енергији 2018/2001 објашњава критеријуме одрживости у биомаси великих размера за топлотну и електричну енергију, укључујући биогорива и биотечности за транспорт. У директиви се додају и други нови критеријуми:

- Пољопривредни отпад и остаци, који захтевају доказе о заштити квалитета земљишта и угљеника у земљишту, а за пољопривредну биомасу, који захтевају доказе да сировина није пореклом из шума са великим биодиверзитетом
- Шумска биомаса, која захтева од генератора биоенергије да покажу да земља порекла има законе а) избегавање ризика од неодрживе сече и б) обрачун емисија из сече шума. Ако се такви докази не могу обезбедити, произвођачи биоенергије треба да покажу усклађеност са одрживошћу на нивоу подручја извора биомасе.
- Нова постројења за производњу биогорива треба да испоруче најмање 65% мање директних емисија гасова стаклене баште (GHG) него алтернатива фосилним горивима. Нове топлотне и електране засноване на биомаси треба да испоруче најмање 70% (80% у 2026.) мање емисије гасова стаклене баште него алтернатива фосилним горивима
- Биоелектричност, која захтева да постројења великих размера (изнад 50 MW) примењују високоефикасну технологију когенерације, или примењују најбоље доступне технике (BAT) или постигну ефикасност од 36% (за постројења изнад 100 MW-), или користе технологију хватања и складиштења угљеника.

Постоји још једна комплементарна регулатива постављена законодавством ЕУ о клими и животној средини како би се осигурало да сви сектори доприносе циљу смањења емисија у ЕУ до 2030. године, укључујући сектор коришћења земљишта. Ова уредба је Уредба о коришћењу земљишта, промени коришћења земљишта и шумарству (ЛУЛУЦФ) 2018/841.

Осим тога, Европска комисија је покренула Зелени договор који је део стратегије за спровођење Агенде Уједињених нација 2030 и циљева одрживог развоја, као и других приоритета најављених у политичким смерницама председнице Фон дер Лайен. Комисија, као део Зеленог договора, ће поново фокусирати процес макроекономске координације Европског семестра да интегрише циљеве одрживог развоја Уједињених нација, да стави одрживост и добробит грађана у центар економске политике, а одрживост развојни циљеви у срцу креирања политике и деловања ЕУ.

Постоје неке тачке које се желе постићи из Европског плана зеленог договора:

- Дизајнирање скупа дубоко трансформативних политика, који се састоји од:
  - Повећање климатских амбиција ЕУ за 2030. и 2050. – планирано да се повећа циљ ЕУ за смањење емисије гасова стаклене баште за 2030. за најмање 50% и за 55%. Ова тачка је у вези са актуелним планом Европске комисије Фит фор 55.
  - Снабдевање чистом, приступачном и безбедном енергијом

- Мобилизација индустрије за чисту и циркуларну економију
- Изградња и реновирање на енергетски и ресурсно ефикасан начин
- Убрзавање преласка на одрживу и паметну мобилност
- Дизајнирање праведног, здравог и еколошки прихватљивог система исхране
- Очување и обнављање екосистема и биодиверзитета
- Амбиција без загађења за животну средину без токсичности
- Укључивање одрживости у све политике ЕУ
  - Спровођење зелених финансија и инвестиција и обезбеђивање праведне транзиције
  - Озелењавање националних буџета и слање правих сигнала цена
  - Мобилизација истраживања и подстицање иновација – део овог плана је Horizon Europe, програм који игра кључну улогу у јачању националних јавних и приватних инвестиција
  - Активирање образовања и обуке
  - Зелена заклетва: „не наноси штету“ – Циљ је да се осигура да све иницијативе Зеленог договора остваре своје циљеве на најефикаснији и најмање оптерећујући начин, а све друге иницијативе ЕУ испуњавају зелену заклетву да „не чине штету“.

Европски савет је 2021. године такође покренуо пакет „Прилагођено за 55“ којим се успоставља низ предлога који утичу на све делове европске привреде и имају за циљ да подстакне трку ЕУ ка смањењу емисије GHG за 55% до 2030. године. Пакет Фит фор 55 укључује следеће законске предлоге и политичке иницијативе:

- ЕУ систем трговања емисијама
- Циљ за смањење емисија држава чланица
- Емисије и уклањања из коришћења земљишта, промене коришћења земљишта и шумарства
- Обновљива енергија
- Енергетска ефикасност
- Инфраструктура за алтернативна горива

- Стандарди за емисију CO<sub>2</sub> за аутомобиле и комби возила
- Опорезивање енергије
- Механизам за подешавање границе угљеника
- Одржива ваздухопловна горива
- Зеленија горива у транспорту
- Фонд за социјалну климу

## **|| Активност:**

Време за филм!

Филм: <https://burnedthemovie.com/the-film/>

Након тога, обавите дискусију са учесницима. Филм се може раздвојити на 2 дела како би се избегла досада, неки енергизатори (energizers) у средини би могли да помогну.

## **Референце:**

- <https://www.epa.gov/gmi/importance-methane>
- <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-resources/challenges-related-to-biomass/>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1596443911913&uri=CELEX:52019DC0640#document2>
- <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition/>
- [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC)
- [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/biomass\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/biomass_en)
- [https://www.researchgate.net/publication/258403229\\_Global\\_Increase\\_in\\_the\\_Consumption\\_of\\_Lignocellulosic\\_Biomass\\_as\\_Energy\\_Source\\_Necessity\\_for\\_Sustained\\_Optimisation\\_of\\_Agroforestry\\_Technologies](https://www.researchgate.net/publication/258403229_Global_Increase_in_the_Consumption_of_Lignocellulosic_Biomass_as_Energy_Source_Necessity_for_Sustained_Optimisation_of_Agroforestry_Technologies)
- <https://www.greenfacts.org/en/forests-energy/l-3/3-bioenergy-production.htm>
- <https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/6703/Maier-Juergen-engl.pdf?fd=2>
- <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-resources/challenges-related-to-biomass/>
- <https://envs.au.dk/en/strategic-growth-areas/sustainable-energy-climate-and-society/sustainability-challenges-of-bioenergy/browse>
- [https://energy.ec.europa.eu/index\\_en](https://energy.ec.europa.eu/index_en)
- [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/sustainability\\_and\\_natural\\_resources/documents/leaflet-greening-our-energy-supply\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/sustainability_and_natural_resources/documents/leaflet-greening-our-energy-supply_en.pdf)
- [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability/economic-sustainability/bioeconomy/cap-and-bioenergy\\_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability/economic-sustainability/bioeconomy/cap-and-bioenergy_en)

<https://www.etipbioenergy.eu/markets-policies/biofuels-policy-legislation>  
[https://bioenergypeople.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=322](https://bioenergypeople.org/index.php?option=com_content&view=article&id=322)  
[https://www.tni.org/files/publication-downloads/bioenergy\\_in\\_the\\_eu.pdf](https://www.tni.org/files/publication-downloads/bioenergy_in_the_eu.pdf)  
<https://ieep.eu/news/building-consensus-on-sustainable-use-of-biomass-for-eu-bioenergy>  
<https://ens.dk/en/our-responsibilities/bioenergy/solid-biomass>  
[https://www.researchgate.net/publication/259156881 Bioenergy in the context of the EU 2020- and 2050-policy targets Technology priorities opportunities and barriers](https://www.researchgate.net/publication/259156881_Bioenergy_in_the_context_of_the_EU_2020_and_2050-policy_targets_Technology_priorities_opportunities_and_barriers)  
[https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/208dab71-7833-4016-87b1-8cb15c3f41dc/bioenergy\\_in\\_NREAPs.pdf?v=63664509743](https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/208dab71-7833-4016-87b1-8cb15c3f41dc/bioenergy_in_NREAPs.pdf?v=63664509743)  
<https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/policy/>  
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.552.30&rep=rep1&type=pdf>  
[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/biomasseanalyse\\_final\\_ren\\_eng.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/biomasseanalyse_final_ren_eng.pdf)

## 5 – Технологије конверзије биомасе

Циљ: Пружање информација и разумевање процеса конверзије биомасе у више детаља укључује предности и ограничења сваког процеса.

---

### Врсте процеса конверзије биомасе

Постоје неке врсте претварања биомасе у енергију, ту су производња топлотне и електричне енергије, биогорива и производња биогаса. Ови производи се производе различитим методама на основу врста и карактеристика биомасе.

#### Производња топлотне и електричне енергије

Директно сагоревање је најчешћи метод за претварање биомасе у корисну енергију. Сва биомаса се може директно сагоревати 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 "direct-fired") сагоревају 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 вишепородичних 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:

Тип	Типичан распон снаге	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	Древни пелет	<2	8 - 10
Подстокерске пећи	20 kW - 2.5 MW	Опилъци и остаци од дрвета	<2	5 - 50
Пећи са покретном решетком	150 kW - 15 MW	Сва дрвна горива, углавном биомаса	<50	5 - 60
Рерна са решетком	20 kW - 1.5 MW	Остаци сувог дрвета	<5	5 - 35

Подстокер са ротирајућом решетком	2 - 5 MW	Дрвни остаци са високим садржајем воде	<50	40 - 65
Цигар спаљивач	3 - 5 MW	Бале сена	<5	20
Стационарни флуидизован и кревет	5 - 15 MW	Различита биомаса, d < 10 mm	<50	5 - 60
Циркуларни флуидизован и кревет	15 - 100 MW	Различита биомаса, d < 10 mm	<50	5 - 60
Сагоревач прашине, увучени ток	5 - 10	Разна биомаса, d < 5 mm	<5	<20

Подстокер пећи се углавном користе за дрвну 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 сагоревања количина емисије угљеника једнака животној или биљној апсорбованој током целог животног века. Дакле, емисија ће бити ниска код зеленог сагоревања 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, биодизел не садржи уље, али се може користити као гориво, било чисто или помешано са дизел уљем било које пропорције (Олмез, 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 такође 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. (Mandhe, 2015).

### **Пиролиза**

Реч "пиролиза" је изведена од пиро (што се може тумачити као "ватра") и лиза (што се тумачи као "раздвајање"). Дакле, пиролиза се може једноставно дефинисати као распадање 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.

Класификација метода пиролизе (Czernik, 2004)

Метод	Температура (°C)	Дужина трајања процеса	Стопа загревања (°C/s)	Главни производи
Конвенционална/спора пиролиза	Средње-висока (400-500)	Дуго 5-30 min	Ниска 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Гас</li> <li>● Чађ</li> <li>● Био-уље (катран)</li> </ul>
Брза пиролиза	Средње-висока (400-650)	Кратко 0.5-2 s	Висока 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Био-уље (разређено)</li> <li>● Гасови</li> <li>● Чађ</li> </ul>
Ултра брза/Флеш пиролиза	Висока (700-1000 )	Висока < 0.5 s	Ниска 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Гасови</li> <li>● Био-уље</li> </ul>

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. Abbaszaadeh (2012) је такође известио да је биодизел гориво произведено процесом пиролизе или познато као био-уље погодно за дизел моторе. Singh и Singh (2010), напоменули су да термичка пиролиза триглицерида има неколико предности као што су нижа цена обраде, једноставност, мање отпада и без загађења. Још један недостатак пиролизе је потреба за опремом за дестилацију за одвајање различитих фракција. Такође добијени производ је сличан бензину који садржи сумпор, што га чини мање еколошки прихватљивим (Ranganathan, 2018).

## **Микро-емулзификација**

Према IUPAC дефиницији, микроемулзија 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 nm, обично 10 до 50 nm. Ма и др. (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 сурфактани, а алкил нитрати се користе као побољшивачи цетана. Микро-емулзије могу побољшати својства распршивања експлозивним испарањем састојака ниског кључања у мицелама. Микро-емулзија резултира смањењем вискозитета, повећањем цетанског броја и добним карактеристикама прскања у биодизелу. Међутим, као што указује Paravira (2010), континуирана употреба микро-емулгованог 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 из 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 користи у постојећим нафтним дизел моторима без модификација.

Генерално, трансестерификација је реверзibilна реакција, која се једноставно одвија у суштини мешањем рејктаната 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 је катализована киселином, базом катализована, 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 киселог катализатора да би се формирали естри (биодизел) и глицерол. Овај метод је погодан и економски исплатив 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 раздвајање и трансестерификација дешавају у једном кораку, при чему алкохол делује и као растворач и као реагенс за естеризацију. Трансестерификација катализована киселином треба да се изведе 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 по жељнији због његове средње каталитичке активности и много ниže цене. Постоје предности и недостаци методе трансестерификације катализоване базом.

Предности су:

- Бржа 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 естера (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 по жељна 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 трансестериификацију уља за производњу биодизела. Ензими су обично имобилисани ради бољег пуњења ензима, активности и стабилности. Одабир и дизајнирање матрице подршке су важни у имобилизацији ензима. С тим у вези, постоји неколико начина за имобилизацију ензима.

Постоје предности и недостаци методе трансестериификације 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

#### Трансестериификација 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 се синтетишу, могу модерирати како би одговарали потребним реакционим условима.

Међу различитим могућим типовима јонских течности за катализу реакције трансестериификације за производњу биодизела, јонске течности састављене од 1-н-бутил-3-метилимидазолијум катјона су једињења која се највише проучавају и расправљају. Guo et al. (2014) су закључили да се трансестериификација 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 је Е100 потребна већа топлота 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 од јестивих сировина:
  - Кукуруз
  - Шећерна трска
- Извор друге генерације долази од лигноцелулозе као сировине:
  - Свичграс
  - 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 прехранбене индустрије

- Трећа генерација извора потиче од алги као сировине, постоје врсте алги са високом продуктивношћу:

- *Nannochloropsis Oculata*
- *Tetraselmis suecica*
- *Scenedesmus dimorphus*
- *Porphyridium cruentum* (морска вода)
- *Porphyridium cruentum* (свежа 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 предтретмана 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 шаржене ферментације, одвојена хидролиза и ферментација (SHF), истовремена сахарификација и ферментација (SSF), истовремена сахарификација и коферментација (SSCF) и консолидована биопроцесирање (CBP).

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 укључују:

- Помаже у спречавању разградње шећера (пентоза)
- Обезбеђивање одрживости производње биоетанола, као што су величина реактора, захтеви за топлотом и snagом

- Минимизирајте стварање инхибитора који могу смањити принос хидролизе и ферментације од шећера до етанола

### Традиционални предтређман

Постоје 4 различите методе претходног третмана као што су:

- Физички предтређман – У физичком предтређману, лигноцелулозна биомаса се разлаже на мале величине, овај предтређман укључује дробљење, млевење, екструзију и зрачење. Ова метода ће повећати површину и величину пора биомасе што може повећати ефикасност ензимске хидролизе. Физички предтређман се може комбиновати са хемијским предтређманом да би се повећала ефикасност деконструкције лигноцелулозе (Edeh, 2020).
- Хемијски предтређман – хемијски предтређман укључује киселинске, алкалне (базне) и оксидативне методе. Међутим, хемијски предтређман је веома осетљив и селективан у односу на типове сировине. Хемијски предтређман је веома ефикасан, али за то су потребни посебни услови рада и околина, а такође и производ из ове методе захтева посебно одлагање.
- Физичкохемијски предтређман – У физичкохемијском третману се заправо комбинују физички и хемијски предтређмани.
- Биолошки предтређман – У биолошком претходном третману су укључени микроорганизми попут гљивица беле трулежи, браон трулежи, гљивица меке трулежи и бактерија да разграђују лигноцелулозну биомасу за даљу хидролизу.

### Напредни предтређман

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

Постоје 2 различите напредне методе третирања:

- Фракционисање посредовано киселином – овај метод користи растворач целулозе као што је фосфорна киселина, ацетон или етанол, и ради на 1 atm и 50 oC за одвајање лигноцелулозне биомасе. Ова метода се ефикасно користи за предтређман неке лигноцелулозе као што су бамбус, кукурузна трска, шећерна трска, трава и слонова трава (Sathisuksanoh, 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 анјона 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 (Edeh, 2020).

|| чињеница:

Међутим, метода претходног третмана парном експлозијом се често користи за лигноцелулозну биомасу. Предтретман парном експлозијом је физичко-хемијски предтретман који има предности као што су ниска капитална улагања, висока енергетска ефикасност, мањи утицај на животну средину и потпуни опоравак шећера.

### **Хидролиза**

Хидролиза је важан процес у производњи биоетанола. Хидролиза се радила након претходног третмана лигноцелулозне биомасе која се већ разложила 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  $\text{H}_2\text{CO}_4$  и  $\text{HCl}$  високе концентрације и ниске температуре. Резултат ове методе је опоравак од 90% шећера у кратком временском периоду. Међутим, ова метода има неке предности као што су висока цена, потешкоће 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 *Clostridium*, *Cellulomonas*, *Ervinia*, *Thermonospora*, *Bacteroides*, *Bacillus*, *Ruminococcus*, *Acetovibrio* и *Streptomices*. Друге укључују гљиве као што су *Trichoderma*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Phanerochaete*, *Humicola* и *Schiyophillum* сп. (Edeh, 2020). А најчешће коришћени микробни ензим је *Trichoderma* сп. (Imran, 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 *Saccharomyces cerevisiae*, 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, континуална ферментација и ферментација у чврстом стању, истовремена сахарификација и ферментација (SSF), истовремена сахарификација и ко-ферментација (SSCF), не-изотермна истовремена сахарификација и

ферментација, истовремена сахарификација, филтрација и ферментација, и консолидована биопрорада (CBP).

### 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, дуго време ферментације и велики рад, па је овај процес непривлачан 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 повлачење производа. Предности континуираног процеса ферментације су висока продуктивност, мале запремине ферментора и ниски инвестициони и оперативни трошкови (Jain, 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 Edeh-у (2020), Chandel-у (2007) и Xiao-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 (SHF)

Према Edeh (2020), Azhar (2017) и Tavva (2016), ензимска хидролиза је одвојена од ферментације омогућавајући ензимима да раде на високој температури, а 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 SHF-а су високи капитални трошкови, посебно зато што су потребна два реактора, захтев за великим временом реакције и могућност ограничавања ћелијских активности шећерима који се ослобађају током корака хидролизе.

## Истовремена сахарификација и ферментација (SSF)

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

## Истовремена сахарификација и коферментација (CCCF)

Ово укључује спровођење хидролизе и сахарификације у истој јединици уз коферментацију шећера пентозе. Обично се користе генетски модификовани сојеви *Saccharomyces cerevisiae* који могу ферментирати ксилозу јер нормални *Saccharomyces cerevisiae* не могу ферментирати пентозни шећер (Bodesson, 2016). Као и SSF, SSCF има предности ниже цене, већег приноса етанола и краћег времена обраде (Chandel, 2007).

## Консолидована биолошка обрада (CBP)

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

### || Активност:

Развијте дискусију са учесницима, у овој дискусији нема исправног или погрешног. Како су за производњу биогорива потребни већи трошкови у производњи и генерално сложеним операцијама, шта они мисле о томе?

Кључне речи: Више развоја истраживања, више учешћа у развоју, државна регулатива, подружница за развој.

## 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 ( $\text{CH}_4$ )
- 20-40% угљен-диоксида ( $\text{CO}_2$ ).
- 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 сastoјe у процесу анаеробног варења. У процесу анаеробне дигестије, постоје 2 различите методе, укључујући једностепени и двостепени. Међутим, једностепени је мање ефикасан, али је једноставан. Многи истраживачи су препоручивали 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 PJ, 7,6 Mtoe), затим депоније (114 PJ, 2,7 Mtoe), органски отпад (укључујући комунални отпад) (86 PJ, 2,0 Mtoe), канализациони муљ (57 PJ, 1,3 Mtoe) и стајњак (46 PJ, 1,1 Mtoe).

|| чињеница:

Немачка је далеко највећи произвођач биогаса (311 PJ, или 7,4 Mtoe) у ЕУ, што је 50% од укупног броја ЕУ28, а следе Италија и Уједињено Краљевство (УК). Биогас са депоније је имао учешће од 18%, канализациони муљ 9%, док је 72% биогаса произведено у другим дигесторима, углавном на фармама и неким дигесторима индустриског органског отпада. (ЕС, 2017)

Испод је једноставна шема тока производње биогаса:

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

### Процес предтрећмана

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

#### Методе физичког предтрећмана

У физичком предтрећману, структура биомасе ће бити разбијена употребом физичке сile. Овај предтрећман 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 Edeh-y (2020), термичка предтретман 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 (Wilson, 2009).

#### Методе хемијског предтретмана

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

- Предтретман киселином
- Алкални предтретман
- Оксидативни предтретман
- Предтретман озонирањем

#### Метода биолошког предтретмана

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

#### Комбиноване методе предтретмана

Постоје различите врсте комбинованих метода предтретмана 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 (AG), 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: производња велике количине биогаса високог квалитета; у стању да континуирано рукује високом стопом органског оптерећења; и да има кратко време хидрауличког задржавања да би имао мању запремину реактора.

Прва фаза, позната као дигестор у примарној или киселој фази, 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 ЕРА (2006), постоје предности вишестепене анаеробне дигестије у односу на једностепене процесе анаеробне дигестије:

- 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 мириза.
- Вишестепени систем се може конфигурисати да смањи проблеме са пеном.
- Вишестепени системи смањују кратки спој чврстих материја тако што одвајају фазе и оптимизују време 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 (CSTR)
- Анаеробни утични реактори (APFR)
- Анаеробни контактни реактор (ACR)
- Биофилмови
- Серијски реактори
- Анаеробни реактор са преградама (ABR)
- Хибридни биореактор
- Узлазни анаеробни покривач муља (UASB)

**Референце:**

<https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/combustion/>

[https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/biomass\\_combined\\_heat\\_and\\_power\\_catalog\\_of\\_technologies\\_v.1.1.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/biomass_combined_heat_and_power_catalog_of_technologies_v.1.1.pdf)

<https://www.originenergy.com.au/blog/biomass-to-bioenergy/>

<http://www.viaspacegreenenergy.com/direct-combustion.php>

<https://www.ctc-n.org/technologies/biomass-combustion-and-co-firing-electricty-and-heat>

<https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/>

<https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/direct-combustion>

<https://doi.org/10.3390/pr9020364>

[https://www.researchgate.net/publication/306140139\\_Production\\_methods\\_of\\_biodiesel](https://www.researchgate.net/publication/306140139_Production_methods_of_biodiesel)

[https://www.researchgate.net/publication/316867804\\_Biodiesel\\_production\\_technologies\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/316867804_Biodiesel_production_technologies_Review)

<https://doi.org/10.4236/aer.2016.42005>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20967803/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128137666000187>

[https://www.ripublication.com/ijerd\\_spl/ijerdv4n4spl\\_18.pdf](https://www.ripublication.com/ijerd_spl/ijerdv4n4spl_18.pdf)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405580816302424>

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115303517?casa\\_token=jhqY659ts1MAAAAAA:Xg8LcA2aXteSxTL97PiRxQjqW88YEJS5nHfacIAiaB6X9\\_O3POjZGOSOG1R3uuGHYvVIPccfCQ](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115303517?casa_token=jhqY659ts1MAAAAAA:Xg8LcA2aXteSxTL97PiRxQjqW88YEJS5nHfacIAiaB6X9_O3POjZGOSOG1R3uuGHYvVIPccfCQ)

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975019300382?casa\\_token=-1vuUsBucisAAAAAA:NZegYefhU8CAW8lbn02a6jfX3mfim7geCUPr2NMMgUZLXzIcu26m\\_iuKgT0aF-Eh8fgCP2oUTA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975019300382?casa_token=-1vuUsBucisAAAAAA:NZegYefhU8CAW8lbn02a6jfX3mfim7geCUPr2NMMgUZLXzIcu26m_iuKgT0aF-Eh8fgCP2oUTA)

<https://academicjournals.org/journal/BMBR/article-abstract/3B685B910909>

<https://doi.org/10.1186/s13068-016-0635-6>

<https://doi.org/10.1016/j.proc bio.2012.05.004>

<https://crimsonpublishers.com/jbb/fulltext/JBB.000505.php>

[http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web\\_sites/02-03/biofuels/what\\_bioethanol.htm](http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/02-03/biofuels/what_bioethanol.htm)

<https://www.intechopen.com/chapters/74319>

<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/124542>

<https://www.intechopen.com/chapters/17489>

<https://extension.okstate.edu/fact-sheets/biodiesel-production-techniques.html>

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-38881-2\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-38881-2_7)

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/941575>

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1107/1/012151/pdf>

[http://tchie.uni.opole.pl/PECO13\\_2/EN/RymsLewandowski\\_PECO13\\_2.pdf](http://tchie.uni.opole.pl/PECO13_2/EN/RymsLewandowski_PECO13_2.pdf)

<https://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13068-021-01977-z>

[https://www.researchgate.net/publication/316867804\\_Biodiesel\\_production\\_technologies\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/316867804_Biodiesel_production_technologies_Review)

[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ce\\_delft\\_3g84\\_biogas\\_beyond\\_2020\\_final\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ce_delft_3g84_biogas_beyond_2020_final_report.pdf)

DOI: 10.1016/j.watres.2009.07.022

<https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-11/documents/multistage-anaerobic-digestion-factsheet.pdf>

<https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/bioenergy-drivers/biogas/>

<https://www.e-education.psu.edu/egee439/node/727>  
<https://www.intechopen.com/chapters/72920>  
doi:10.2760/539520, JRC109869  
<https://www.europeanbiogas.eu/>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811830301X>  
<https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/bioenergy-drivers/biogas/>  
[https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/mathieu\\_eyl-mazzega biomethane\\_2019.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/mathieu_eyl-mazzega biomethane_2019.pdf)  
[https://www.researchgate.net/publication/324070667 Biogas\\_Developments\\_and\\_perspectives\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/324070667_Biogas_Developments_and_perspectives_in_Europe)  
file:///Users/ismail/Downloads/Biomass%20as%20the%20Most%20Popular%20Renewable%20Energy%20Source%20in%20EU.pdf  
[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ce\\_delft\\_3g84\\_biogas\\_beyond\\_2020\\_final\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ce_delft_3g84_biogas_beyond_2020_final_report.pdf)  
<https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020/projects/h2020-energy/biofuels-market-uptake/biogasaction>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811830301X?via%3Dihub>  
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107638>  
<https://www.europeanbiogas.eu/policy/>  
<https://www.europeanbiogas.eu/overview-on-key-eu-policies-for-the-biogas-sector/>  
<https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-biogasconverting-waste-to-energy>  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/118929>  
<https://scialert.net/fulltext/?doi=jas.2016.124.137>  
<https://energsustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/2192-0567-4-10>  
[https://www.mdpi.com/journal/processes/special\\_issues/biogas\\_production\\_biomass](https://www.mdpi.com/journal/processes/special_issues/biogas_production_biomass)  
[https://www.researchgate.net/publication/330953118 Biogas\\_for\\_Clean\\_Energy/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/330953118_Biogas_for_Clean_Energy/figures?lo=1)  
<https://www.intechopen.com/chapters/58439>  
<https://www.homebiogas.com/what-is-biogas-a-beginners-guide/>  
<https://www.business.qld.gov.au/industries/mining-energy-water/energy/renewable/projects-queensland/starting-biogas-project/biogas-production>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121007887>  
<https://www.intechopen.com/chapters/65202>  
<http://www.engineering.org.cn/en/10.1016/J.ENG.2017.03.002>  
<https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/biogas>

## 6 – Аспекти одрживости биомасе за производњу енергије

Циљ: Пружити информације о значају биоенергетских аспектата за одрживост укључујући економске, еколошке и социјалне аспекте.

---

Позадина

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 (GHG). 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.

Тренутно, ниједан оквир не објашњава експлицитно шта чини одрживост, што чини тумачење одрживости веома субјективном у односу на различите актере у ланцу снабдевања биомасом. Недостатак управљачког оквира за коришћење биомасе остаје проблем, посебно у давању јасних тржишних сигнала добављачима и корисницима биомасе, као и недостатак заједничке терминологије која се односи на одрживост (Биомаса у EU Green deal, 2021).

### **Еколошки аспект**

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 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 (нпр. Kluts et al., 2018; Faaij, 2018; Material Economics, 2021), 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 уклања 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 областима са оскудним

водом) 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 екстрагује у превеликим количинама. С друге стране, коришћење отпада за производњу биогаса може значајно смањити емисије метана и других. То је разлог зашто је контрола и регулација важна за производњу биоенергије.

У ЕУ, правила унакрсне усклађености у оквиру Заједничке пољопривредне политике обезбеђују спровођење постојећих еколошких захтева и захтева одржавања земљишта у добром пољопривредном и еколошком стању.

Према Европској комисији (2016), у основном сценарију, државе чланице ЕУ би и даље могле да уведу критеријуме одрживости за чврсту и гасовиту биомасу на националном нивоу. Остале би на снази друге политике ЕУ и националне политике које се односе на заштиту животне средине, као и Уредба ЕУ о дрвету како би се смањио ризик од коришћења нелегално посечене шумске биомасе за енергију у ЕУ. У исто време, провере законитости не обезбеђују автоматски мере заштите биодиверзитета или коришћења земљишта.

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

Према Wang-y (2018), процена животног циклуса (LCA) је широко прихваћена као приступ анализи утицаја на животну средину који биоенергија може донети. LCA се дефинише као метода „од колевке до гроба“, обично са неколико индикатора као што су потенцијал глобалног загревања (GWP), потенцијал закисељавања (AP) и потенцијалeutрофикације (EP), који представљају различите аспекте процене одрживости животне средине и могу пружити потпуну симулацију анализа утицаја на животну средину и екологију ако су прикупљени подаци високог квалитета.

## Економски аспект

Методе економске процене у производњи биоенергије су типично техно-економска анализа, нето енергетски биланс, анализа тржишта и анализа трошкова и користи (Wang, 2018). Срж техно-економске анализе је израчунавање интерне стопе приноса (IPP), нето садашње вредности (NPV) и дисконтованог периода отплате, који многи научници прихватају као предност због релативно ниског прага и универзалности. Hayashi и др. (2014) бирају нето енергетски биланс као један од индикатора у својој анализи Глобалног биоенергијског партнериства (GBEP), што значајно доприноси холистичкој процени биоенергије.

У економској процени важно је узети у обзир енергетску ефикасност, јер енергетска ефикасност значи високу економску изводљивост. Према Wang-у (2018), коришћењем метода економске процене и сагледавањем резултата истраживања енергетске ефикасности, многе студије изводе своје закључке који показују конвергентну тенденцију да је биоенергија економична.

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

- Допринос бруто додатој вредности – Овај позитиван утицај на бруто додатну вредност 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 утицати на потрошаче, ако се feed-in тарифе директно преносе на њих кроз повећање цена енергије, или ако се субвенције финансирају повећањем опорезивања: у оба случаја потрошња домаћинства 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- фирмe су широко заступљене у ланцу производње и коришћења биоенергије преко, посебно, 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 вероватан опсег пословања.
- Утицај на рурални развој – Позитивни утицаји на рурални развој могу се јавити у случајевима када додатна потражња за биоенергетиком подстиче интензивнију сечу шума ЕУ и коришћење пољопривредних 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 може утицати и на нивоу ЕУ 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 фундаменталну 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 аспект

Имплементација ланаца снабдевања биомасом за производњу биоенергије и/или биогорива често је осуђена противљењем јавности и локалних актера, упркос потенцијалној техничко-економској и нормативној изводљивости (Sachelli, 2016). Биоенергетски пројекти утичу на заједнице у којима се спроводе на различите начине. Ово може ићи од побољшаног квалитета воде до отварања нових радних места у економски депресивним регионима. Mckenzie (2004) је дефинисао друштвену одрживост као услов за побољшање живота унутар заједница и процес унутар заједница који то стање може постићи. Друштвени аспекти одрживе биоенергије, према Daley (2013) укључују очување средстава за живот и приступачан приступ хранљивој храни, гарантовање поузданости снабдевања енергијом и осигурање безбедности људи, објекта и региона.

Друштвени аспекти биоенергетских система, према Segon и Domacu (n.d.), 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.
- Допринети повећању друштвене кохезије и стабилности.

Постоје неки утицаји на друштвени аспект (Eria, 2008; EC, 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 отпада. Утицаји на запошљавање ће такође настати као резултат малог померања са биоенергије на друге обновљиве изворе енергије у опцијама политике, због већег радног интензитета других обновљивих извора енергије.
- Здравствене користи – побољшане 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 појединача. Људи могу користити додатни приход да потроше на своје основне потребе као што су образовање, здравствена заштита и хранљива исхрана.

#### **|| Активност:**

Направите дискусију са учесницима о утицајима биоенергије на друштвени, еколошки и економски аспект. Раздвојите учеснике у 3 групе и пустите их да представе резултате са осталим учесницима - може се представити презентацијом, позориштем или било чим другим.

#### **Референце:**

- Dale, V.H. 2013. Indicators for assessing socioeconomic sustainability of bioenergy systems: A short list of practical measures. Ecological Indicators 26, 87–102.
- Segon, V. & Domac, J (n.d.). Socio-economic impacts of bioenergy production. Accessed online at  
[http://www.biomasstradecentre2.eu/scripts/download.php?file=/data/pdf\\_vsebine/Technical\\_backgrounds /IV.Technical\\_backgrounds.pdf](http://www.biomasstradecentre2.eu/scripts/download.php?file=/data/pdf_vsebine/Technical_backgrounds /IV.Technical_backgrounds.pdf)
- <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/environmental-sustainability-energy-generation-forest-biomass>
- <https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/a14e272d-c8a7-48ab-89bc-31141693c4f6/Biomass%20in%20the%20EU%20Green%20Deal.pdf?v=63804370211>
- <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/edace3e3-e189-11e8-b690-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-149755478>
- <https://www.eolss.net/sample-chapters/c09/E4-23-04-05.pdf>
- <https://www.climate-kic.org/wp-content/uploads/2021/06/MATERIAL-ECONOMICS-EU-BIOMASS-USE-IN-A-NET-ZERO-ECONOMY-ONLINE-VERSION.pdf>
- <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-78242-366-9.00009-5>
- <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4200/htm>
- <https://www.mcgill.ca/bioenergy/impact>
- <https://www.fao.org/3/i1507e/i1507e06.pdf>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965262034083X>
- <https://www.nrel.gov/bioenergy/sustainability-analysis.html>
- <https://energsustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13705-020-00251-8>
- [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1\\_en\\_impact\\_assessment\\_part4\\_v4\\_418.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_en_impact_assessment_part4_v4_418.pdf)
- <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC96980>
- <http://dx.doi.org/10.3390/su10082739>

[https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/ERIA\\_RPR\\_FY2007\\_6-3\\_Chapter\\_5.pdf](https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/ERIA_RPR_FY2007_6-3_Chapter_5.pdf)

[https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2019/05/AR2019\\_Vol17No4\\_Dunmade.pdf](https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2019/05/AR2019_Vol17No4_Dunmade.pdf)

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



Овај пројекат (број пројекта **2020-1-UK01-KA202-079054**) је финансиран уз подршку Европске Комисије. Ова публикација одражава погледе аутора искључиво, и Комисија се не сматра одговорном за било какво употребу информација садржаних у њој.