

# БИОГАСНЕ ЕЛЕКТРАНЕ

## Водич за инвестирање



Септембар 2020. године

Financed By:

Coordinated By:

In Cooperation With:

## ОБАВЕШТЕЊЕ

Водич има информативни карактер и његова употреба препоручује се уз важеће прописе и правна акта. Примери садржани у Водичу дати су у циљу илустрације и не треба их узимати као званична мишљења у складу са важећим законским и подзаконским прописима.

Коришћење, копирање и дистрибуција садржаја овог документа дозвољена је искључиво у непрофитне сврхе и уз одговарајуће признавање ауторских права Удружења *Биогас* и *Green Mile Team д.о.о* из Новог Сада.

## Уводна реч

Биогасне електране су постројења која користе бактериолошки процес који се назива анаеробна дигестија (за добијање биогаса из стајњака животињског порекла, других органских ђубрива, енергетских усева и пољопривредних остатака). Биогас се може конвертовати у електричну и топлотну енергију. Струја може да се продаје по повлашћеној тарифи, а топлота да се користи за грејање или хлађење зграда, у технолошком процесу, стакленицима, сушарама. Анаеробна дигестија је стабилна и доказана технологија која пружа решење за снабдевање енергијом, уз бригу за животну средину. Претварањем отпада у енергију, електране на биогас редукују непријатне мирисе и патогене бактерије, производе висококвалитетно ђубриво и значајно смањују емисију гасова са ефектом стаклене баште. За разлику од „фосилног” природног гаса, биогас је угљеник-неутралан обновљиви извор енергије. Од свих обновљивих извора енергије (сунце, ветар, вода) биогас је најзначајнији за заштиту животне средине.

Електране на биогас захтевају велика улагања. Финансирање је, дакле, један од кључних елемената у циљу обезбеђивања одрживости пројекта. У складу са тим, избегавање грешака приликом процеса планирања пројекта је од суштинског значаја.

Овај водич има за циљ да на једноставан начин прикаже: шта су електране на биогас и чему оне служе; који су неопходни предуслови за инвестирање; које су основне грешке у процесу планирања и изградње постројења и како их избећи; шта су бенефити за инвеститоре, за локалну заједницу и животну средину уопште.

Тежиште водича није на навођењу стриктних корака које је потребно предузети са аспекта законске регулативе, већ на појашњењу принципа којих би инвеститори требало да се придржавају како би процес изградње протекао по плану, без пропуста који неизоставно воде до кашњења у фазама инвестирања и додатних трошкова.

Изградњом електране на биогас и затварањем ланца пољопривредне производње, инвеститори не само да остварују економском бенефит, већ и значајано доприносе заштити и очувању животне средине, што је најважнији циљ данашњих генерација на глобалном нивоу.

Приликом економске анализе приказане у овом водичу, узета су у обзир три сценарија:

- *сценарио 1, у коме електрана на биогаз има капацитет 1 MWel;*
- *сценарио 2, у којој електрана на биогаз има капацитет 637 KWel и*
- *сценарио 3, у којој електрана на биогаз има капацитет 190 KWel.*

У анализи није разматрана корист од употребе топлотне енергије, јер би то захтевало додатне активности, које нису предмет разматрања овог водича.

Избор ефикасне, савремене биогазне технологије, која је способна да преради разне врсте сировина биљног порекла (укључујући биљни отпад) је од пресудног значаја за успех сваког пројекта. Изабрана технологија са обезбеђеним стручним машинским, електро и биолошким одржавањем треба да обезбеди најмање 8000 радних сати годишње, под пуним оптерећењем.

Због свега наведеног, препорука је да инвеститор од самог почетка планирања инвестиције сарађује са консултантима у сектору биогаза. Процењено време да се електрана на биогаз пусти у рад је отприлике две године.

За крај, овим путем бисмо желели да искажемо посебну захвалност немачкој Асоцијацији за биогаз – Fachverband Biogas e.V., због подршке Удружењу Биогаз Србија, која је омогућила израду и штампање овог водича.

Такође, захваљујемо се Министарству пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије на подршци и сарадњи при изради овог водича и подршци Удружењу Биогаз Србија.

Горан Кнежевић, Удружење Биогаз Србија

## Садржај:

1.	БИОГАСНЕ ЕЛЕКТРАНЕ .....	1
1.1.	Шта је биогас.....	1
1.2.	Употреба биогаса.....	1
1.3.	Шта су биогасне електране .....	2
1.4.	Главне технолошке целине биогасне електране .....	3
1.4.1.	Систем за припрему и унос сировина .....	4
1.4.2.	Производња биогаса.....	5
1.4.3.	Пречишћавање биогаса.....	5
1.4.4.	Производња електричне и топлотне енергије .....	6
1.4.5.	Мерење и предаја електричне енергије .....	6
2.	ТИПИЧНЕ СИРОВИНЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ БИОГАСА .....	6
2.1.	Сировине из пољопривреде.....	8
2.2.	Остале сировине.....	9
3.	БЕНЕФИТИ.....	9
3.1.	Бенефити које остварује инвеститор .....	10
3.2.	Бенефити које остварује локална заједница .....	11
4.	ПРАВНИ ОКВИР .....	11
5.	АНАЛИЗА СОПСТВЕНИХ МОГУЋНОСТИ И УТИЦАЈА СПОЉНИХ ФАКТОРА НА ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКЕ О ИНВЕСТИРАЊУ .....	14
5.1.	Анализа сопствених могућности .....	15
5.2.	Спољни фактори.....	15
6.	ПРИМЕРИ ФИНАНСИЈСКЕ АНАЛИЗЕ ЗА ТРИ БИОГАСНЕ ЕЛЕКТРАНЕ РАЗЛИЧИТОГ КАПАЦИТЕТА.....	16
6.1.	Пример биогасне електране капацитета 1 MW <sub>el</sub> .....	16
6.1.1.	Потребне сировине за електрану.....	16
6.1.2.	Годишња производња електране.....	17
6.1.3.	Приходи и расходи електране.....	17
6.1.4.	Висина инвестиције за електрану капацитета 1 MW <sub>el</sub> .....	18
6.2.	Пример биогасне електране капацитета 637 kW <sub>el</sub> .....	19
6.2.1.	Потребне сировине за електрану.....	19

6.2.2. Годишња производња електране.....	20
Укупни очекивани принос биогаза и метана на годишњем нивоу приказан је у табели 11. .....	20
6.2.3. Приходи и расходи електране.....	20
6.2.2. Висина инвестиције за електрану капацитета 637 kW <sub>el</sub> I.....	21
6.3. Пример биогазне електране капацитета 190 kW <sub>el</sub> .....	22
6.3.1. Потребне сировине за електрану.....	22
6.3.2. Годишња производња електране.....	23
6.3.3. Приходи и расходи електране.....	23
6.3.4. Висина инвестиције за електрану капацитета 190 kW <sub>el</sub> .....	24
7. КЉУЧНЕ ФАЗЕ ПРИЛИКОМ ПЛАНИРАЊА, ИЗБОРА ТЕХНОЛОГИЈЕ, ИЗГРАДЊЕ И УПРАВЉАЊА.....	25
7.1. Планирање инвестиције – релевантни фактори и специфичности.....	25
7.1.1. Рађање идеје о изградњи електране на биогаз.....	26
7.1.2. Израда студије предизводљивости.....	26
7.1.3. Доношење одлуке о инвестирању.....	27
7.1.4. Одабир одговарајуће технологије.....	27
7.1.5. Израда пројектне документације и исходавање грађевинске дозволе.....	27
7.1.6. Исходавање привременог статуса повлашћеног произвођача електричне енергије <sup>28</sup>	
7.2. Процес изградње и доказивање перформанси.....	28
7.3. Осигурање електране.....	29
7.4. Процес управљања електраном.....	29
8. ХОДОГРАМ СА ВРЕМЕНСКИМ ОКВИРОМ У ПРОЦЕСУ ПЛАНИРАЊА, ИЗГРАДЊЕ И ПУШТАЊА У РАД БИОГАСНЕ ЕЛЕКТРАНЕ.....	30
9. ЛИТЕРАТУРА.....	31
ПРИЛОЗИ.....	32
9.1. Прилог 1: P&L 1 MW.....	32
9.2. Прилог 2: P&L 637 kW.....	33
9.3. Прилог 3: P&L 190 kW.....	34
Прилог 4: Пример ходограма.....	35

## Листа табела:

Табела 1: Типичан састав биогаза.....	1
Табела 2: Пољопривредне сировине погодне за добијање биогаза.....	8
Табела 3: Додатне сировине погодне за добијање биогаза.....	9
Табела 4: Биланс сировина за електрану капацитета 1 MweI.....	16
Табела 5: Производња биогаза и метана за електрану капацитета 1 MWel.....	17
Табела 6: Биланс енергије за електрану на биогаз капацитета 1 MWel.....	17
Табела 7: Полазни подаци за електрану капацитета 1 MW <sub>el</sub> .....	18
Табела 8: Цене сировина, годишња инфлација, порез на добит за електрану капацитета 1 MW <sub>el</sub> .....	18
Табела 9: Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану од 1 MWel.....	19
Табела 10: Биланс сировина за електрану на биогаз капацитета 637 kWel.....	19
Табела 11: Производња биогаза и метана за електрану капацитета 637 kWel.....	20
Табела 12: Биланс енергије за електрану капацитета 637 kWel.....	20
Табела 13: Полазни подаци за електрану капацитета 637 kW <sub>el</sub> .....	21
Табела 14: Цене сировина, годишња инфлација, порез на добит за електрану капацитета 637 kW <sub>el</sub> .....	21
Табела 15: Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану на биогаз од 637 kW <sub>el</sub> .....	22
Табела 16: Биланс сировина за електрану на биогаз капацитета 190 kW <sub>el</sub> .....	22
Табела 17: Производња биогаза и метана за електрану капацитета 190 kWel.....	23
Табела 18: Биланс енергије за електрану на биогаз капацитета 190 kW <sub>el</sub> .....	23
Табела 19: Полазни подаци за електрану капацитета 190 kWel.....	24
Табела 20: Цене сировина, годишња инфлација, порез на добит за електрану капацитета 190 kW <sub>el</sub> .....	24
Табела 21: Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану капацитета 190 kW <sub>el</sub> .....	25

---

## Листа фотографија:

Фотографија 1: Изглед типичне биогасне електране .....	2
Фотографија 2: Технолошка крава – Биогасна електрана .....	3
Фотографија 3: Шематски приказ главних елемената биогасне електране.....	4

## Листа скраћеница:

- СВМ – Свежа материја
- ОСМ – Органска свежа материја
- СМ – Сува материја
- НПК – Натријум, фосфор, калијум
- GHG – Гасови са ефектом стаклене баште
- СНР – Когенеративна јединица
- P&L – Биланс успеха
- IRR – Интерна стопа приноса
- NSV– Садашња нето вредност
- IFC – Међународна финансијска институција (International Finance Corporation)
- ЕБИТ – Зарада пре камате и пореза
- ЕВТ – Зарада пре пореза
- ЕАТ – Зарада после пореза
- НРМ – Нето профитна маржа
- ROE – Поврат уложеног капитала

## 1. БИОГАСНЕ ЕЛЕКТРАНЕ

### 1.1. Шта је биогаз

Биогаз је мешавина гасова настала разлагањем органске материје у условима без присуства кисеоника (анаеробним условима), при константној температури. У зависности од температуре на којој се разлагање одвија, разликујемо психрофилни, мезофилни и термофилни процес. Психрофилни процес се одвија на температурама у распону од 15 до 25°C, мезофилни на температурама од 35°C до 45°C, а термофилни на температурама преко 55°C. Овај процес се назива још и анаеробна дигестија. Типичан састав биогаза приказан је у табели 1.

Назив	Хемијска формула	Запремински удео у %
Метан	CH <sub>4</sub>	45 – 65
Угљен-диоксид	CO <sub>2</sub>	25 – 40
Водена пара	H <sub>2</sub> O	1 – 6
Кисеоник	O <sub>2</sub>	< 3
Азот	N <sub>2</sub>	< 3
Амонијак	NH <sub>3</sub>	< 1
Водоник	H <sub>2</sub>	< 1
Водоник-сулфид	H <sub>2</sub> S	30 – 20000 ppm

Табела 1: Типичан састав биогаза

### 1.2. Употреба биогаза

Биогаз може да се користи за спаљивање (производња топлоте), производњу електричне и топлотне енергије, или за производњу чистог метана (обогаћени биогаз). Према важећим прописима у Републици Србији, пречишћавање биогаза се не субвенционише и биогаз се највише користи за производњу електричне и топлотне енергије уз помоћ когенеративне јединице у скаставу електрана на биогаз.

Власник биогасне електране има могућност да прода произведену електричну енергију по загарантованој feed-in тарифи у периоду важења подстицајних мера. У Републици Србији нису утврђени подстицаји за коришћење топлотне енергије и третман комуналног отпада.

### 1.3. Шта су биогасне електране

Биогасне електране су постројења у којима се биогас производи на ефикасан начин, у контролисаним условима. Електране се састоје од анаеробних дигестора који омогућавају генерисање биогаса од улазних сировина и од система за конверзију биогаса, који претвара биогас у корисне облике енергије.

Време задржавања улазних сировина у дигесторима је 30 до 60 дана, мада може да се предвиди и задржавање дуже од 90 дана, у циљу добијања веће количине биогаса. То значи већу ефикасност, али са друге стране захтева и већу инвестицију.

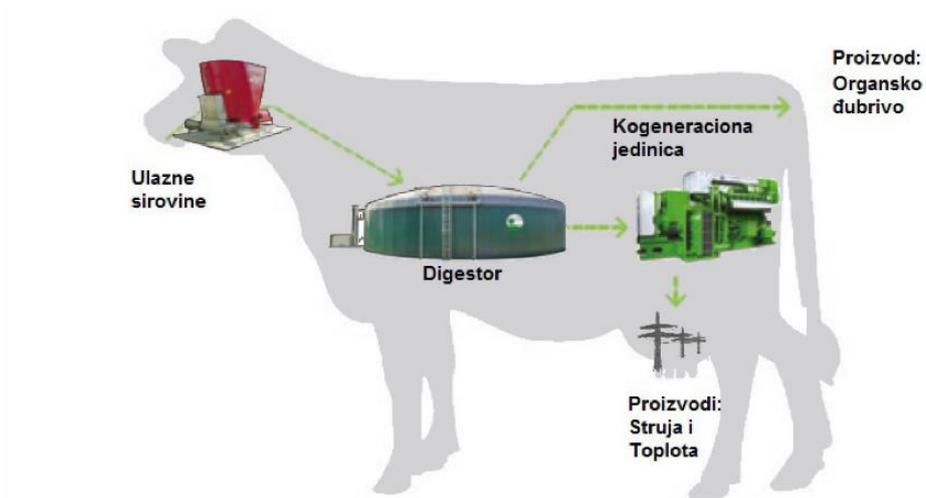
Биогасне електране предвиђене за рад у мезофилним условима су се наметнуле као оптимално решење са аспекта ефикасности и стабилности, па су и најраспрострањеније. Температуре на којима се процес анаеробне дигестије одвија најчешће су у интервалу од 38 до 42°C.

На фотографији 1 је приказан изглед једне типичне биогасне електране.



Фотографија 1: Изглед типичне биогасне електране

На презентацијама и предавањима посвећеним технологијама биогаса, неретко се биогасне електране пореде са кравом, или боље речено са технолошком кравом. Зашто је то тако? Сликвито објашњење дато је на фотографији 2.

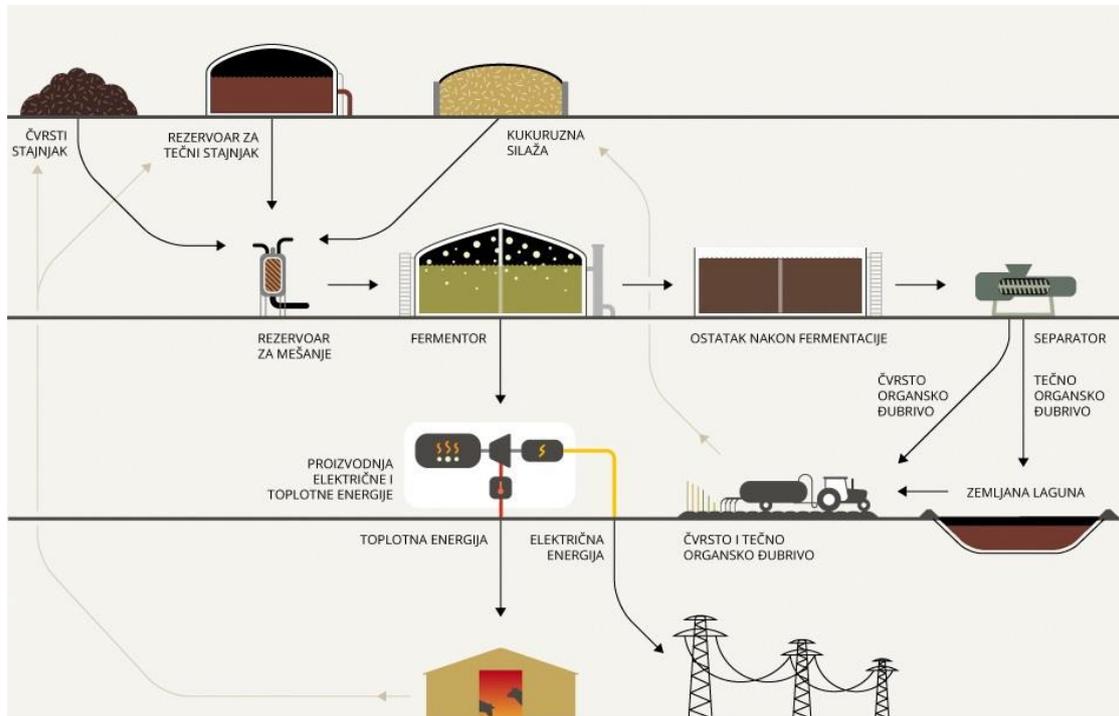


Фотографија 2: Технолошка крава – Биогасна електрана

#### 1.4. Главне технолошке целине биогасне електране

На фотографији 3 су шематски приказани главни елементи биогасне електране подељени у неколико целина:

- *целина за припрему и унос сировина,*
- *целина за производњу и третман биогаса,*
- *целина за производњу електричне и топлотне енергије,*
- *целина за мерење и предају електричне енергије.*



Фотографија 3: Шематски приказ главних елемената биогазне електране

#### 1.4.1. Систем за припрему и унос сировина

Систем за унос сировина омогућава снабдевање електране потребном количином материјала из којих се процесом анаеробне дигестије генерише биогаз. Неке електране имају само један уносни систем. То је обично мешна јама, у коју се сипају и мешају све сировине пре уноса у дигестор. У оваквом систему потребно је раније измерити сировине, како би се поштовала задата рецептура. Ово је најјефтиније, али и најмање комфорно решење, јер је у случају квара уношење сировина онемогућено све док се проблем не отклони. Уобичајено је да електране поседују два, или чак три уносна система. У том идеалном случају се комбинују систем за уношење чврстог стајњака (и сличних материјала), систем за уношење биљних сировина и систем за уношење течног стајњака (или неке друге течне сировине).

Пре уноса у дигестор, ради бољег искоришћења енергетског потенцијала, пожељно је припремити сировине и то се углавном ради уситњавањем на комадиће величине 1 до 3 центиметра. Уколико сама електрана не поседује систем за предтретман сировина, препорука је да власник електране ову операцију свакако уради пре уноса сировине у усипни кош или усипну јаму.

#### 1.4.2. Производња биогаза

Сам процес производње биогаза одвија се у великим херметички затвореним резервоарима, дигесторима који су најчешће кружног облика. Запремина дигестора зависи од капацитета електране и врсте планираних сировина. Неки инвеститори се одлучују за технолошко решење са два или више дигестора. Ова решења имају своје предности у виду веће ефикасности и већег комфора при управљању електраном, али са друге стране повећавају инвестицију, па врло често нису економски оправдана.

Дигестори су опремљени мешачима чија је улога да унете сировине буду равномерно распоређене унутар радне запремине. Ово је важан предуслов за ефикасну производњу биогаза.

Грејачи који су монтирани са унутрашње стране дигестора, служе да током процеса производње биогаза обезбеде равномерну и константну температуру, с обзиром на то да су бактерије које су задужене за производњу биогаза осетљиве на температурна колебања.

Ради ефикасног одвијања процеса производње биогаза, дигестори су опремљени и додатном опремом потребном за безбедност, инспекцију и рад у аутоматизованом режиму. Ту се превасходно мисли на сензоре за мерење температуре, нивоа испуњености дигестора, количине биогаза, али и на вентиле за испуштање вишка биогаза у случају повећања притиска у дигестору, као и инспекцијска окна за визуелну проверу стања у дигестору.

#### 1.4.3. Пречишћавање биогаза

Произведени биогаз се пре даље употребе пречишћава, како у когенеративним јединицама не би изазвао оштећења. Овде се превасходно мисли на одвлаживање и уклањање водоник-сулфида. Одвлаживање се врши хлађењем биогаза, укопавањем гасних цеви у земљу, али и додатком уређаја за хлађење. Поступком одвлаживања се истовремено уклања и значајна количина водоник-сулфида. Уколико контролисано убацивање ваздуха у дигестор и хлађење не дају задовољавајуће резултате у уклањању водоник-сулфида, препоручује се уградња филтера на бази активног угља.

#### 1.4.4. Производња електричне и топлотне енергије

Пречишћени биогаз се води на гасну рампу, уређај чија је превасходна улога да обезбеди константан притисак и константан проток биогаза за когенеративну јединицу. Когенеративна јединица је уређај који се састоји од гасног мотора са унутрашњим сагоревањем и генератора електричне енергије. Мотор са унутрашњим сагоревањем покреће синхрони генератор и на тај начин се производи електрична енергија.

#### 1.4.5. Мерење и предаја електричне енергије

Главни бенефит инвеститор остварује продајом електричне енергије. Генератор когенеративне јединице на свом излазу даје напон од 400V, а да би се електрична енергија предала у дистрибутивну мрежу, потребно је:

- *ускладити напон са излаза генератора са напоном дистрибутивне мреже (обично је напон дистрибутивне мреже на коју се врши предаја 10 kV или 20 kV, мада може да буде и већи.),*
- *Извршити синхронизацију синусоиде напона на изласку из генератора са синусоидом напона дистрибутивне мреже,*
- *извршити мерење предате количине електричне енергије, ради фактурисања.*

Опрема за усклађивање напона и мерење се смешта у трафо станицу која се по правилу налази у непосредној близини саме биогазне електране.

## 2. ТИПИЧНЕ СИРОВИНЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ БИОГАСА

Према подацима IFC<sup>1</sup>, Србија има довољно животињског стајњака за снабдевање електрана на биогаз чији инсталирани капацитет износи (490 GWh годишње подељено са 8000 радних сати и помножено са фактором електричне ефикасности 0,4) 24,5 MWel.

На основу података GIZ<sup>2</sup>, Србија има довољно животињског стајњака за снабдевање електрана на биогаз чији се инсталирани капацитет процењује на 45 MWel.

<sup>1</sup> Документ „Renewable Energy / Biogas in Serbia Potential for Biogas Production“, од 21. јануара 2016, извор - <https://www.wko.at/Content.Node/service/ausserwirtschaft/ba/MARKET-POTENTIAL-IN-SERBIA.pdf>

<sup>2</sup> „Коришћење биомасе за производњу електричне и топлотне енергије у сарадњи са GIZ DKTI програмом Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Пример концепта за мало биогаз постројење“, од 7. јула 2016, извор - <http://subvencije.rs/wp-content/uploads/2016/04/Коришћење-биомасе-за-производњу-топлотне-и-електричне-енергије-GIZ-Пума-1.pdf>

Према публикацији „Potentials and status of biogas as energy source in the Republic of Serbia“<sup>3</sup>, Србија има довољно животињског стајњака за снабдевање електрана на биогаз чији се инсталирани капацитет процењује на (1 094 GWh годишње подељен са 8000 радних сати и помножено са фактором електричне ефикасности 0,4) 55 MWeI. Ако се узму у обзир и остаци из пољопривреде, рачуница се значајно мења.

Узимајући у обзир пољопривредну биомасу – биљне остатке из ратарске, воћарске и виноградарске производње, процењује се да се сваке године произведе укупна количина од 12,5 милиона тона биомасе у Србији, од чега је 9 милиона тона (72%) у Војводини<sup>4</sup>.

Од ове количине,  $\frac{1}{4}$  биомасе може да се користи за заоравање или као простирка за производњу стајњака у циљу повећања плодности земљишта,  $\frac{1}{4}$  може да се користи за производњу сточне хране,  $\frac{1}{4}$  за производњу топлотне енергије и  $\frac{1}{4}$  за остале сврхе. Уколико би се искористила укупна количина биомасе намењена за коришћење у топлотне сврхе, што износи 2,8 милиона тона, може да се уштеди еквивалентна количина од 0,9 милиона тона екстра лаког уља за ложење. Идентична количина (0,9 милиона тона) дизел горива троши се у целокупној пољопривредној производњи у Војводини.

Треба напоменути да нови прописи дозвољавају коришћење споредних производа животињског порекла<sup>5</sup>. У том случају, електрана мора бити опремљена уређајем за пастеризацију. Ово значи да отпадни производи животињског порекла морају да се држе загрејани на 70°C у минималном периоду од једног часа.

<sup>3</sup> *Potentials and status of biogas as energy source in the Republic of Serbia* by Слободан Цветковић, Тамјана Калуђеровић Радоичић, Бојана Вукадиновић, Мирјана Кијевчанин.

<sup>4</sup> „Потенцијали и могућности брикетирања и пелетирања отпадне биомасе на територији покрајине Војводине“ Покрајинског секретаријата за енергетику и минералне сировине АП Војводине, 2007. година.

<sup>5</sup> Уредба о условима и поступку стицања статуса повлашћеног произвођача електричне енергије, привременог повлашћеног произвођача и произвођача електричне енергије из обновљивих извора енергије, из јуна 2016 („Службени гласник“, бр. 56/2016)

## 2.1. Сировине из пољопривреде

У табели 2 приказане су неке од пољопривредних сировина које се користе за добијање биогаза, са типичним вредностима за количину суве материје и биогазним потенцијалом једне тоне посматраног материјала.

Сировина	Количина суве материје (%)	Гасни потенцијал (m <sup>3</sup> /t свежег материјала)
Течни говеђи стајњак	8	21
Чврсти говеђи стајњак	18	53
Свињски стајњак	22	65
Живински стајњак	20	70
Коњски стајњак	25	100
Кукурузна силажа	33	210
Кукурузовина	70	300
Млевени кукуруз	88	670
Силажа житарица	33	200
Сенажа	35	190
Слама	86	310
Силажа уљане репице	31	150

Табела 2: Пољопривредне сировине погодне за добијање биогаза

За потребе производње довољне количине сировина за добијање биогаза, свакако треба размотрити могућност гајења пострних култура, могућност ревитализације и употребе запарложеног пољопривредног земљишта, као и могућност прикупљања пољопривредних остатака након жетве.

## 2.2. Остале сировине

У табели 3 приказане су додатне сировине погодне за добијање биогаза, са типичним вредностима за количину суве материје и биогазним потенцијалом од једне тоне посматраног материјала.

Сировина	Количина суве материје (%)	Гасни потенцијал (m <sup>3</sup> /t свежег материјала)
Резанац шећерне репе	23	150
Талог сунцокретовог уља	38	260
Талог сојиног уља	76	430
Џибра	6	37
Меласа	80	450
Сурутка	5	35
Отпадна храна	37	220
Отпадни хлеб	65	490
Глицерин	90	750

Табела 3: Додатне сировине погодне за добијање биогаза

## 3. БЕНЕФИТИ

Уколико се животињски стајњак изнесе на плато или испумпа у лагуну на отвореном, развијају се веома непријатни мириси, док се његовом употребом у производњи биогаза умањују негативни ефекти распадања стајњака, уз значајно редуковање патогених микроорганизама.

Биогасне електране имају изузетан еколошки допринос у смањењу емисије штетних гасова са ефектом стаклене баште захваљујући процесу анаеробне дигестије. Пракса је показала да се емисија непријатних мириса смањује за преко 90%.

Осим тога, електране на биогас производе висококвалитетно ђубриво, а такође помажу у процесу задржавања људи у селима, јер им омогућавају гарантовани приход током периода важења подстицајних мера.

Добијени постдигестат је ђубриво високог квалитета и може се искористити за побољшање квалитета пољопривредног земљишта. Овако произведено чврсто и течно ђубриво погодно је за употребу у баштованству и пољопривреди. На овај начин се делимично поново могу искористити хранљиве материје из пољопривредног земљишта као што су фосфор, калијум и натријум, као и неки микроелементи.

Поред наведеног, електране на биогас доприносе и отварању нових радних места за менаџере, оператере, помоћне раднике. Осим тога, додатно се ангажује радна снага за сакупљање и транспорт сировина које су потребне за годишњу производњу биогаса. Електранама је неопходно обезбедити редовно одржавање и сервисирање, што генерише додатне могућности за запошљавање.

Као што се види, бенефити које електране доносе су бројни и могу се сврстати у:

- бенефите које остварује инвеститор и
- бенефите које остварује локална заједница.

### 3.1. Бенефити које остварује инвеститор

У најзначајније бенефите које биогасне електране доносе инвеститору, убрајају се:

- Загарантован приход од продаје електричне енергије током периода важења подстицајних мера;
- Приход од продаје топлотне енергије;
- Приход од продаје висококвалитетног ђубрива;
- Корист од смањења употребе минералних ђубрива;
- Смањење губитака хранљивих материја и испирања из обрадивог земљишта;
- Редуција патогена у стајском ђубриву;
- Брже усвајање хранљивих материја од стране биљака;
- Значајно смањење непријатних мириса;
- Мања закоровљеност на њивама и др.

### 3.2. Бенефити које остварује локална заједница

Користи које локална заједница има од електране на биогаз су следеће:

- Креирање нових радних места у руралним срединама;
- Финансијска стабилност за локалне пољопривреднике;
- Решавање проблема одлагања органског отпада и заштита животне средине;
- Редуција непријатних мириса и емисије гасова са ефектом стаклене баште;
- Побољшање квалитета земљишта употребом „органског“ ђубрива;
- “Бесплатна” (расположива) топлотна енергија за пластенике, сушаре, штале;
- Стабилизација напонске мреже у руралним подручјима и др.

## 4. ПРАВНИ ОКВИР

У оквиру глобалне иницијативе за смањење емисије штетних гасова и ефекта стаклене баште, као и ради очувања здраве животне средине, Влада Републике Србије је током 2009. године усвојила читав сет прописа којима се уређује производња енергије из обновљивих извора и утврдила feed-in тарифу која произвођачима електричне енергије из обновљивих извора омогућава да под повољним и гарантованим субвенционисаним условима продају електричну енергију „Електропривреди Србије“, у периоду од 12 година.

Прва уредба из 2009. године<sup>6</sup> донела је, за тај моменат стимулативну feed-in тарифу, тако да су у току 2010. године три инвеститора донела одлуку о изградњи електране на биогаз.

Све три електране успешно су пуштене у рад током 2012. године и од тада власницима доносе константне и предвидиве приходе.

Наредна уредба<sup>7</sup> је донела нижу feed-in тарифу, па се у том периоду ниједан нови инвеститор није одлучио на овај вид улагања.

Закон о енергетици из 2014. године<sup>8</sup> донео читав низ мера и прописа који детаљно регулишу област обновљивих извора енергије, укључујући и сектор биогаза.

<sup>6</sup> Уредба о мерама подстицаја за производњу електричне енергије коришћењем обновљивих извора енергије и комбинованом производњом електричне и топлотне енергије („Службени гласник РС“, бр. 99/2009)

<sup>7</sup> Уредба о мерама подстицаја за повлашћене произвођаче електричне енергије из јануара 2013 („Службени гласник РС“, бр. 8/2013)

<sup>8</sup> Закон о енергетици, децембар 2014 („Службени гласник РС“, бр. 145/2014)

Као посебну погодност треба истаћи могућност стицања привременог статуса повлашћеног произвођача електричне енергије. Ова мера је била снажан подстицај за инвеститоре, јер је омогућила добијање повлашћеног статуса пре озбиљних инвестиција у технологију и постројење. Члан 70. Закона о енергетици дефинише који енергетски субјект може стећи статус повлашћеног произвођача електричне енергије, а члан 71. утврђује услове под којима је могуће стећи привремени статус повлашћеног произвођача електричне енергије.

Уредбом из 2016. године<sup>9</sup>, утврђена је до сада најстимулативнија feed-in тарифа што је довело до тога да је у периоду од 2016. г. до краја 2019. г. пуштено у рад још 16 биогасних електрана.

Инвеститори су коначно препознали пословну и финансијску могућност коју је, пре свега, омогућио Закон о енергетици из 2014. године, уз пратеће прописе. Без ових подстицаја, одрживи развој производње енергије из обновљивих извора енергије не би био могућ. Ово се посебно односи на електране на биогас, због цене сировина потребних за њихово функционисање.

Национални акциони план за коришћење обновљивих извора енергије је документ којим су утврђени циљеви коришћења обновљивих извора енергије до 2020. године, као и начин за њихово достизање. Према овом плану, Србија је имала за циљ да се до 2020. године изграде електране на биогас са когенеративним јединицама укупне инсталисане снаге 30 MWel<sup>10</sup>. Планирано је да ова постројења производе 225 GWh електричне енергије, што је 6,2% од укупног износа планиране производње електричне енергије из обновљивих извора у Србији у 2020. години. Захваљујући атрактивним подстицајним мерама, овај циљ је испуњен, а до краја 2020. године ће бити значајно премашен.

Због свега наведеног, у Србији је све веће интересовање за производњу енергије из обновљивих извора процесом анаеробне дигестије из животињског стајњака, енергетских усева и њихових остатака, посебно у пољопривредним домаћинствима и на фармама у Војводини.

<sup>9</sup> Уредба о подстицајним мерама за производњу електричне енергије из обновљивих извора и из високоефикасне комбиноване производње електричне и топлотне енергије („Службени гласник РС“, бр. 56/2016)

<sup>10</sup> Национални акциони план за коришћење обновљивих извора енергије Републике Србије (У складу са обрасцем предвиђеним Директивом 2009/28/ЕЗ – Одлука 2009/548/ЕЗ) из 2013 („Службени гласник“, бр. 53/2013)

Кључни прописи за сектор обновљивих извора енергије су:

- Закон о енергетици ("Службени гласник РС", број 145/2014);
- Уредба о условима и поступку стицања статуса повлашћеног произвођача електричне енергије, привременог повлашћеног произвођача и произвођача електричне енергије из обновљивих извора енергије („Службени гласник РС“, бр. 56/2016, 60/17, 44/18 и 54/19);
- Уредба о висини посебне накнаде за подстицај у 2019. години („Службени гласник РС“ , број 8/19);
- Уредба о висини посебне накнаде за подстицај у 2020. години („Службени гласник“, број 8/20);
- Уредба о подстицајним мерама за производњу електричне енергије из обновљивих извора и из високоефикасне комбиноване производње електричне и топлотне енергије („Службени гласник РС“, број 56/2016);
- Уредба о изменама и допунама уредбе о подстицајним мерама за производњу електричне енергије из обновљивих извора и из високоефикасне комбиноване производње електричне и топлотне енергије („Службени гласник РС“, број 60/17);
- Уредба о уговору о откупу електричне енергије („Службени гласник РС“, број 56/2016);
- Уредба о накнади за подстицај повлашћених произвођача електричне енергије („Службени гласник РС“, број 12/2016);
- Уредба о висини посебне накнаде за подстицај у 2016. години („Службени гласник РС“, број 12/2016);
- Уредба о утврђивању методологије за одређивање цене снабдевања крајњег купца топлотном енергијом („Службени гласник РС“, број 63/15);
- Методологија за одређивање цене снабдевања крајњег купца топлотном енергијом;
- Правилник о гаранцији порекла електричне енергије произведене из ОИЕ („Службени гласник РС“, број 24/2014);
- Правилник о енергетској дозволи („Службени гласник РС“, број 15/2015);
- Правилник о утврђивању слободног капацитета увећаног за вредност инсталисане снаге електрана за које је престао привремени статус повлашћеног произвођача („Службени гласник РС“, број 24/2015).

Овај списак не треба сматрати свеобухватним и неопходно је да руководилац пројекта уради комплетну анализу и да идентификује додатне регулаторне захтеве у зависности од конкретне инвестиције.

На сајту Министарства енергетике (<https://www.mre.gov.rs/dokumenta-efikasnost-izvori.php#obn>) налазе се ажурирани прописи и други значајни документи који се односе на сектор енергетске ефикасности и обновљивих извора енергије.

## 5. АНАЛИЗА СОПСТВЕНИХ МОГУЋНОСТИ И УТИЦАЈА СПОЉНИХ ФАКТОРА НА ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКЕ О ИНВЕСТИРАЊУ

Највећи број потенцијалних инвеститора нема довољно информација о томе шта су биогасне електране, које бенефите могу остварити инвестирањем у њихову изградњу, шта су неопходни предуслови за успешан завршетак инвестиције и ефикасно функционисање електране до истека повлаштеног периода. Због свега тога, није реткост да се одлуке доносе исхитрено, без сагледавања реалне слике и урађене ваљане анализе. Дешавало се да се олако донесе одлука о изградњи електране капацитета 1 MWel, јер је то са аспекта исплативости инвестиције најбољи избор, занемарујући у потпуности чињењицу да инвеститор није у могућности да са сигурношћу гарантује континуирано снабдевање електране потребном количином сировина у током периода повлашћеног статуса. Због тога инвеститор може да дође у ситуацију да након утрошених неколико десетина хиљада евра за одабир технологије, припреме пројектне документације и стицања привременог статуса повлашћеног произвођача електричне енергије (и годину дана утрошеног времена), дође у ситуацију да ни једна банка није заинтересована да одобри кредитирање. Таква инвестиција је потпуно зависна од колебања цена сировина на тржишту и по правилу представља превелики ризик да би банке у процесу разматрања и одобравања кредита донеле позитивну одлуку.

Са друге стране има примера да потенцијални инвеститори имају идеалне услове за изградњу електрана на биогас, али не доносе одлуку о започињању инвестиције због недовољне информисаности и неспремности да ангажују стручна лица која би реално анализирала њихове могућности и помогла им у правилном одабиру одговарајуће технологије.

## 5.1. Анализа сопствених могућности

У процесу доношења одлуке о капацитету електране и одабиру технологије, свакако највећи утицај треба да има податак о расположивим сировинама. При томе се не мисли на врсту и количину сировина које потенцијални инвеститор може да обезбеди за само једну или две сезоне. Од пресудног је значаја да се капацитет планиране електране усклади са реалним могућностима континуиране набавке потребних сировина током целокупног периода важења статуса повлаштеног произвођача електричне енергије (у Републици Србији је у моменту писања овог водича, то период од 12 година).

Површина обрадивог земљишта, величина фарме, расположива механизација, величина и позиција парцеле предвиђене за изградњу електране, дугогодишње искуство, су фактори које при анализи треба узети у обзир. Ради стицања представе о каквим ресурсима се овде говори, погодно је навести пример да је за производњу довољне количине сировина за рад електране инсталисане снаге од 1 MWel у периоду од годину дана, потребно издвојити око 400ha пољопривредног земљишта. Са друге стране, 1000 условних грла је довољно за производњу стајњака који је потребан за континуирано функционисање биогазне електране инсталисаног капацитета од око 125 kWel.

## 5.2. Спољни фактори

Поред анализе сопствених могућности, потенцијални инвеститор пре доношења одлуке о инвестирању, треба да сагледа какав утицај на инвестицију имају спољни фактори. Овде се преваходно мисли на анализу локације са аспекта могућности прикључења на електродистрибутивну мрежу, испуњавања услова осталих надлежних институција, као и способност инвеститора да обезбеди неопходна новчана средства.

Због свега наведеног, први кораци у сагледавању опште слике у вези изградње биогазне електране су прибављање информације о локацији парцеле на којој се планира изградња и обраћање банкама за информацију о могућности и условима кредитирања.

## 6. ПРИМЕРИ ФИНАНСИЈСКЕ АНАЛИЗЕ ЗА ТРИ БИОГАСНЕ ЕЛЕКТРАНЕ РАЗЛИЧИТОГ КАПАЦИТЕТА

У зависности од врсте и количине сировина које инвеститор са сигурношћу може да обезбеди у периоду важења статуса повлаштеног произвођача електричне енергије, доноси се одлука о изградњи електране одређеног капацитета. Од капацитета електране, наравно, зависи и величина инвестиције, као и висина оперативних трошкова. У овом поглављу су приказани висина инвестиције, потребна количина оубичајених сировина, као и приходи и расходи за три биогасне електране различитих капацитета:

- електрана капацитета 1 MWel
- електрана капацитета 637 kWel
- електрана капацитета 190 kWel

Као сировинска база у сва три обрађена случаја, дате су сировине које се врло често употребљавају за добијање биогаса:

- чврсти говеђи стајњак,
- течни говеђи стајњак,
- кукурузна силажа,
- силажа сирка.

### 6.1. Пример биогасне електране капацитета 1 MWel

#### 6.1.1. Потребне сировине за електрану

У табели 4 приказане су сировине са претпостављеним ценама, потребним количинама на годишњем нивоу, као и процентима суве материје и органске суве материје за сваку од њих.

Сировина	$t_{svm}/g$	CM	OCM	€/t <sub>CM</sub>	€/g
Чврсти говеђи стајњак	9.001	18%	82%	8,00	72.007,20
Течни говеђи стајњак	3.000	7%	80%	2,00	6.000,00
Кукурузна силажа	8.000	33%	94%	30,00	240.000,00
Сирак	12.000	24%	93%	27,00	324.000,00
Укупно	32.001				642.007,20

Табела 4: Биланс сировина за електрану капацитета 1 MWel

### 6.1.2. Годишња производња електране

Укупни очекивани принос биогаза и метана на годишњем нивоу приказан је у табели 5.

Сировина	Биогаз Nm <sup>3</sup> /g	Метан %	Метан Nm <sup>3</sup> /g
Чврсти говеђи стајњак	538.984	52%	280.272
Течни говеђи стајњак	70.560	55%	38.808
Кукурузна силажа	1.686.590	52%	877.027
Сирак	1.633.824	52%	849.588
Укупно	3.929.958	53%	2.045.695

Табела 5: Производња биогаза и метана за електрану капацитета 1 MWel

Ова количина сировина и добијеног биогаза је довољна за погон когенеративне јединице капацитета 1 MWel под пуним оптерећењем у периоду од 8000 сати годишње, што резултира билансима приказаним у табели 6.

Топлотна енергија	kWh/g	%
Производња електричне енергије	8.000.000	100
Сопствена потрошња електричне енергије	< 800.000	10
Производња топлотне енергије	8.696.216	100
Сопствена потрошња топлотне енергије	2.174.054	25
Неискоришћена топлота	6.522.162	75

Табела 6: Биланс енергије за електрану на биогаз капацитета 1 MWel

### 6.1.3. Приходи и расходи електране

У процесу израчунавања прихода и расхода узети су у обзир:

- Приход од продаје електричне енергије;
- Приход од продаје постдигестата – висококвалитетног ђубрива органског порекла;
- Трошкови сировина;
- Трошкови одржавања објеката;
- Трошкови одржавања опреме;
- Трошкови државања когенеративне јединице;
- Трошкови биолошког и технолошког сервиса;
- Трошкови радне снаге;
- Трошкови утрошене енергије;
- Трошкови осигурања и
- Остали трошкови.

Као што се може видети у табели 6, око 75% укупно произведене топлотне енергије остаје неискоришћено у процесу производње биогаса. Ова енергија није узета у обзир при израчунавању прихода, из простог разлога што је за њено искориштавање потребна додатна инвестиција.

У прилогу 1 приказана је калкулација прихода и расхода за биогасну електрану капацитета 1 MW<sub>el</sub> у периоду од 12 година.

Подаци који су узети као полазна основа за припрему P&L табеле приказани су у Табели 7 и Табели 8.

Електрични капацитет	1.000	kW
Топлотни капацитет	1.200	kW
Производња под пуним оптерећењем	8.000	h/g
Производња електричне енергије	8.000.000	kWh/g
Производња топлотне енергије	8.751.568	kWh/g
Продајна цена електричне енергије	172,22	€/MWh
Продајна цена топлотне енергије	0,00	€/MWh
Цена електричне енергије из мреже	0,075	€/kWh
Продајна цена постдигестата	20,000	€/kWh

Табела 7: Полазни подаци за електрану капацитета 1 MW<sub>el</sub>

Чврсти говеђистајњак	8	€/t
Течни говеђи стајњак	2	€/t
Кукурузна силажа	30	€/t
Сирак	27	€/t
Стопа инфлације	2	%/g
Порез на добит	15	%

Табела 8: Цене сировина, годишња инфлација, порез на добит за електрану капацитета 1 MW<sub>el</sub>

#### 6.1.4. Висина инвестиције за електрану капацитета 1 MW<sub>el</sub>

На инвестиционе трошкове биогасне електране у великој мери утичу локални услови, а следећи фактори могу имати велики утицај:

- Да ли постоје објекти за складиштење сировина и ферментисаних остатака или је неопходно изградити нове капацитете у ову сврху;
- Услови за прикључење на електричну (напојну) мрежу (напон мреже, растојање до места прикључења, итд);
- Висина трошкова земљаних радова, изградње путева, итд. и
- Логистика.

Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану од 1 MWel приказани су у табели 9.

Грађевински радови и путеви	33,4%	1.181.730,77
Машинска и електро опрема	54,1%	1.912.000,00
Додатна опрема	1,8%	63.500,00
Прикључење на електричну мрежу	6,1%	215.000,00
Пројекти, консалтинг, грађевинска дозвола, таксе	4,6%	164.261,92
Укупно	100,0%	3.536.492,70

Табела 9: Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану од 1 MWel

## 6.2. Пример биогасне електране капацитета 637 kWel

### 6.2.1. Потребне сировине за електрану

У табели 10 приказане су сировине са претпостављеним ценама, потребним количинама на годишњем нивоу, као и процентима суве материје и органске суве материје за сваку од њих.

Сировина	t <sub>svm</sub> /g	SM	OSM	€/t <sub>sm</sub>	€/g
Чврсти говеђи стајњак	5.600	18%	82%	8,00	44.800,10
Течни говеђи стајњак	2.300	7%	80%	2,00	4.600,00
Кукурузна силажа	5.000	33%	94%	30,00	150.000,00
Сирак	7.800	24%	93%	27,00	210.600,00
Укупно	20.700				410.000,10

Табела 10: Биланс сировина за електрану на биогас капацитета 637 kWel

## 6.2.2. Годишња производња електране

Укупни очекивани принос биогаза и метана на годишњем нивоу приказан је у табели 11.

Сировина	Биогас Nm <sup>3</sup> /g	Метан %	Метан Nm <sup>3</sup> /g
Чврсти говеђи стајњак	335.335	52%	174.374
Течни говеђи стајњак	54.096	55%	29.753
Кукурузна силажа	1.054.119	52%	548.142
Сирак	1.061.986	52%	552.233
Укупно	2.505.536	53%	1.304.501

Табела 11: Производња биогаза и метана за електрану капацитета 637 kWel

Ова количина сировина и добијеног биогаза довољна је за погон когенеративне јединице капацитета 637 kWel под пуним оптерећењем у периоду од 8000 сати годишње, што резултира билансима приказаним у табели 12.

Топлотна енергија	kWh/g	%
Производња електричне енергије	5.096.000	100
Сопствена потрошња електричне енергије	< 509.600	10
Производња топлотне енергије	5.545.398	100
Сопствена потрошња топлотне енергије	1.386.350	25
Неискоришћена топлота	4.159.049	75%

Табела 12: Биланс енергије за електрану капацитета 637 kWel

## 6.2.3. Приходи и расходи електране

У процесу израчунавања прихода и расхода узети су у обзир:

- Приход од продаје електричне енергије;
- Приход од продаје постдигестата – висококвалитетног ђубрива органског порекла;
- Трошкови сировина;
- Трошкови одржавања објеката;
- Трошкови одржавања опреме;
- Трошкови државања когенеративне јединице;
- Трошкови биолошког и технолошког сервиса;
- Трошкови радне снаге;
- Трошкови утрошене енергије;
- Трошкови осигурања;
- Остали трошкови.

Као што се може видети у табели 12, око 75% укупно произведене топлотне енергије остаје неискоришћено у процесу производње биогаза. Ова енергија није узета у обзир при израчунавању прихода, из простог разлога што је за њено искоришћавање потребна додатна инвестиција.

У прилогу 2 приказана је калкулација прихода и расхода за електрану капацитета 637 kW<sub>el</sub> у периоду од 12 година.

Подаци који су узети као полазна основа за прављење P&L табеле приказани су у Табели 13 и Табели 14.

Електрични капацитет	637	kW
Топлотни капацитет	650	kW
Производња под пуним оптерећењем	8.000	h/g
Производња електричне енергије	5.096.000	kWh/g
Производња топлотне енергије	5.545.398	kWh/g
Продајна цена електричне енергије	176,25	€/MWh
Продајна цена топлотне енергије	0,00	€/MWh
Цена електричне енергије из мреже	0,075	€/kWh
Продајна цена постдигестата	20,000	€/kWh

Табела 13: Полазни подаци за електрану капацитета 637 kW<sub>el</sub>

Чврсти говеђи стајњак	8	€/t
Течни говеђи стајњак	2	€/t
Кукурузна силажа	30	€/t
Сирак	27	€/t
Стопа годишње инфлације	2	%/g
Порез на добит	15	%

Табела 14: Цене сировина, годишња инфлација, порез на добит за електрану капацитета 637 kW<sub>el</sub>

### 6.2.2. Висина инвестиције за електрану капацитета 637 kW<sub>el</sub> I

На инвестиционе трошкове биогазне електране у великој мери утичу локални услови, а следећи фактори могу имати велики утицај:

- Да ли постоје објекти за складиштење сировина и ферментисаних остатака или је неопходно изградити нове капацитете у ову сврху;

- Услови за прикључење на електричну (напојну) мрежу (напон мреже, растојање до места прикључења, итд);
- Висина трошкова земљаних радова, изградње путева, итд. и
- Логистика.

Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану капацитета 637 kW<sub>el</sub> дата је у табели 15.

Грађевински радови и путеви	39,4%	1.063.355,35
Машинска и електро опрема	45,5%	1.226.000,00
Додатна опрема	2,9%	78.500,00
Прикључење на електричну мрежу	4,4%	120.000,00
Пројекти, консалтинг, инжењеринг	6,3%	169.220,78
Пуњење и трошкови пуштања у рад	1,5%	40.000,00
Укупно	100,0%	2.697.076,12

Табела 15: Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану на биогаз од 637 kW<sub>el</sub>

### 6.3. Пример биогазне електране капацитета 190 kW<sub>el</sub>

#### 6.3.1. Потребне сировине за електрану

У табели 16 приказане су сировине са претпостављеним ценама, потребним количинама на годишњем нивоу, као и процентима суве материје и органске суве материје за сваку од њих.

Сировина	t <sub>svm</sub> /g	CM	OCM	€/t <sub>cm</sub>	€/t <sub>sm</sub>
Чврсти говеђи стајњак	2.700	18%	82%	1,00	2.700,09
Течни говеђи стајњак	1.300	7%	80%	1,00	1.300,00
Кукурузна силажа	1.500	33%	94%	23,00	34.500,00
Сирак	1.800	24%	93%	23,00	41.400,00
Укупно	7.300				79.900,09

Табела 16: Биланс сировина за електрану на биогаз капацитета 190 kW<sub>el</sub>

### 6.3.2. Годишња производња електране

Укупни очекивани принос биогаза и метана на годишњем нивоу приказан је у табели 17.

Сировина	Биогаз Nm <sup>3</sup> /g	Метан %	Метан Nm <sup>3</sup> /g
Чврсти говеђи стајњак	161.684	52%	84.076
Течни говеђи стајњак	30.576	55%	16.817
Кукурузна силажа	316.236	52%	164.443
Сирак	245.074	52%	127.438
Укупно	753.570	53%	392.773

Табела 17: Производња биогаза и метана за електрану капацитета 190 kW<sub>el</sub>

Ова количина сировина и добијеног биогаза довољна је за погон когенеративне јединице капацитета 190 kW<sub>el</sub> под пуним оптерећењем у периоду од 8000 сати годишње, што резултира билансима приказаним у табели 18.

Топлотна енергија	kWh/g	%
Производња електричне енергије	1.520.000	100
Сопствена потрошња електричне енергије	< 152.000	10
Производња топлотне енергије	1.669.687	100
Сопствена потрошња топлотне енергије	417.422	25
Неискоришћена топлота	1.252.265	75

Табела 18: Биланс енергије за електрану на биогаз капацитета 190 kW<sub>el</sub>

### 6.3.3. Приходи и расходи електране

У процесу израчунавања прихода и расхода узети су у обзир:

- Приход од продаје електричне енергије;
- Приход од продаје постдигестата – висококвалитетног ђубрива органског порекла;
- Трошкови сировина;
- Трошкови одржавања објеката;
- Трошкови одржавања опреме;
- Трошкови државања когенеративне јединице;
- Трошкови биолошког и технолошког сервиса;
- Трошкови радне снаге;
- Трошкови утрошене енергије;
- Трошкови осигурања;
- Остали трошкови.

Као што се може видети у табели 18, око 75% укупно произведене топлотне енергије остаје неискоришћено у процесу производње биогаза. Ова енергија није узета у обзир при израчунавању прихода, из простог разлога што је за њено искориштавање потребна додатна инвестиција.

У прилогу 3 приказана је калкулација прихода и расхода за биогазну електрану капацитета 190 kW<sub>el</sub> у периоду од 12 година.

Подаци који су узети као полазна основа за прављење P&L табеле су приказани у Табели 19 и Табели 20.

Електрични капацитет	190 kW
Топлотни капацитет	210 kW
Производња под пуним оптерећењем	8.000 h/g
Производња електричне енергије	1.520.000 kWh/g
Производња топлотне енергије	1.669.687 kWh/g
Продајна цена електричне енергије	181,22 €/MWh
Продајна цена топлотне енергије	0,00 €/MWh
Цена електричне енергије из мреже	0,075 €/kWh
Продајна цена постдигестата	20,000 €/kWh

Табела 19: Полазни подаци за електрану капацитета 190 kW<sub>el</sub>

Чврсти говеђи стајњак	1 €/t
Течни говеђи стајњак	1 €/t
Кукурузна силажа	23 €/t
Сирак	23 €/t
Стопа инфлације	2 %/ g
Порез на добит	15 %

Табела 20: Цене сировина, годишња инфлација, порез на добит за електрану капацитета 190 kW<sub>el</sub>.

#### 6.3.4. Висина инвестиције за електрану капацитета 190 kW<sub>el</sub>

На инвестиционе трошкове биогазне електране у великој мери утичу локални услови, а следећи фактори могу имати велики утицај:

- Да ли постоје објекти за складиштење сировина и ферментисаних остатака или је неопходно изградити нове капацитете у ову сврху;
- Услови за прикључење на електричну (напојну) мрежу (напон мреже, растојање до места прикључења, итд);
- Висина трошкова земљаних радова, изградње путева, итд. и
- Логистика.

Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану капацитета 190 kW<sub>el</sub> дата је у табели 21.

Грађевински радови и путеви	11,1%	122.118,93
Машинска и електро опрема	71,8%	786.600,00
Додатна опрема	3,2%	35.000,00
Прикључење на електричну мрежу	7,3%	80.000,00
Пројекти, консалтинг, инжењеринг	6,5%	71.605,16
Укупно	100,0%	1.095.324,09

Табела 21: Висина и састав инвестиционих трошкова за електрану капацитета 190 kW<sub>el</sub>

## 7. КЉУЧНЕ ФАЗЕ ПРИЛИКОМ ПЛАНИРАЊА, ИЗБОРА ТЕХНОЛОГИЈЕ, ИЗГРАДЊЕ И УПРАВЉАЊА

У овом поглављу су наведене и објашњене кључне фазе у процесу планирања инвестиције, одабира технологије, изградње и управљања биогасном електраном.

### 7.1. Планирање инвестиције – релевантни фактори и специфичности

У процесу планирања сваки потенцијални инвеститор треба да прође следеће фазе:

- Рађање идеје о изградњи електране на биогаз;
- Израда студије предизводљивости;
- Доношење одлуке о инвестирању;
- Одабир одговарајуће технологије;
- Израда пројектне документације и исходавање грађевинске дозволе;
- Исходавање привременог статуса повлаштеног произвођача електричне енергије;
- Обезбеђење финасирања.

### 7.1.1. Рађање идеје о изградњи електране на биогас

Биогасни сектор у Републици Србији постоји од 2010. године. Од када су у јесен 2012. године пуштене у рад прве електране до тренутка писања овог водича, није се десила ниједна конфликтна ситуација на релацији испорука произведене електричне енергије – наплата потраживања, што је допринело стабилном и континуираном развоју целокупног сектора. Посвећеним радом свих учесника (представника ресорних министарстава, биогас удружења, ЕПСа и самих инвеститора), уз различите облике помоћи партнерских организација из иностранства у Републици Србији је све више људи свесно добробити које овакве инвестиције доносе. У складу са тим, расте и интересовање потенцијалних инвеститора за овај вид улагања.

### 7.1.2. Израда студије предизводљивости

Инвестиција у изградњу биогасне електране није мала. Трошкови изградње се по инсталисаном  $kW_{el}$  крећу у границама од 3 000 € за веће, до 10 000 € за мале електране. За изградњу електране капацитета 1  $MW_{el}$  банке углавном одобравају кредит у висини 3 до 3,5 милиона евра. Студија предизводљивости је документ у коме експерт из сектора биогаса сагледава и анализира реалне могућности потенцијалног инвеститора и у складу са добијеним резултатима даје препоруку да ли се и под којим условима, исплати ући у процес изградње постројења. Неретко се дешава да инвеститори трошкове израде студије виде као непотребне, јер биогасне електране другим власницима доносе високе и константне приходе, па се одлучују да у инвестицију уђу без претходне анализе сопствених могућности. То је међутим, велики пропуст. Новац издвојен за израду студије не треба да се доживљава као трошак, већ као инвестиција која ће помоћи да се донесе одлука о оптималном капацитету постројења у складу са реалним могућностима.

Са друге стране, уколико студија предизводљивости покаже да под датим околностима изградња електране није економски оправдана, инвеститор штеди значајна средства која би била потрошена на израду пројектне документације и стицање привременог статуса повлаштеног произвођача електричне енергије, пре него што дође до сазнања да ниједна банка није спремна да одобри кредитирање таквог пројекта.

### 7.1.3. Доношење одлуке о инвестирању

Предуслови које сваки будући инвеститор треба да обезбеди за успех пројекта су следећи:

- *Константно обезбеђење довољне количине потребних сировина за несметан рад електране под пуним капацитетом током целокупног периода трајања подстицајних мера;*
- *Довољно велики простор на коме ће бити смештени сви објекти предвиђени пројектом;*
- *Могућност прикључења на електродистрибутивну мрежу ради предаје произведене електричне енергије;*
- *Могућност утрешка или пласмана топлотне енергије и*
- *Могућност пласмана или употребе произведеног висококвалитетног ђубрива – постдигестата.*

### 7.1.4. Одабир одговарајуће технологије

Након доношења одлуке о уласку у инвестицију изградње биогазне електране, потребно је приступити одабиру одговарајуће технологије. Код већине других пројеката, уобичајено би било да реномирана пројектна кућа прво изради потребну пројектну документацију, на основу које би се приступало тражењу одговарајућих понуда. У сектору биогаза то није случај из простог разлога што у Републици Србији тренутно не постоји пројектни биро специјализован за пројектовање биогазних електрана. Из тог разлога се прво приступа одабиру технологије, а тек након тога и изради адекватне пројектне документације.

### 7.1.5. Израда пројектне документације и исходавање грађевинске дозволе

Први документ који инвеститор треба да прибави за локацију на којој планира изградњу електране је свакако Информација о локацији. Из њега се види да ли је изградња наменског објекта на жељеној локацији уопште могућа и ако јесте, под којим условима. Некада је пре израде пројектне документације потребно приступити изради Плана детаљне регулације, Урбанистичког пројекта или неког другог планског документа.

Ова информација је садржана у Информацији о локацији. Поред поменутог, за успешну израду пројектне документације потребно је имати одабрану технологију и подршку испоручиоца опреме у виду достављања потребних цртежа, детаља и прорачуна.

Некада благовремено достављање података од стране испоручиоца опреме представља проблем, јер се може десити да се у земљи порекла испоручиоца опреме, детаљна пројектна документација доставља тек након завршене изградње постројења. У Републици Србији је детаљна пројектна документација предуслов за исходавање грађевинске дозволе.

#### **7.1.6. Исходавање привременог статуса повлашћеног произвођача електричне енергије**

Предуслов за добијање привременог статуса повлашћеног произвођача електричне енергије је исходована грађевинска дозвола и обезбеђен депозит или банкарска гаранција у висини од 60 €/kW, за инсталисану снагу електране. Овај износ се уплаћује као средство обезбеђења у случају да привремени повлашћени произвођач електричне енергије не успе да исходује коначни статус, јер за време важења привременог статуса инвеститор има право на наплату предате количине електричне енергије по цени која је једнака половини предвиђене feed-in тарифе, што је више од тржишне цене електричне енергије. Исходавање привременог статуса повлашћеног произвођача електричне енергије није обавезно, али је могућност која инвеститорима гарантује добијање feed-in тарифе под условима који су важиви у моменту подношења документације за привремени статус. По исходавању коначног статуса повлашћеног произвођача електричне енергије, положени депозит или банкарска гаранција се враћају власнику. Из тог разлога највећи број инвеститора се одлучује на овај корак, како би спречили изненађења у виду промене feed-in тарифе уколико дође до промене у правној регулативи до момента пуштања електране у рад и стицања коначног статуса.

#### **7.2. Процес изградње и доказивање перформанси**

Након добијене грађевинске дозволе и стеченог привременог статуса, може да отпочне процес изградње постројења. Од тог тренутка, инвеститор почиње да има значајне финансијске трошкове, па највећи број инвеститора одлучује да се за помоћ обрати некој од комерцијалних банака. Процес одобравања кредита обично траје 3 до 5 месеци, па је препорука да се преговори са банкама о условима кредитирања затпочну још у току израде пројектне документације.

Сам процес изградње може се поделити на две целине:

- *Грађевински радови, који углавном трају 3 до 5 месеци*
- *Монтажа опреме, која обично не траје дуже од 4 месеца*

Са завршетком процеса изградње и монтаже и након успешног тестирања изграђених објеката и монтиране опреме, приступа се процесу доказивања перформанси. То конкретно значи да испоручилац технологије треба да докаже да је испоручено постројење способно да функционише на начин како је то предвиђено уговором. Почиње се са убацивањем мањих количина сировина у дигестор, при чему се количина сваки дан повећава. У почетку се углавном убацује течни стајњак, да би се након тога обазриво почеле додавати и друге сировине (силажа, чврсти стајњак, ...). Процес обично траје око 4 месеца, јер је то период који је потребан за развој бактерија неопходних у процесу производње биогаза. Након успешно завршеног теста перформанси и достизања пуног капацитета, долази до примопредаје електране од стране испоручиоца опреме на инвеститора.

### 7.3. Осигурање електране

Осигурање биогазне електране је неопходан део минимализације ризика, повећања извесности поврата инвестиције и својеврсна гранација добити. Осим стандардног осигурања имовине и машина од лома, важно је осигурати и прекид рада (осигуравач надокнађује изгубљену добит и фиксне трошкове) и одговорност према трећим лицима. У већини случајева, цена отклањања квара је мања од изгубљене добити која је последица застоја услед ситуације која се десила и из тог разлога је осигурање важна карика у обезбеђивању поврата инвестиције.

Пре самог уговарања, потребно је добро проучити услове осигурања који прате полису и протумачити све нејасне тачке. Због специфичности посла производње електричне енергије из биогазног постројења и због специфичности опреме, најбоље је у вези осигурања потражити савете стручњака.

### 7.4. Процес управљања електраном

Након успешног пуштања у рад и примопредаје биогазне електране, сарадња испоручиоца технологије и инвеститора се не завршава.

Новозапослене оператере на постројењу потребно је обучити и пратити у препорученом периоду од минимално годину дана, како би стекли потребно искуство и рутине неопходне за успешно извршавање свакодневних активности.

Инвеститори се из практичних разлога у највећем броју случајева одлучују на потписивање уговора са испоручиоцем технологије, о пружању подршке при вођењу и одржавању електране у гарантном периоду, који најчешће траје једну до две године.

Како би се избегли проблеми у комуникацији са испоручиоцем технологије, препорука је да сви запослени буду способни за комуникацију на енглеском језику.

Уобичајени задаци оператера су следећи:

- Вођење рачуна о континуалном снабдевању електране сировинама;
- Дневни обилазак и контрола свих делова електране, по упутству произвођача;
- Вођење рачуна о поштовању препорука произвођача у вези одржавања опреме;
- Праћење параметара производње и предузимање потребних корективних мера у случају потребе;
- Свакодневно бележење производних параметара у дневник и
- Вођење рачуна да су испоштоване све предвиђене безбедносне процедуре.

## **8. ХОДОГРАМ СА ВРЕМЕНСКИМ ОКВИРОМ У ПРОЦЕСУ ПЛАНИРАЊА, ИЗГРАДЊЕ И ПУШТАЊА У РАД БИОГАСНЕ ЕЛЕКТРАНЕ**

Целокупан процес планирања, изградње и пуштања у рад биогасне електране у просеку траје око две године, али може значајно да варира од случаја до случаја. Када општина у којој се планира изградња електране нема израђен План детаљне регулације којим је ова могућност предвиђена, инвеститори најчешће самостално финансирају његову израду. Ово је прилично неповољна ситуација за инвеститора, не толико због трошкова израде Плана детаљне регулације, колико због чињенице да његова припрема због поштовања прописане процедуре траје и по 7 месеци, а уме да се одужи и на годину дана.

Пример ходограма са временским оквиром дат је у Прилогу 4. Он међутим, треба да служи само као оквирни показатељ следа догађаја и њиховог трајања, а никако као стриктни водич за будуће инвеститоре.

Израда прилагођеног ходограма за конкретан случај ради се у оквиру студије предизводљивости, јер захтева детаљну анализу свих релевантних параметара који утичу на успешност изградње биогасне електране.

## 9. ЛИТЕРАТУРА

1. *Biogas handbook - Teodorita Al Seadi, Dominik Rutz, Heinz Prassl, Michael Köttner, Tobias Finsterwalder, Silke Volk, Rainer Janssen*
2. *Techno-economic feasibility study of a small-scale biogas plant for treating market waste in the city of El Alto - Adriana Perez Garcia*
3. *Feasibility Study – Anaerobic Digester and Gas Processing Facility in the Fraser Valley, British Columbia - Electrigaz Technologies Inc*
4. *Construction of plants and electricity/heat generation from biomass in the Republic of Serbia Guide for Investors - Бранислава Лепотић Ковачевић, PhD Law*
5. *Студија о процени укупних потенцијала и могућностима производње и коришћења биогаза на територији АП Војводине - Проф. др Милан Мартинов, координатор Мастер Ђорђе Ђатков Јован Крстић, дипл. инж. Доц. др Горан Вујић Проф. др Милош Тешић Проф. др Гордан Драгутиновић Мастер Марко Голуб Мастер Саво Бојић Проф. др Миладин Бркић Бранислав Огризовић, дипл. Инж.*
6. *Приручник за тумачење извештаја за пољопривредна gospodarства - ФАДН – Farm Accountancy Data Network*
7. *Локални енергетски план општине Житиште (2014) – Електротехнички институт „НиколаТесла“, Центар за електроенергетске системе, Универзитет у Нишу, Електронски факултет Ниш*
8. *Sustainable biogas production - A handbook for organic farmers - Florian Gerlach, Beatrice Grieb, Uli Zenger (FiBL)*
9. *Водич за ОИЕ 2016.пдф – UNDP и Министарство енергетике и рударства*
10. *Општине и региони у Републици Србији 2015 – Републички завод за статистику*
11. *The municipality of Žitište, rural development plan 2012 – 2022*
12. *Интерна документација – Биогаз удружење*
13. *Интерна документа – Немачко биогаз удружење (Fachverband Biogas, German Biogas Association)*

## ПРИЛОЗИ

### 9.1. Прилог 1: P&L 1 MW

Приходи и расходи	Година	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Инфлација	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Приход од ел. енергије	102%	1.377.760	1.405.315	1.433.422	1.462.090	1.491.332	1.521.158	1.551.582	1.582.613	1.614.265	1.646.551	1.679.482	1.713.071
Приход од топл. енергије	102%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Приход од постдигестата	102%	67.459	68.808	70.185	71.588	73.020	74.481	75.970	77.490	79.039	80.620	82.233	83.877
Укупни приход		1.445.219	1.474.124	1.503.606	1.533.678	1.564.352	1.595.639	1.627.552	1.660.103	1.693.305	1.727.171	1.761.714	1.796.949
Трошкови сировина	102%	642.008	654.848	667.945	681.304	694.930	708.829	723.005	737.465	752.214	767.259	782.604	798.256
Одржавање објеката	102%	174	177	181	184	188	192	196	200	204	208	212	216
Одржавање опреме	102%	15.296	15.602	15.914	16.232	16.557	16.888	17.226	17.570	17.922	18.280	18.646	19.019
Одржавање СНР	102%	104.000	106.080	108.202	110.366	112.573	114.824	117.121	119.463	121.853	124.290	126.775	129.311
Плата радника	102%	38.400	39.168	39.951	40.750	41.565	42.397	43.245	44.110	44.992	45.892	46.809	47.746
Биолошки и технолошки сервис	102%	8.000	8.160	8.323	8.490	8.659	8.833	9.009	9.189	9.373	9.561	9.752	9.947
Руководилац постројења	102%	28.904	29.482	30.072	30.674	31.287	31.913	32.551	33.202	33.866	34.543	35.234	35.939
Сопствена потрошња	102%	65.700	67.014	68.354	69.721	71.116	72.538	73.989	75.469	76.978	78.518	80.088	81.690
Осигурање	102%	8.841	9.018	9.198	9.382	9.570	9.761	9.957	10.156	10.359	10.566	10.777	10.993
Остали трошкови	102%	5.386	5.494	5.604	5.716	5.830	5.947	6.066	6.187	6.311	6.437	6.566	6.697
Производни трошкови		-916.709	-935.044	-953.745	-972.819	-992.276	-1.012.121	-1.032.364	-1.053.011	-1.074.071	-1.095.553	-1.117.464	-1.139.813
ЕБИТДА		528.510	539.080	549.862	560.859	572.076	583.518	595.188	607.092	619.234	631.618	644.251	657.136

Financed By:

Coordinated By:

In Cooperation With:

## 9.2. Прилог 2: P&L 637 kW

Приходи и расходи	Година	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Инфлација	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Приход од ел. енергије	102%	898.185	916.149	934.472	953.161	972.225	991.669	1.011.503	1.031.733	1.052.367	1.073.415	1.094.883	1.116.781
Приход од топл. енергије	102%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Приход од постдигестата	102%	55.892	57.010	58.150	59.313	60.499	61.709	62.943	64.202	65.486	66.796	68.132	69.494
Укупни приход		954.077	973.159	992.622	1.012.474	1.032.724	1.053.378	1.074.446	1.095.935	1.117.853	1.140.210	1.163.015	1.186.275
Трошкови сировина	102%	410.001	418.201	426.565	435.096	443.798	452.674	461.727	470.962	480.381	489.989	499.789	509.784
Одржавање објеката	102%	174	177	181	184	188	192	196	200	204	208	212	216
Одржавање опреме	102%	15.296	15.602	15.914	16.232	16.557	16.888	17.226	17.570	17.922	18.280	18.646	19.019
Одржавање СНР	102%	80.000	81.600	83.232	84.897	86.595	88.326	90.093	91.895	93.733	95.607	97.520	99.470
Плата радника	102%	28.800	29.376	29.964	30.563	31.174	31.798	32.433	33.082	33.744	34.419	35.107	35.809
Биолошки и технолошки сервис	102%	5.096	5.198	5.302	5.408	5.516	5.626	5.739	5.854	5.971	6.090	6.212	6.336
Руководилац постројења	102%	19.082	19.463	19.852	20.249	20.654	21.068	21.489	21.919	22.357	22.804	23.260	23.725
Сопствена потрошња	102%	41.851	42.688	43.542	44.413	45.301	46.207	47.131	48.074	49.035	50.016	51.016	52.036
Осигурање	102%	8.841	9.018	9.198	9.382	9.570	9.761	9.957	10.156	10.359	10.566	10.777	10.993
Остали трошкови	102%	3.983	4.062	4.144	4.227	4.311	4.397	4.485	4.575	4.666	4.760	4.855	4.952
Производни трошкови		-613.123	-625.385	-637.893	-650.651	-663.664	-676.937	-690.476	-704.285	-718.371	-732.739	-747.393	-762.341
ЕБИТДА		340.954	347.773	354.729	361.823	369.060	376.441	383.970	391.649	399.482	407.472	415.621	423.934

Financed By:

Coordinated By:

In Cooperation With:

### 9.3. Прилог 3: P&L 190 kW

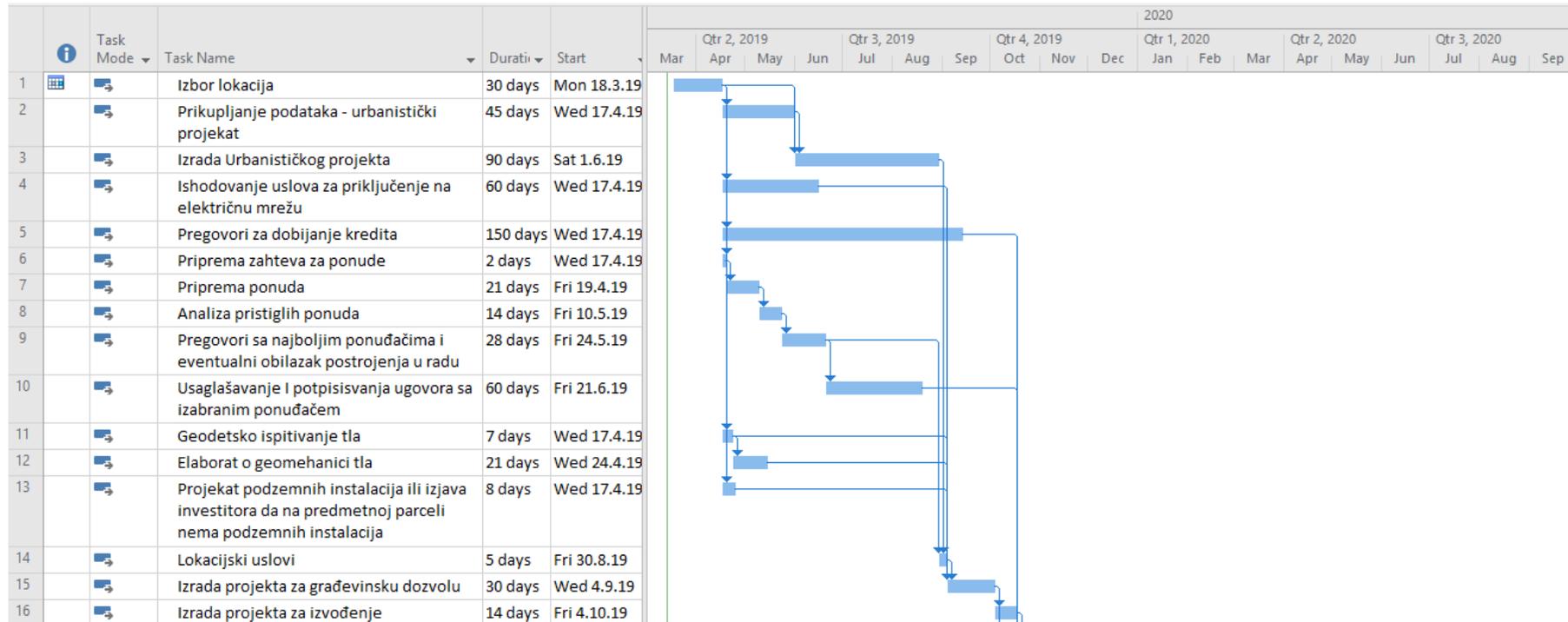
Приходи и расходи	Година	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Инфлација	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Приход од ел. енергије	102%	275.453	280.962	286.581	292.313	298.159	304.122	310.205	316.409	322.737	329.192	335.776	342.491
Приход од топл. енергије	102%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Приход од постдигестата	102%	19.712	20.106	20.508	20.918	21.337	21.764	22.199	22.643	23.096	23.558	24.029	24.509
Укупни приход		295.165	301.068	307.089	313.231	319.496	325.886	332.403	339.052	345.833	352.749	359.804	367.000
Трошкови сировина	102%	79.901	81.499	83.129	84.791	86.487	88.217	89.981	91.781	93.616	95.489	97.399	99.346
Одржавање објеката	102%	85	87	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106
Одржавање опреме	102%	3.520	3.590	3.662	3.735	3.810	3.886	3.964	4.043	4.124	4.207	4.291	4.377
Одржавање СНР	102%	48.000	48.960	49.939	50.938	51.957	52.996	54.056	55.137	56.240	57.364	58.512	59.682
Плата радника	102%	28.800	29.376	29.964	30.563	31.174	31.798	32.433	33.082	33.744	34.419	35.107	35.809
Биолошки и технолошки сервис	102%	1.520	1.550	1.581	1.613	1.645	1.678	1.712	1.746	1.781	1.817	1.853	1.890
Руководилац постројења	102%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сопствена потрошња	102%	12.483	12.733	12.987	13.247	13.512	13.782	14.058	14.339	14.626	14.918	15.217	15.521
Осигурање	102%	2.740	2.795	2.850	2.907	2.966	3.025	3.085	3.147	3.210	3.274	3.340	3.407
Остали трошкови	102%	1.943	1.982	2.021	2.062	2.103	2.145	2.188	2.232	2.276	2.322	2.368	2.416
Производни трошкови		-178.991	-182.571	-186.223	-189.947	-193.746	-197.621	-201.573	-205.605	-209.717	-213.911	-218.190	-222.553
ЕБИТДА		116.173	118.497	120.867	123.284	125.750	128.265	130.830	133.447	136.116	138.838	141.615	144.447

Financed By:

Coordinated By:

In Cooperation With:

### Прилог 4: Пример ходограма



Financed By:

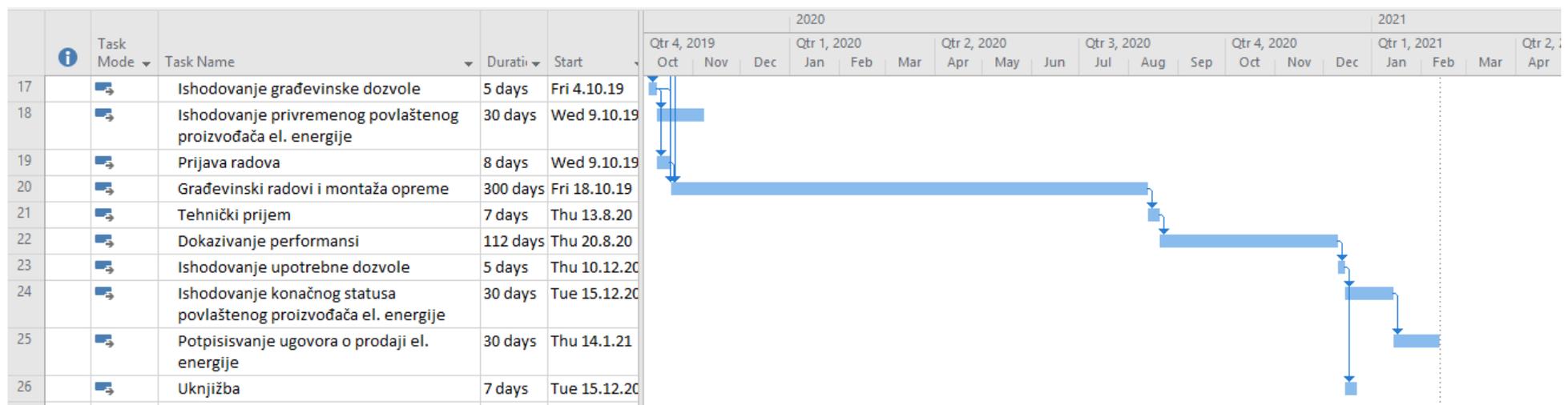


Coordinated By:



In Cooperation With:







Република Србија  
МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ,  
ШУМАРСТВА И ВОДОПРИВРЕДЕ

---

Financed By:



Federal Ministry  
for Economic Cooperation  
and Development

Coordinated By:



In Cooperation With:

