



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Elektroenergetika  
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne  
instalacije

## **SMISELNOST POSTAVITVE BIOPLINSKE ELEKTRARNE NA ŽAGARSKEM OBRATU**

Mentor: mag. Gorazd Ažman, univ. dipl. inž. el.  
Lektorica: Lucija Hrženjak, prof. slov. in biol.

Kandidat: Toni Pajk

Zagorica, marec 2022

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju mag. Gorazdu Ažmanu za nasvete, hitro odzivnost in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici Luciji Hrženjak, da je diplomsko delo jezikovno in slovnično pregledala.

Največja zahvala gre moji družini, da me je v času študija prenašala, spodbujala in mi vlivala upanje.

## IZJAVA

Študent Pajk Toni izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Gorazda Ažmana, univerzitetnega diplomiranega inženirja elektrotehnike.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

V diplomskem delu smo se osredotočili na proizvodne naprave, ki za proizvodnjo električne energije koristijo plin. Proučili smo plinske turbine in njihovo delovanje. Opisali smo, kako se pridobiva zemeljski plin in kako se pridobiva bioplín s pomočjo uplinjanja biomase. Uplinjanje biomase je star postopek, ki je bil aktualen predvsem v zgodnjih letih 20. stoletja predvsem za pogon prevoznih sredstev. Povečano črpanje nafte po drugi svetovni vojni pa je povsem zasenčilo omenjeni način pridobivanja in uporabo lesnega plina. Ocenili smo naložbo s finančnega vidika. Izbrali smo proizvodno napravo moči  $2 \times 125$  kW električne in  $2 \times 250$  kW toplotne energije proizvajalca Holzenergie UK, ki stane milijon evrov. Postavili smo ceno elektrike, s katero bi bila naša naložba izplačana v desetih letih, pregledali skupni in realni denarni tok. Ugotovili smo, da bi naprava v dvajsetih letih ustvarila 480.000 € dobička, če bi bila cena elektrike v drugih 10 letih obratovanja brez državne obratovalne podpore v povprečju za polovico manjša. Izračunali smo tudi interno stopnjo donosnosti, kazalnik gospodarnosti, kazalnik donosnosti naložbe in kazalnik donosnosti odhodkov. Vse kaže na to, da je naložba pozitivna.

## **KLJUČNE BESEDE**

- Bioplinska elektrarna,
- žagarski obrat,
- elektrarna,
- bioplín,
- elektrika,
- biomasa.

## **ABSTRACT**

In this diploma paper we focused on production plants, which use gas to produce electricity. We studied gas turbines and the way they work. We also described how natural gas and bio gas from biomass gasification are obtained. Biomass gasification is an old procedure, which was common in the early 1920s, mostly for the propulsion of means of transport. Increased extraction of oil after the second world war completely overshadowed the above mentioned way of extracting and using wood gas. The investment was estimated from a financial point of view. Production plant with a capacity of  $2 \times 125$  kW of electricity and  $2 \times 250$  kW of thermal energy was used, manufactured by Holzenergie UK, which costs one million EUR. The price of electricity was set and it was assessed that our investment would be paid off in ten years; furthermore, nominal and real cash flow were reviewed. It was determined that the production plant will generate a profit of € 480.000 in twenty years, if the price of electricity in the following 10 years of operation without the state operating support grant is reduced to broadly one half. The internal rate of return, economic indicator, ROI indicator and the return on expenditure indicator were calculated. They all point to a positive investment.

## **KEYWORDS**

- Biogas power plant,
- sawmill plant,
- power plant,
- biogas,
- electricity,
- biomass.

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge .....	1
1.3	Predstavitev okolja .....	1
1.4	Predpostavke in omejitve .....	2
1.5	Metode dela .....	2
2.	PREDSTAVITEV PLINSKIH ELEKTRARN.....	2
2.1	Plinska elektrarna s plinsko turbino.....	3
2.2.	Plinska elektrarna z motorjem na notranje izgorevanje .....	6
3.	PRIDOBIVANJE ZEMELJSKEGA PLINA .....	7
4.	PRIDOBIVANJE PLINA IZ LESNE BIOMASE .....	8
4.1	Priprava lesne biomase .....	9
4.2	Uplinjanje lesne mase.....	10
4.3	Ohlajanje in čiščenje sinteznega plina .....	12
5.	SESTAVNI DELI IZBRANE ELEKTRARNE .....	13
6.	OSNOVNI PODATKI O IZBRANI ELEKTRARNI .....	14
7.	SWOT-ANALIZA .....	14
8.	IZRAČUN EKONOMSKE SMISELNOSTI POSTAVITVE BIOPLINSKE ELEKTRARNE NA ŽAGARSKEM OBRATU.....	15
8.1	Letni prihodki od prodaje električne energije .....	15
8.2	Vrednotenje naložbe .....	16
8.3	Struktura financiranja naložbe.....	16
8.4	Stroški kapitala .....	16
8.5	Strošek amortizacije.....	17
8.6	Skupni denarni tok .....	18
8.7	Likvidnost projekta .....	20
8.8	Realni denarni tok.....	21
8.9	Doba vračanja naložbe .....	23
8.10	Sedanja vrednost projekta .....	23
8.11	Interna stopnja donosnosti.....	25
8.12	Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti.....	26
8.13	Kazalnik donosnosti naložbe.....	26
8.14	Kazalnik donosnosti odhodkov.....	27
8.15	Ocena tveganja in negotovosti.....	27
8.15.1	Interna stopnja donosnosti.....	28
8.15.2	Kazalniki gospodarnosti in ekonomičnosti .....	29
8.15.3	Kazalniki donosnosti naložbe .....	29
8.15.4	Kazalniki donosnosti odhodkov .....	29
8.16	Primerjava kazalnikov učinkovitosti in uspešnosti .....	30
9.	ZAKLJUČEK .....	31
10.	VIRI IN LITERATURA.....	32

## KAZALO SLIK

Slika 1: Prerez aeroderivativne plinske turbine .....	3
Slika 2: Prerez industrijske plinske turbine .....	4
Slika 3: Prikazuje sestavne dele plinske elektrarne .....	4
Slika 4: Prikazuje plinsko elektrarno z motorjem na notranje izgorevanje .....	6
Slika 6: Prikazuje sestavne dele izbrane elektrarne .....	13

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Avstrijska standardizacija Ö NORM M7133 .....	10
Tabela 2: Slovenski standard SIST-TS CEN/TS 14961:2005 .....	10
Tabela 3: SWOT analiza .....	14
Tabela 4: Prikazuje skupni denarni tok od 1 do 10. leta obratovanja .....	18
Tabela 5: Prikazuje skupni denarni tok od 10. do 20. leta obratovanja .....	19
Tabela 6a: Prikazuje realni denarni tok .....	21
Tabela 6b: Prikazuje realni denarni tok .....	22
Tabela 7: Prikazuje izračun sedanje vrednosti projekta .....	24
Tabela 8: Prikazuje določitev interne stopnje donosti projekta .....	25
Tabela 9: Prikazuje določitev interne stopnje donosti projekta v tveganih pogojih ..	28
Tabela 10: Primerja kazalnike uspešnosti in učinkovitosti brez tveganja in z tveganjem .....	30

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Svetovna proizvodnja električne energije .....	8
Graf 2: Potek skupnega denarnega toka .....	20
Graf 3 Realni denarni tok in doba vračanja naložbe .....	23

## KRATICE IN AKRONIMI

kW: kilovat

MW: megavat

CO<sub>2</sub>: ogljikov dioksid

m<sup>3</sup>: kubični meter

MW/m<sup>3</sup>: megavatov na kubični meter

KCl: kalijev klorid

nm<sup>3</sup>/h: nasutih kubičnih metrov na uro

P16: velikost sekancev po standardu SIST-TS CEN/TS 14961:2005

P 45: velikost sekancev po standardu SIST-TS CEN/TS 14961:2005

P63: velikost sekancev po standardu SIST-TS CEN/TS 14961:2005

G70: velikost sekancev po standardu Ö NORM M7133  
 $NO_x$ : dušikovi oksidi  
 $CH_4$ : metan  
 $H_2$ : vodik  
CO: ogljikov oksid  
 $O_2$ : kisik  
 $N_2$ : dušik  
K: kalij  
°C: stopinje Celzija  
mm: milimeter  
 $\eta_{el}$ : električni izkoristek  
 $\eta_{ter}$ : termični izkoristek  
RS: Republika Slovenija  
ZURE: Zakon o učinkoviti rabi energije  
OVE: obnovljivi viri energije  
SPTE: sočasna proizvodnja toplote in elektrike  
RSEE: referenčni stroški proizvodnje električne energije  
SDRS: spremenljivi del referenčnih stroškov  
NDRS: nespremenljivi del referenčnih stroškov  
€/MWh: evrov na megavatno uro  
€: evro  
Za: življenjska doba  
Sta: stopnje amortizacije  
Nv: nabavna vrednost naložbe  
Pp: predvidena življenjska doba  
Am: amortizacija na leto  
ISD: interna stopnja donosnosti  
NSD: neto skupni donos (Sd-So)  
 $r_p$ : diskontna stopnja, pri kateri je NSD pozitiven  
 $r_n$ : diskontna stopnja, pri kateri je NSD negativen  
NSDp: NSD pri uporabljeni diskontni stopnji  $r_p$   
NSDn: NSD pri uporabljeni diskontni stopnji  $r_n$   
D0: kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vlaganj  
Sd: skupni donosi projekta  
So: skupni prihodki projekta



# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V današnjem času, ko se zapirajo mnoge termoelektrarne zaradi veliko izpustov in okolijskih dajatev, je pomembno, da se čim več električne energije proizvede iz obnovljivih virov. V diplomskem delu bomo opisali celoten postopek pridobivanja elektrike in raziskovali smiselnost naložbe v plinsko elektrarno na bioplin, proizveden z uplinjanjem lesne biomase. Proizvodnja električne energije na omenjeni način ima veliko pozitivnih učinkov. Učinkovito se lahko uporabi les slabše kakovosti, kot so lesni odpadki in ostanki lesa iz sečenj gozdov. Slovenija spada med najbolj gozdnate države v Evropi, zato ima surovino, kar pomeni krajše transportne poti. Poleg tega je lesna biomasa glede izpustov CO<sub>2</sub> nevtralni vir. Sodobne kogeneracijske naprave dosegajo velike izkoristke. V zadnjem času se na trgu pojavljajo tudi manjše naprave, ki so cenovno bolj dostopne. Uporabljajo jih predvsem tisti, ki ogrevajo več kot samo eno stanovanjsko hišo, to so na primer šole, občine, telovadnice in podobno. S takimi napravami se bodo proizvajalci bolj približali ljudem in s tem spodbudili investiranje v njih. Mi bomo elektrarno postavili na žagarskem obratu, v katerem se letno razreže približno 45 000 m<sup>3</sup> lesa, od tega ostane neuporabnega lesa, odpadka, 16 000 m<sup>3</sup>. Žagarske odpadke je možno prodati, lahko pa se jih zmelje v lesne sekance, iz katerih je možno proizvajati plin, ki poganja plinsko elektrarno.

## 1.2 CILJI NALOGE

Cilj diplomskega dela je oceniti smiselnost postavitve bioplinske elektrarne na žagarskem obratu.

## 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Projekt, predstavljen v diplomskem delu, se izvaja v žagarskem obratu, v katerem želijo iz lesnih odpadkov iztržiti največ, kolikor se da. Podjetje je v družinski lasti in ima več kot 30-letno tradicijo. Zaposluje 8 ljudi. Razrez hlodovine in sušenje žaganega lesa sta glavni dejavnosti podjetja. Izvajajo tudi odkup lesa, izdelujejo opaž, palete, nudijo storitve skobljanja in impregniranja lesa. Za razrez lesa uporabljajo 4 žage različnih velikosti in moči. Sušenje lesa izvajajo v treh sušilnih komorah skupne moči 400 kW. Nekaj izdelkov prodajo stalnim strankam v domačem okolju, ostalo izvozijo v Avstrijo, Italijo, nekaj lesa pa tudi v čezmorske države, v Združene države Amerike, Alžirijo in na Japonsko. Hlodovino v večini kupujejo doma, in sicer od zasebnih lastnikov gozdov ter od Slovenskih državnih gozdov. Ker pa je hlodovine na slovenskem trgu premalo, jo kupujejo tudi v sosednji Avstriji in na Hrvaškem.

## 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

V žagarskem obratu nastane velika količina lesnih odpadkov. Zato jih želimo koristno uporabiti. Iz njih bomo pridobili bioplin, s katerim bomo nato proizvedli električno energijo. Tako bomo prihranili stroške lastne rabe električne energije ali pa jo celo proizvedli več, kot jo bomo porabili. S tem bomo pozitivno prispevali k okolju, saj je takšna proizvodnja energije okolju bolj prijazna. V diplomskem delu bomo raziskali, koliko električne energije lahko proizvedemo in kakšen bo finančni izid naložbe v življenjski dobi elektrarne. Izkoristek proizvodnega postroja se poveča, če lahko odvečno toploto, ki nastane pri uplinjanju biomase in pri proizvodnji električne energije, souporabimo. V našem primeru jo bomo uporabili v sušilnicah lesa. Omejitve pri diplomskem delu bodo v največji meri predstavljala proizvodna podjetja, ker podobni projekti niso aktualni in niso njihova poglavitna dejavnost.

## 1.5 METODE DELA

V diplomskem delu bomo uporabili opisno metodo, s katero bomo opisali delovanje elektrarne in pridobivanje plina ter bioplina. Vso teorijo različnih avtorjev bomo z metodo združevanja združili v smiselno besedilo. Pri razčlenjanju finančnega vidika naložbe bo uporabljena analitična metoda.

## 2. PREDSTAVITEV PLINSKIH ELEKTRARN

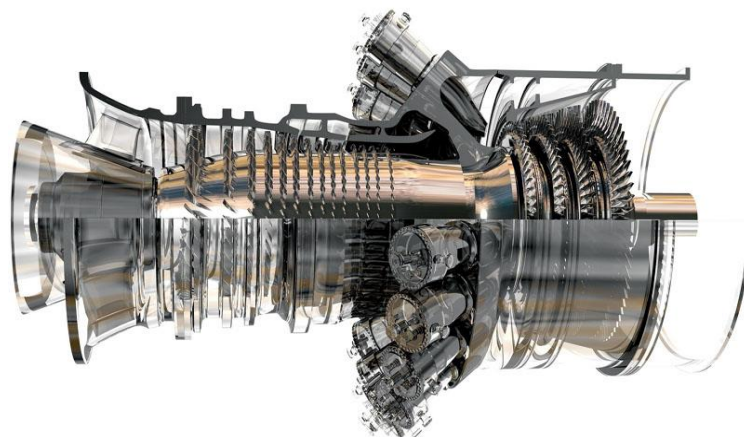
Plinske elektrarne so elektrarne, ki za proizvodnjo električne energije uporabljajo plin. Postavitev takšne elektrarne je cenejša od termoelektrarne. Tudi vzdrževanje je manj zahtevno. Velika prednost plinskih elektrarn je, da so čistejše, zavzamejo manj prostora in imajo kratek zagonski čas, zato so zelo uporabne za terciarno regulacijo elektroenergetskega sistema (E SVET, 2021).

Prva elektrarna na plinski pogon je bila postavljena leta 1939 v švicarskem mestu Neuchatel. Skozi zgodovino sta se z novimi materiali in tehnologijami delovanje in izkoristek elektrarn spremenila (Tuma in Sekavčnik, 2004).

Plin je možno pridobivati na več načinov; glede na način pridobivanja poznamo zemeljski plin, bioplin in industrijske pline. Električno energijo je iz plina možno pridobivati na dva načina: v plinski elektrarni s plinsko turbino in v elektrarni, ki ima za pogon generatorja nameščen bencinski ali dizelski motor, predelan na plinski pogon.

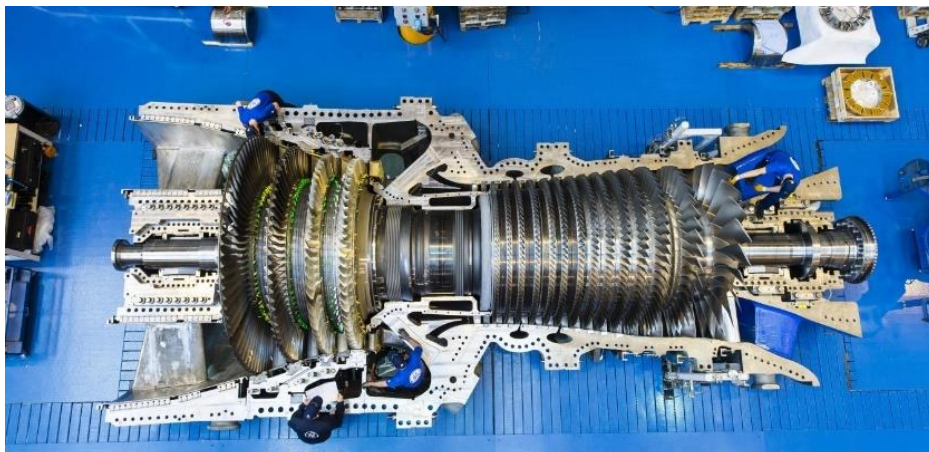
## 2.1 PLINSKA ELEKTRARNA S PLINSKO TURBINO

Za pogon plinske elektrarne s plinsko turbino se največkrat uporablja zemeljski plin, večino pa je možno poganjati tudi s tekočimi gorivi (s kurilnim oljem). Obstajata dve vrsti plinskih turbin: aeroderivativna turbina in industrijska turbina. Prva je zelo dobro razvita, saj je podobna letalskemu motorju, ki mora biti zanesljiv, brez napak in ima širok spekter uporabe. Uporablja se tudi za pogon različnih črpalk na naftnih ploščadih. Najdemo jo tudi na vojaških ladjah kot rezervni pogoni, ki se vključi ob povečani potrebi po moči. Odlikujejo jo velika kakovost, hiter zagon, izredna zmogljivost med tako imenovanimi cikličnim obratovanjem, zanesljivost pri zagonu in obratovanju ter razpoložljivost med obratovanjem. Če ne obratujejo s polno močjo, so izkoristki turbine majhni. Primerna je za različne vrste aplikacij v elektroenergetiki. Največja turbina take vrste ima moč 117 MW in jo proizvaja podjetje General Electric. Za zagon na polno moč potrebuje le 8 minut in ima 43-odstotni izkoristek (Gašparinčič in Štricelj, 2012).

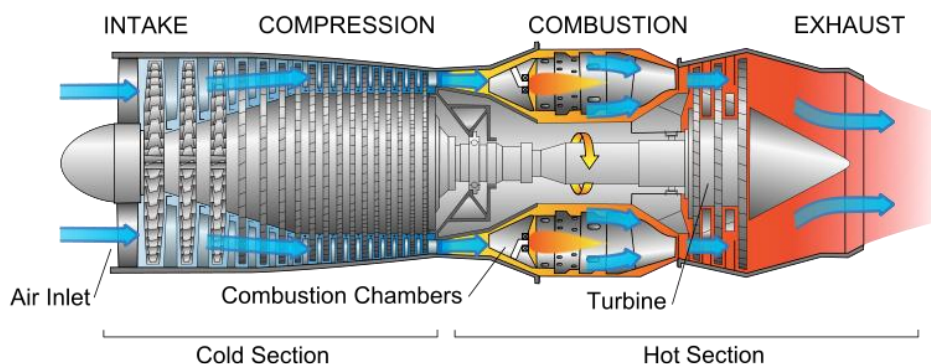


*Slika 1: Prerez aeroderivativne plinske turbine*  
(Vir: Oil & Gas Staff, 2012)

Industrijska turbina je bolj zmogljiva in ima širok spekter uporabe tako v kombiniranem parnem procesu kot v zaprtem procesu proizvodnje električne energije. Prerez te turbine je viden na sliki 2. Zanj so značilne velika zagonska zanesljivost in obratovalna razpoložljivost, zanesljiva in preizkušena tehnologija, primerna je tako za obratovanje v odprtem kot tudi v kombiniranem procesu, za rezervni oziroma vršni vir energije kot tudi za obratovanje v pasu in trapezu. Je nekoliko težja in večjih dimenzij pri enaki moči. Ker sta kompresor in turbina na isti osi, je večja. Industrijska turbina je bolj masivna in težja, zato se težje zažene in zaustavi, a je vzdrževanje bolj preprosto in cenejše od vzdrževanja aeroderivativne turbine. Največja moč take turbine je 571 MW, ima 44-odstotni izkoristek, če deluje v zaprtem proizvodnem krogu, in do 64-odstotni, če deluje v kombiniranem procesu proizvodnje. Za zagon do polne moči potrebuje 23 minut. Tudi to turbino proizvaja podjetje General Electric (Gašparinčič in Štricelj, 2012; Rožman, 2016).



Slika 2: Prerez industrijske plinske turbine  
(Vir: www.ge.com, 2015)



Slika 3: Sestavni deli plinske elektrarne  
(Vir: Wikipedia, 2021)

#### – Turbina

Turbina je stroj, ki pretvori toplotno energijo v mehansko. Ta pretvorbeni proces poteče v kratkem času in na majhnem prostoru. Za parno in za plinsko turbino veljajo enake zakonitosti. Drugačne pa so lastnosti gorljive zmesi in termodinamične veličine na vstopu in izstopu. Turbina ima več stopenj lopatic, ki si sledijo od manjše proti večji. Prva stopnja je najmanjša, saj je sila nanjo največja, druga stopnja je srednje velikosti in tretja stopnja ima lopatice največjega premera, da se lahko manjša sila razporedi po večji površini, in tako naprej. Po izstopu iz turbine so izpušni plini še vroči, zato jih je možno še dodatno uporabiti. To se izkorišča v plinsko-parnih elektrarnah. Preden izpušni plini zapustijo dimnik, oddajo toploto vodi, ki se nahaja v ceveh, napeljanih skozi izmenjevalnik toplote. V njih je možna celotna pretvorba vode v paro ali pa le dogrevanje pare. Para potuje do parne turbine, ki poganja generator. Tako se povečata izkoristek in moč celotne proizvodnje električne energije (Tuma in Sekavčnik, 2004).

– Gorilnik in zgorevalni prostor

Poznamo dve vrsti gorilnikov: obročasti gorilnik in skupni gorilnik valjaste oblike. Obročasti gorilnik se v obliki obroča nahaja okoli turbine, skupni gorilnik pa je nameščen pravokotno na turbino. Pri plinsko-parnem procesu ima gorilnik vlogo dovoda toplote v proizvodnjo, v zaprtem procesu pa ima enako vlogo kot kotel pri klasični termoelektrarni. Bistvena razlika med parnim kotlom in gorilnikom je, da se v kotlu prilagaja količina zraka gorivu, pri gorilniku pa se količina goriva prilagaja količini zraka. Dovedenega mora biti le toliko goriva, da je dosežena temperatura zgorevanja. Posledica visokih temperatur je razpadanje zgorelih plinov na manjše molekule, ki se hitreje vežejo in tvorijo dušikov oksid. Prvi venec turbinskih lopatic je mehansko in termično najbolj obremenjen. V gorilniku je zračni tok razdeljen na dva dela. V zgorevalnem prostoru se manjši del zraka zmeša z gorivom, večji del zraka pa služi za hlajenje. Njegova pot poteka ob notranjem plašču in se pridruži zgorelim plinom po končanem zgorevanju. Toplotna obremenitev zgorevalnega prostora je velika, ker je ta prostor majhen: pri gorilnikih za plinske turbine je od 10 do 60 MW/m<sup>3</sup>, medtem ko pri parnih kotlih znaša od 0,1 do 0,9 MW/m<sup>3</sup>. Gorilniki imajo zelo dobre izkoristke, od 96 do 99 %. To pomeni, da med gorenjem iz goriva zelo malo sproščene toplote ne opravi svoje naloge (Tuma in Sekavčnik, 2004).

– Kompresor

Plinska turbina za delovanje potrebuje veliko pretočnost delovne snovi pod srednje velikimi tlaki, zato se uporabljajo aksialni večstopenjski kompresorji. Njihova zgradba je zelo podobna nadtlaknim turbinam, a ne morejo doseči dovolj velikega pretoka, zato je kompresor, postavljen v plinsko turbino, večji od turbine, ker ima večje število stopenj, s katerimi dosega želeni pretok zraka. Več kot ima kompresor stopenj, težji je rotor in manjši je izkoristek, zato razvijalci kompresorjev stremijo k izboljšanju izkoristka posamezne stopnje. Izkoristek je možno izboljšati s pravilno obliko lopatic in z regulacijo kota lopatic. Za manjše plinske turbine je možna uporaba cenejših in preprostejših radialnih turbinskih kompresorjev (Tuma in Sekavčnik, 2004).

– Zalogovnik plina in plinovod

Po plinovodu prejme proizvodnja električne energije gorivo. S pomočjo kemične reakcije odda svojo energijo, kar povzroči vrtenje turbine (Tuma in Sekavčnik, 2004).

– Generator

Generator je električni stroj, ki s pretvorbo mehanske energije proizvaja električno energijo. Proizvodnja se začne ob vrtenju turbine, saj sta osi obeh naprav povezani. Generatorje delimo na asinhrono in sinhrono. Glavna razlika med njimi je, da pri asinhronem rotor zaostaja za vrtilnim magnetnim poljem, pri sinhronem pa sta hitrosti rotorja in vrtilnega magnetnega polja enaki. Sinhroni generator potrebuje za premik rotorja vzbujačo napetost, ki se nanj dovede preko drsečih obročev na rotorju in ščetk. V večjih elektrarnah so generatorji sinhroni, v manjših pa pogosto najdemo asinhrono. Preden se napetost odda v omrežje, jo je treba sinhronizirati z omrežno napetostjo. Sinhronizacijo izvede stikalničar ali pri manjših generatorjih elektronika (Tuma in Sekavčnik, 2004).

– Transformator

Transformator je električni stroj, ki spremeni napetostni nivo vhodne napetosti. Napetost na pragu generatorja je ponavadi manjša od napetosti v omrežju, zato je potrebna ustrezna transformacija. Večje elektrarne so povezane s prenosnim omrežjem, zato mora transformator pretvoriti napetost na visoki napetostni nivo, na 110 kV, 220 kV ali 400 kV. Manjše elektrarne pa so povezane na distribucijsko omrežje, zato mora transformator pretvoriti napetost na distribucijske nivoje napetosti, to so 10 kV, 20 kV in 35 kV.

## 2.2. PLINSKA ELEKTRARNA Z MOTORJEM NA NOTRANJE IZGOREVANJE

Da si lažje predstavljamo, navedimo, da je plinska elektrarna z motorjem na notranje izgorevanje kot agregat, ki ga imamo doma v garaži, le da je večja in da generator poganja plinski motor oziroma bencinski ali dizelski motor, predelan na plinsko delovanje. Notranje izgorevanje povzroča premikanje osi motorja, ki je povezana z osjo generatorja. Zanimivejše postajajo predvsem zaradi uporabe v sistemih sproizvodnje toplote in elektrike, ker so majhne, tihe in imajo velike izkoristke. Tudi naša elektrarna bo proizvajala električno energijo s pomočjo takega postrojenja, le da ima naša za seboj še naprave za uplinjanje lesne mase, medtem ko je do drugih plin pripeljan po plinovodu (Ekostar, 2021).



Slika 4: Plinska elektrarna z motorjem na notranje izgorevanje  
(Vir: Kogeneracija (eko-star.eu), 2021)

### 3. PRIDOBIVANJE ZEMELJSKEGA PLINA

Zemeljski plin je najučinkovitejše fosilno gorivo in je okolju najmanj škodljiv, saj se pri izgorevanju sprošča najmanj dimnih in toplogrednih plinov. Njegova uporaba se povečuje. Je brez barve, vonja in okusa, zato se mu iz varnostnih razlogov dodaja vonj. Tako ga ljudje zaznamo že veliko pred kritično, eksplozivno koncentracijo. Zmes zemeljskega plina je sestavljena iz več plinov: metana, ki ga je največ, butana, propana, etana, primesi težjih ogljikovodikov, ogljikovega dioksida in dušika, delež posameznega plina pa je od nahajališča do nahajališča različen. Pri izgorevanju se sproščata vodna para in ogljikov dioksid. Ima značilen plamen modre barve. Večina nahajališč zemeljskega plina je nad naftnimi polji, obstajajo pa tudi čista plinska polja.

Pridobivanje zemeljskega plina poteka v šestih fazah (Slovenski plin, 2021). Najprej je treba določiti lokacijo za vrtino. Sledi priprava lokacije. Najprej se na površini, kjer bo vrtina stala, odstrani humus, nato se površino poravna in utrdi, da je možno delo s težko gradbeno mehanizacijo. Za čas vrtnanja vrtine se postavijo začasni objekti, ki so za to potrebni. Potrebna je vzpostavitev kontrole erozije. Vrtalna ploščad naredi samo eno izvrtino, lahko pa se iz nje naredijo še stranske (Slovenski plin, 2021). Sledi izdelava izvrtine, kar je pomembnejša faza, zato delo poteka pod nadzorom strokovne tehnične ekipe. Izvrtino naredi rotacijska vrtalna garnitura z ustreznimi svedrom, vrtalnimi drogovi in drugo opremo, ki sodi zraven. Začne se z vrtnjem za cevi in s cementiranjem za tako imenovano uvodno kolono. Sledi poglobljanje vrtine, ki lahko poteka navpično ali usmerjeno. Ko je izvrtina narejena, se vgradijo in zacementirajo tehnične zaščitne cevi. To so cevi površinske kolone in vmesne kolone, ki so vstavljene v površinsko kolono. Zaščitne cevi so nepropustno spojene. Nazadnje se vgradijo še cevi proizvodne kolone, ki imajo najmanjši premer in segajo do dna vrtine, to je lahko več tisoč metrov pod zemeljsko površino. V globini, kjer se pričakuje plin, imajo vse cevi luknje, skozi katere plin lahko prihaja v cevovod. Po končani izdelavi vrtine se na ustje vrtine namesti vsa potrebna oprema, ki je projektirana in preizkušena za največji možni tlak (Slovenski plin, 2021). Skozi luknje v cevovodih se pod visokim tlakom vbrizga mešanica vode, kremenčevega peska ali keramičnih kroglic, majhnega deleža soli (KCl) in 1 odstotka kemikalij. Ta postopek povzroči, da se v plasteh peščenjaka, kjer se plin nahaja, pod pritiskom vode kamnine oziroma pore med kamninami razširijo in sprostijo pot plinu do vrtine. Keramične kroglice oziroma kremenčev pesek obdržijo razpoke odprte, tudi potem ko vode pod tlakom ni več. Teoretično opisani postopek vpliva na 600 m razpok. Seveda se je v dolgoletni praksi izkazalo, da ni ravno tako, vseeno pa je tak postopek učinkovit in se ga uporablja že od leta 1947. Tak način pridobivanja plina se imenuje pridobivanje plina s hidravličnim lomljenjem oziroma fakturiranjem (Slovenski plin, 2021). Voda, ki je bila uporabljena pri prejšnjem koraku, se skupaj z vodo, ki je bila med sloji kamenja, kot povratni tok zbere iz vrtine in se jo odpelje v čistilno napravo, kjer se jo ustrezno očisti (Slovenski plin, 2021).

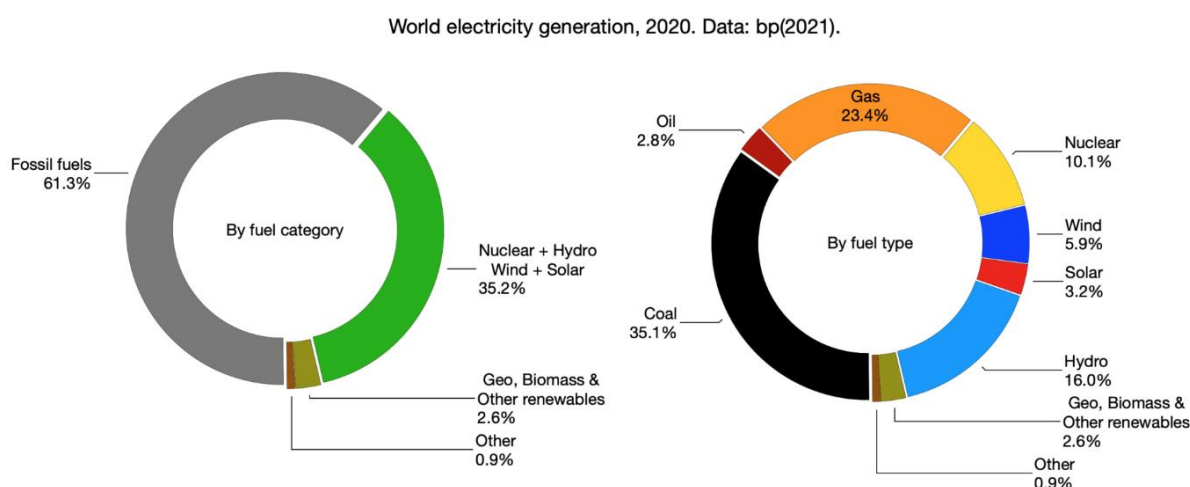


Proizvodnja plina se lahko začne pod pogojem, da so narejene vse povezave, ki omogočajo prenos plina do centralne plinske postaje in naprej do plinovodnega omrežja.

Sledi zadnja faza, to je zapiranje vrtine. To se naredi, ko črpanje ni več ekonomično. Bistvo zapiranja vrtine je, da se prepreči možnost prehajanja ogljikovodikov iz najglobljih delov vrtine v podtalnico ali v območja z nahajališči geotermalne vode. Glava vrtine se odstrani, cevi se odrežejo približno 1,5 m pod nivojem zemlje in se zavarijo, s čimer se prepreči vstop vode s površja zemlje. Namestita se tudi cementna čepa, eden tik nad nahajališčem plina, drugi pa pod višino vodnih kapacitet (Slovenski plin, 2021).

#### 4. PRIDOBIVANJE PLINA IZ LESNE BIOMASE

S podpisom Pariškega sporazuma se je Slovenija skupaj z večino drugih držav sveta zavezala k zmanjšanju izpustov toplogrednih plinov in segrevanja ozračja. Med večje onesnaževalce ozračja štejemo premogovne termoelektrarne, zato se v zadnjem času več premogovnih termoelektrarn zapre kot odpre. Osem članic Evropske unije ima vizijo, da do leta 2030 umaknejo premog iz proizvodnje električne energije. Slovenije ni med njimi, vendar bi bilo dobro, če bi pristojni v naši državi razmišljali v tej smeri. Leta 2020 je bilo na svetu proizvedene 35,1 odstotka električne energije iz premoga, medtem ko je bilo leta 2015 proizvedene 39 odstotkov. Primanjkljaj proizvodnje iz premogovnih elektrarn bo treba nadomestiti s proizvodnjo električne energije iz drugih virov. Iz obnovljivih virov je možna proizvodnja na okolju najbolj prijazen način. Slovenija se z 58-odstotno prekritostjo z gozdovi uvršča v sam evropski vrh. Zaradi velikega potenciala na tem področju je smiselno spodbujati naložbe v zvezi z uporabo lesne biomase kot tudi druge biomase.



Graf 1: Svetovna proizvodnja električne energije  
(Vir: World Electricity Generation - World Energy Data)



Biomasa so snovi predvsem organskega izvora. Za energetske namene je najbolj razširjena uporaba lesne biomase, ki jo je možno uporabljati na več načinov. Za pridobivanje električne energije se uporabljajo tudi hitrorastoče rastline, kot so koruza, sladkorni trs, oljna repica, in organski odpadki, to so mulj iz čistilnih naprav, komunalni odpadki in odpadki iz živinoreje. Lesna biomasa se uporablja že od nekdaj in je bila glavni energetski vir do leta 1700. Uporabljamo jo lahko na štiri načine: polena, sekanci, briketi in peleti. V energetiki je možna uporaba v trdnem stanju, lahko pa se iz nje proizvaja lesni plin. Postopek pridobivanja lesnega plina bomo opisali v nadaljevanju, ker bo naša elektrarna gnana na ta način.

## 4.1 PRIPRAVA LESNE BIOMASE

V proizvodnji lesnih sekancev je največkrat uporabljen les, ki mu je težko dodati vrednost, ga predelati v nekaj uporabnega. Lesni sekanci so s sekalniki nasekani koški lesa nepravilne pravokotne oblike. Obstaja več vrst sekalnikov: diskasti sekalnik z dvema ali štirimi noži na vrtečem se disku, bobnasti sekalnik z najmanj dvema nožema na rotirajočem bobnu in polžasti sekalnik, ki je redkeje uporabljen. V manjše sekalnike se surovina vstavlja ročno, v večje pa se s pomočjo hidravličnega dvigala polaga na dozirni trak, ki jo potiska k nožem. Sekalnike lahko razdelimo tudi po načinu poganjanja. Možen je pogon na elektromotor, s traktorjem ali z lastnim agregatom, prevažati jih je možno s traktorjem, lahko so montirani na prirejene tovornjake ali pa je vozilo samo prevozni sekalnik, obstajajo tudi stacionarni sekalniki. Delimo jih tudi glede na zmogljivosti, in sicer na velike z zmogljivostjo nad 100 nm<sup>3</sup>/h, srednje z zmogljivostjo od 30 do 100 nm<sup>3</sup>/h in na male z zmogljivostjo do 30 nm<sup>3</sup>/h (Gozdarski inštitut Slovenije, 2021).

Pri vseh vrstah lesne biomase je zelo pomembna vsebnost vlage. Če je delež vlage prevelik, vlaga v kurišču povzroča negativen učinek, ki vpliva tako na kurišče kot tudi na izpuste dimnih plinov. Surovino za izdelavo sekancev je priporočljivo zračno sušiti pred predelavo, saj se s tem izognemo zelo vlažni biomasi. Sekanci, ki imajo v sebi več kot 30 odstotkov vode, niso obstojni, ker se hitro pojavijo trohnenje, gnitje in razvoj mikotoksinov. Sekanci, ki vsebujejo manj kot 20 odstotkov vlage, so trajno hranljivi. Sekanci z deležem vlage, manjšim od 30 odstotkov, pa so le delno obstojni. Preden so sekanci transportirani v kotel, je v primeru prevelike vlažnosti potrebno sušenje, ki ga je možno izvesti na več načinov. Nekateri za to uporabijo sončno energijo, velikokrat pa se za to uporablja kar odvečna toplotna energija od izgorevanja (Krajnc, Premrl, 2009).

Različni porabniki potrebujejo različne velikosti sekancev. Za manjše kotle na lesno biomaso, ki jih srečujemo v manjših gospodinjstvih, se uporabljajo sekanci velikosti P16 ali P45. V našem primeru, ko bo potekala proizvodnja bioplina, je najbolj optimalna velikost sekancev P63 po standardu SIST-TS CEN/TS 14961:2005 oziroma G100 po standardu Ö NORM M7133, kot je navedeno v navodilih elektrarne. Navedeno je predstavljeno tudi v tabeli 1 in v tabeli 2. Velikosti sekancev se na večjih

sekalnikih regulira z uporabo sit, ki dovoljujejo izpust le dovolj velikim sekancem. Velikosti mlete biomase so tudi standardizirane, njihovo velikost se določi po standardu. Ker je Avstrija država, ki lesno maso veliko uporablja in ima tudi veliko proizvajalcev, ki opremo za proizvodnjo sekancev pošiljajo na trg, je avstrijski standard priznan in se po njem ravna tudi proizvajalci iz drugih držav, ki svoje izdelke pošiljajo na mednarodni trg (Europe forestry, 2021).

NAJVEČJA VREDNOST		
VRSTA	PREREZ (cm <sup>2</sup> )	DOLŽINA (cm)
G30	3	8,5
G50	5	12
G100	10	25
G120	12	30
G150	15	40

Tabela 1: Avstrijska standardizacija Ö NORM M7133  
(Vir: Europe forestry, 2021)

	GLAVNA FRAKCIJA > 80% MASE	FINA FRAKCIJA < 5% MASE	GROBA FRAKCIJA
P16	3,15mm ≤ P ≤ 16mm	< 1 mm	< 45 mm (maks 1%)
P45	3,15mm ≤ P ≤ 45mm	< 1 mm	< 63 mm (maks 1%)
P63	3,15mm ≤ P ≤ 63mm	< 1 mm	< 100 mm (maks 1%)
P10	3,15mm ≤ P ≤ 100mm	< 1 mm	< 200 mm (maks 1%)

Tabela 2: Slovenski standard SIST-TS CEN/TS 14961:2005  
(Vir: Deu, 2016)

## 4.2 UPLINJANJE LESNE MASE

Uplinjanje lesne mase se je uporabljalo že v 18. stoletju, ko so se pojavili prvi patenti za uplinjevalne stroje. Pomembnejši premik pri uporabi lesnega plina je bil v zgodnjih letih 20. stoletja, ko so se pojavila prevozna sredstva, ki jih je poganjal lesni plin. Med drugo svetovno vojno se je to precej izkoriščalo tudi za proizvodnjo električne energije, saj je bil les lahko dostopen. Po drugi svetovni vojni v petdesetih letih 20. stoletja pa sta se začela množično črpanje nafte in proizvodnja njenih derivatov, kar je zasenčilo proizvodnjo lesnega plina. Z uporabo pirolize lesne mase je kar nekaj prednosti pred klasičnim izgorevanjem lesa. Zmanjšajo se izpusti ogljikovega dioksida, ogljikovega monoksida, ogljikovodikov in spojin  $NO_x$ . Njen produkt pa lahko nadomesti fosilna goriva. Pretvorba lesne mase v plinasto stanje poteka v termo-

kemičnem procesu, v katerem iz kemičnega goriva pridobimo mešanico sintetičnega plina, ki je visoko gorljiv in sestavljen iz naslednjih plinov: metana ( $\text{CH}_4$ ; 1–2,5 %), vodika ( $\text{H}_2$ ;  $16 \pm 4$  %), ogljikovega monoksida ( $\text{CO}$ ;  $21 \pm 3$  %), ogljikovega dioksida ( $\text{CO}_2$ ;  $11 \pm 3$  %), kisika ( $\text{O}_2$ ; 0,2–0,9 %) in dušika ( $\text{N}_2$ ;  $55 \pm 6$  %) (All Power Labs, 2021).

Proces pretvorbe se odvija v reaktorju uplinjevalnika in poteka v štirih korakih, ki so:

- sušenje,
- piroliza,
- oksidacija,
- redukcija.

Sušenje je pri biomasi v kakršni koli obliki pomemben proces. Če je vsebnost vlage v njej večja od predpisane, se njena kemična energija v procesu gorenja ne spremeni v toploto, ker se del energije porabi za izločanje vode. Najbolj optimalna temperatura za sušenje je okoli  $150\text{ }^\circ\text{C}$ . Kako hitro se biomasa posuši, je odvisno od vstopne vsebnosti vlage v sušilnico in od velikosti materiala. Sušilnica je velik potrošnik energije, pri kateri pa lahko privarčujemo, če v proces vključujemo manjše in že zračno suhe kose biomase, ki se hitreje posušijo. Če je les v procesu gorenja vlažen, so tudi dimni plini bogati z vlago. Ob tem nastane gost in težek dim (All Power Labs, 2021).

Sledi postopek pirolize, pri katerem se z uporabo visokih temperatur (od  $200$  do  $600\text{ }^\circ\text{C}$ ) v brez zračnem prostoru naredi razkroj biomase. Če bi bil v procesu prisoten kisik, proces ne bi bil uspešen, ker bi prišlo do sežiga biomase. Delež plinastih sestavin v lesu je od 70 % do 80 %. Sproščanje plinov v postopku je odvisno od njihovega vnetišča. V temperaturnem območju od  $200\text{ }^\circ\text{C}$  do  $280\text{ }^\circ\text{C}$  se razgrajuje hemiceluloza. Sprostijo se ogljikov dioksid, ogljikov monoksid, kondenzirana para in hlapni produkti. V tem delu je postopek endoterm, ker je vanj treba dovajati energijo. Pri temperaturah od  $280\text{ }^\circ\text{C}$  do  $500\text{ }^\circ\text{C}$  se razgrajuje celuloza. Produkt razgradnje so hlapne snovi. Vrh produktivnosti razgradnje je pri  $320\text{ }^\circ\text{C}$ , od te temperature naprej se pospešeno razgrajuje lignin, s tem pa se delež ogljika hitro povečuje. Začne se tudi prehajanje biomase v oglje. V drugem delu je proces eksoterm, ker se toplota sprošča (All Power Labs, 2021).

Poznamo več vrst pirolize:

- hitro pirolizo,
- srednjo pirolizo,
- počasno torefikacijo in
- počasno karbonizacijo.

Vsaka vrsta piroliza ima svoje značilnosti in produkte. Za pridobivanje lesnega plina se uporabljata hitra in srednja.

### 4.3 OHLAJANJE IN ČIŠČENJE SINTEZNEGA PLINA

Po končanem postopku uplinjanja plin izstopi iz uplinjevalnika s temperaturo okoli 500 °C. Pridobljeni plin vsebuje primesi, zato ga je treba očistiti. Zelo težavne so alkalne snovi (N in K v pepelu) in žveplove spojine, ki na toplotnih strojih povzročajo korozijo materialov. Prav tako je treba posvečati pozornost redukciji katranov, saj lahko oslabijo pretok ali ga prekinejo, kar privede do izpada obratovanja naprave. Vse stranske produkte proizvodnje lahko izničimo z uvajanjem primarnih in sekundarnih ukrepov v proizvodnjo. Primarni procesi so vključeni že v uplinjevalniku, sekundarni procesi pa sledijo po končani proizvodnji plina (Bosio, 2013).

Pri primarnih procesih je pomembna regulacija naslednjih parametrov:

- temperature,
- oksidacijskih plinov,
- razmerja oksidacijskega plina in goriva,
- rezidenčnega časa,
- katalizatorja.

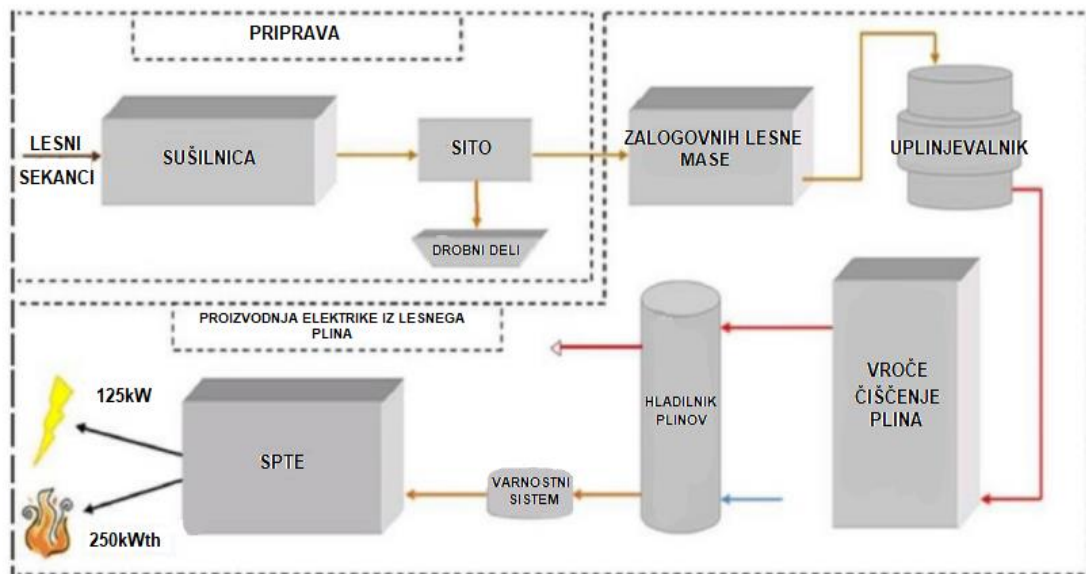
Ob uporabi ustreznega katalizatorja se iz sinteznega plina lahko izloči največ katranov. V primeru uporabe višje temperature pa katran izgori, zato se namesto izpustov pojavijo črne saje (Bosio, 2013).

Sekundarne procese čiščenja plina ločujemo na hladne in vroče. V vročih procesih se odstranijo žveplo, amonijak in katran. Katrane se odstrani s katalitično reformacijo z vodno paro, dušik in vodik sta produkta katalitične razstavitve amonijaka, žveplo pa se adsorbno izloči (Bosio, 2013).

S hladnimi procesi pa se z nekaterimi postopki in napravami znebimo delcev prahu in katranov. Ti so:

- keramični, tekstilni vrečasti filter,
- vodni pralnik plinov,
- ciklonski izločevalnik,
- mokri elektrostatični filtri
- ldr.

## 5. SESTAVNI DELI IZBRANE ELEKTRARNE



Slika 5: Sestavni deli izbrane elektrarne  
(Vir: Holzenergie, 2021)

Na deponiji lesne biomase se s sekalnikom proizvedejo lesni sekanci, ki jih je treba transportirati v sušilnico, kjer vstopijo v proces proizvodnje električne energije. Po končanem sušenju potujejo skozi sito, v katerem se izločijo manjši koščki lesa in prašni delci. Za najbolj optimalno delovanje proizvajalec priporoča sekance velikosti G70 ali G50; to pomeni kose prereza 70 mm oziroma 50 mm in dolžine od 200 mm do 120 mm. Koščki ustreznih velikosti se hranijo v zalogovniku, iz katerega se jih transportira v uplinjevalnik. Po končanem procesu v uplinjevalniku se pridobi lesni plin s primesmi, ki se jih odstrani z metodo vročega čiščenja. Plin brez primesi je treba ohladiti. Toploto, ki jo je plin oddal, je možno koristno uporabiti. V našem primeru jo bomo uporabljali za sušenje lesa v sušilnicah na žagi.

Proizvodnja električne energije se lahko začne, ko plinski motor požene generator. Pomemben del elektrarne je tudi varnostni sistem, ki poskrbi, da v primeru napake na motorju ali generatorju prepreči dovod plina. Varnostni ventili preusmerijo plin na tako imenovane bakle, na katerih plin izgori. Življenjska doba ob primernem vzdrževanju ni omejena. Vzdrževanja najbolj potrebna sta motor in generator, ker sta najbolj obremenjena, ne smemo pa pozabiti na vzdrževanje drugih vrtečih se delov, kot so elektromotorji, reduktorji in polžnice, na katere imata največ vpliva lesni prah in vročina. Če bo vzdrževanje dobro, ne bomo imeli izpadov proizvodnje (Holzenergie, 2021).

## 6. OSNOVNI PODATKI O IZBRANI ELEKTRARNI

- Nazivna električna moč:  $2 \times 125 \text{ kW} = 250 \text{ kW}$
- Nazivna toplotna moč:  $2 \times 250 \text{ kW} = 500 \text{ kW}$
- Električni izkoristek:  $\eta_{el} = 32 \%$
- Termični izkoristek:  $\eta_{ter} = 50 \%$
- Predvidene obratovalne ure:  $320 \text{ dni} \times 24 \text{ h} = 7680 \text{ h}$
- Letna proizvodnja: 1920 MWh
- Letna poraba goriva:  $10.880 \text{ m}^3$  lesnih sekancev

## 7. SWOT-ANALIZA

Opravili smo SWOT-analizo, katere glavni namen je pomoč pri odločitvi za naložbo. Proučevali smo štiri dejavnike, ki jih delimo na notranje in zunanje. Notranja dejavnika sta prednosti in slabosti, zunanja pa priložnosti in nevarnosti.

PREDNOSTI	SLABOSTI
Električna energija bi bila proizvedena iz okolju prijaznega goriva, s čimer bi pripomogli k zmanjšanju segrevanja ozračja. Odvečno toplote elektrarne bi koristno uporabili v sušilnicah lesa.	Pri nepravilnem rokovanju s sekanci lahko pride do samovžiga. Draga naložba, z velikim posojilom.
PRILOŽNOSTI	NEVARNOSTI
Priložnost za novo delovno mesto. Z dobro prakso postanemo zgled drugim podjetjem in jih spodbudimo k uporabi OVE in SPTE.	Zaradi visoke cene projekta si moramo denar izposoditi in zastaviti premoženje podjetja za hipoteko. V primeru slabega poslovanja bi podjetje izgubilo premoženje.

*Tabela 3: SWOT-analiza*  
(Lastni vir)

## 8. IZRAČUN EKONOMSKE SMISELNOSTI POSTAVITVE BIOPLINSKE ELEKTRARNE NA ŽAGARSKEM OBRATU

### 8.1 LETNI PRIHODKI OD PRODAJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Odkupne cene električne energije odobri agencija za energijo, ki vsako leto enkrat ali dvakrat objavi javni razpis v skladu s 373. členom Energetskega zakona (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo, 65/20 in 158/20 – ZURE). Na razpis se lahko prijavijo investitorji in promotorji s projekti proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije (OVE) in s projekti soproizvodnje toplote in elektrike z visokim izkoristkom (SPTE). Razpisani denar je možno dobiti s prijavo na razpis z ustreznim projektom za proizvodne naprave iz 8. člena v povezavi s 4. in 5. členom Uredbe o podporah elektriki, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in v soproizvodnji toplote in elektrike z visokim izkoristkom (Uradni list RS št. 74/16 in 74/20, v nadaljevanju uredba o podporah). Če je stavba, v kateri se vrši proizvodnja električne energije, zahteven objekt, je treba predložiti k prijavi tudi gradbeno dovoljenje. Proizvajalec električne energije v prijavi navede predvideno letno količino proizvedene energije v enotah MWh in ponudi ceno, določeno z Metodologijo za določanje cene elektrike proizvodnih naprav in referenčnih stroškov proizvodnje elektrike proizvodnih naprav OVE in SPTE v enotah €/MWh. Navedena cena nikakor ne sme biti višja od referenčnih stroškov proizvodnje elektrike v proizvodni napravi OVE in SPTE. Referenčni stroški proizvodnje (RSEE) so sestavljeni iz dveh delov:

- iz spremenljivega dela (SDRS) in
- iz nespremenljivega dela (NDRS) (Agencija za energijo, 2021).

Naša elektrarna bo predvideno s polno močjo obratovala 320 dni v letu oziroma 7.680 ur. Letna proizvodnja električne energije tako znaša 1.920 MW, kar smo izračunali po naslednji formuli:

$$W = P \times t = 250 \text{ kW} \times 7.680 \text{ h} = 1.920.000 \text{ kWh} = 1920 \text{ MWh}$$

Elektrarna se mora izplačati v 10 letih. V prvih 10 letih bomo imeli 1.720.000 € stroškov. To so:

- 1.000.000 € elektrarna,
- 300.000 € vsa potrebna dokumentacija in postavitve potrebnih objektov,
- 100.000 € gorivo (lesni sekanci),
- 140.000 € vzdrževanje,
- 80.000 € obresti kredita,
- 70.000 € plače,
- 30.000 € drugo.

Če hočemo, da se naložba povrne v omenjenem obdobju, moramo za 1 MWh prejeti 89,59 € plačila. Postavljeno ceno je možno doseči. Na razpisu z dne 15. julija 2021 je bilo izbranih osem malih elektrarn. Male elektrarne so proizvodnih moči večje od 50 kW in manjše od 1 MW. Izbrane elektrarne so dosegle odkupno ceno skupaj s podporami od 61,55 €/MWh za največje proizvodne obrate in 106,26 €/MWh za manjše.

$$1 \text{ MWh} = \frac{10 \text{ letni stroški}}{10 \text{ letnimi proizvodnjo}} = \frac{1.720.000 \text{ €}}{10 * 1.920 \text{ MWh}} = 89,59 \text{ €}$$

Življenjska doba naše elektrarne ob primernem vzdrževanju ni omejena, vendar po desetih letih ni več primerna za včlanitev v državni podporni sistem, zato pričakujemo, da bomo lahko elektriko prodajali vsaj še naslednjih deset let, vendar po manjši prodajni ceni električne energije. Točno prodajno vrednost energije je nemogoče napovedati, zato pričakujemo, da bo njena povprečna vrednost za polovico manjša od cene v prvih desetih letih. V drugih 10 letih bodo predvideni stroški 380 000 €, in sicer:

- 100.000 € sekanci,
- 140.000 € vzdrževanje,
- 100.000 € plače,
- 40.000 € drugo.

## 8.2 VREDNOTENJE NALOŽBE

Celotna naložba je ocenjena na 1.300.000 €. Razdelimo jo lahko na dva dela.

Prvi del zajema vsa pripravljalna dela (vse birokratske zadeve in gradbena dela) in znaša 300.000 €.

Drugi del znaša 1.000.000 € in vključuje dobavo, celotno postavitvev in zagon elektrarne.

## 8.3 STRUKTURA FINANCIRANJA NALOŽBE

Celotna naložba je po predračunu vredna 1.300.000 €, kar je velika vsota denarja. Sami bomo prispevali 23 %, ostalih 77 % si bomo izposodili pri kreditodajalcu z najugodnejšo obrestno mero.

## 8.4 STROŠKI KAPITALA

Eko sklad ponuja kreditiranje za naložbe v gospodarstvu na različnih področjih. Nudi kredit do 2.000.000 € s spremenljivo obrestno mero trimesečni EURIBOR + 1,3 %, odplačilna doba je omejena na največ 15 let.



EURIBOR je angleška kratica za EURO Interbank Offered Rate in označuje povprečno obrestno mero, po kateri si določene evropske banke med sabo posojajo denar. Najpogostejši so 12-mesečni, 6-mesečni in 3-mesečni (NLB, 2021).

Naše posojilo znaša 1.000.000 €, za kar bi morali v odplačevalni dobi desetih let odplačati tudi 80.000 evrov, kamor smo všteli tudi nekaj rezerve zaradi možnega nihanja obrestne mere. Znesek obresti 80.000 evrov predstavlja stroške kapitala.

## 8.5 STROŠEK AMORTIZACIJE

Amortizacija je zmanjšanje vrednosti osnovnih sredstev zaradi potrošnje oziroma obrabe. Za podjetje so osnovna sredstva tista sredstva, ki si jih lasti ali jih ima v najemu, služijo za opravljanje dejavnosti in bodo v uporabi več kot eno leto. Slovenski računovodski standardi amortizacijo opisujejo kot znesek, ki zapusti amortizirljivo sredstvo v posameznem obračunskem obdobju. Stopnja amortizacije pa pove, za kolikšen delež v odstotkih (Amortizacija sredstev, 2022).

### Stopnja amortizacije

Za – življenjska doba

Sta – stopnje amortizacije

$$Sta = \frac{100\%}{Za} = \frac{100\%}{20 \text{ let}} = \frac{5\%}{\text{leto}}$$

### Izračun amortizacije

Nv – nabavna vrednost naložbe

Pp – predvidena življenjska doba

Am – amortizacija na leto

$$Am = \frac{Nv}{Pp} = \frac{1380000 \text{ €}}{20 \text{ let}} = 69000 \frac{\text{€}}{\text{leto}}$$

## 8.6 SKUPNI DENARNI TOK

S pomočjo izračuna skupnih denarnih tokov dokažemo likvidnost projekta oziroma prikažemo vsoto vseh letnih prihodkov in odhodkov (Papler, 2011).

V tabeli 4 je prikazan skupni denarni tok od zagona elektrarne do desetega leta obratovanja. V tem času se nam povrnejo vložena lastna sredstva in posojilo povrnemo v celoti.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	a	STANJE	SKUPAJ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2		LETO		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
3	I.	SKUPNI DONOS	2.580.000,00	0,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00
4	1	Prihodki od prodaje el.	2.580.000,00		172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00
5	2	Skupna sredstva	1.380.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	3	Lastna sredstva	300.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	86.000,00
7	4	Kredit	1.080.000,00	1.080.000,00	972.000,00	864.000,00	756.000,00	648.000,00	540.000,00	432.000,00	324.000,00	216.000,00	108.000,00	0,00
8	5	Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	6	Ostane vrednosti obratnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	II.	SKUPNI ODHODKI	720.000,00	0,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00
11	1	Gorivo (sekanci)	200.000,00	0,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
12	2	Vzdrževanje	280.000,00	0,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00
13	3	Plače	170.000,00	0,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00
14	4	Ostali stroški	70.000,00	0,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
15	III.	NETO SKUPNI DONOSI	1.860.000,00	0,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00
16	IV.	KOMULATIVNI SKUPNI DONOS			0,00	138.000,00	276.000,00	414.000,00	552.000,00	690.000,00	828.000,00	966.000,00	1.104.000,00	1.242.000,00

Tabela 4: Skupni denarni tok od 1. do 10. leta obratovanja  
(Lastni vir)

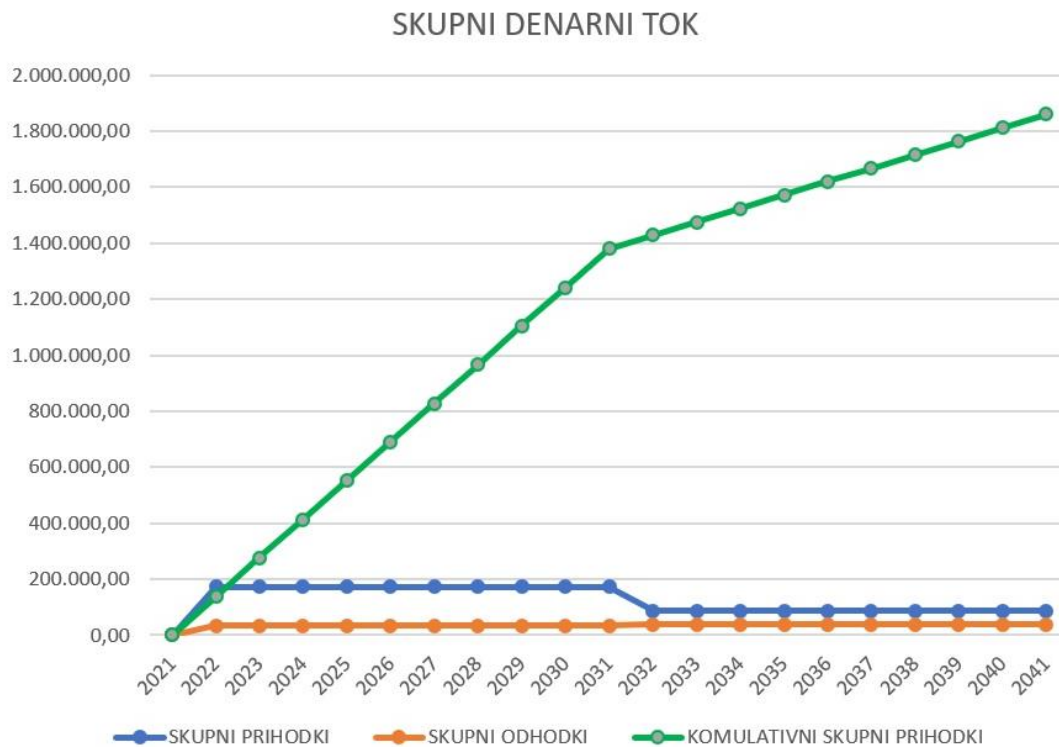
V tabeli 5 je prikazan skupni denarni tok v času med desetim in dvajsetim letom obratovanja elektrarne. Pri prodaji električne energije nismo več upravičeni do obratovalne podpore, zato računamo, da bomo za prodano električno energijo v povprečju iztržili pol manj kot v prvih desetih letih obratovanja.

	A	B	C	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	b	STANJE	SKUPAJ	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2		LETO		2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
3	I.	SKUPNI DONOS	2.580.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00
4	1	Prihodki od prodaje el.	2.580.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00
5	2	Skupna sredstva	1.380.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	3	Lastna sredstva	300.000,00	172.000,00	258.000,00	344.000,00	430.000,00	516000,00	602.000,00	602.000,00	688.000,00	774.000,00	860.000,00
7	4	Kredit	1.080.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	5	Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	6	Ostane vrednosti obratnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	II.	SKUPNI ODHODKI	720.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00
11	1	Gorivo (sekanci)	200.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
12	2	Vzdrževanje	280.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00
13	3	Plače	170.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
14	4	Ostali stroški	70.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00
15	III.	NETO SKUPNI DONOSI	1.860.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
16	IV.	KOMULATIVNI SKUPNI DONOS		1.428.000,00	1.476.000,00	1.524.000,00	1.572.000,00	1.620.000,00	1.668.000,00	1.716.000,00	1.764.000,00	1.812.000,00	1.860.000,00

Tabela 5: Skupni denarni tok od 10. do 20. leta obratovanja  
(Lastni vir)

### 8.7 LIKVIDNOST PROJEKTA

Iz tabel 6 a in 6 b skupnega denarnega toka ter iz grafa 2 je razvidno, da je naša naložba likvidna, ker je vsota donosov in odnosov skozi celotno življenjsko obdobje pozitivna oziroma 0 v začetku naložbe.



**Graf 2: Potek skupnega denarnega toka  
(Lastni vir)**

## 8.8 REALNI DENARNI TOK

Z izračunom realnega denarnega toka ugotovimo hitrost in čas vračanja vloženega kapitala in končni dobiček (Papler, 2010).

V tabeli 6 a je prikazan realni denarni tok.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	a	STANJE	SKUPAJ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2		Leto		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
3	I.	SKUPNI DONOS	2.580.000,00	0,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00
4		Skupni prihodek od prodaje	2.580.000,00	0,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00	172.000,00
5		Ostane vrednosti projekta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6		Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7		Ostane vrednosti obratnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	II.	SKUPNI ODHODKI	2.100.000,00	1.380.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00
9		Naložba v osnovna sredstva	1.380.000,00	1.380.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		Gorivo (sekanci)	200.000,00	0,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
11		Vzdrževanje	280.000,00	0,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00
12		Plače	170.000,00	0,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00
13		Ostalo	70.000,00	0,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
14	III.	DONOSI	480.000,00	-1.380.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00	138.000,00
15	IV.	SKUPNI DONOSI		-1.380.000,00	-1.242.000,00	-1.104.000,00	-966.000,00	-828.000,00	-690.000,00	-552.000,00	-414.000,00	-276.000,00	-138.000,00	0,00

Tabela 6 a: Realni denarni tok  
(Lastni vir)

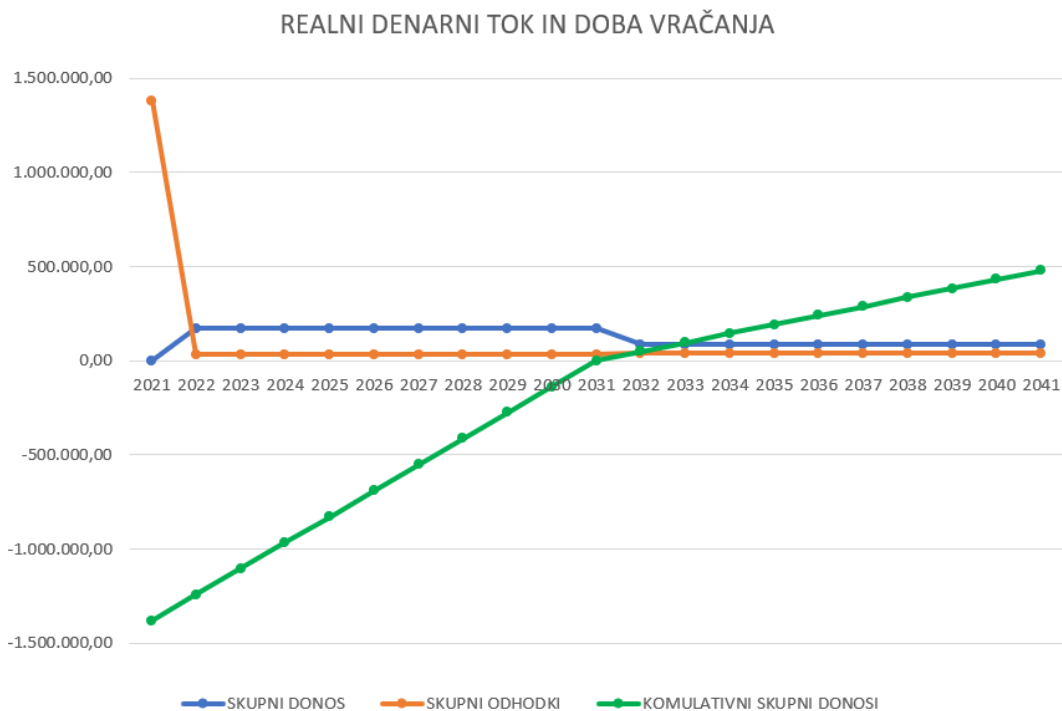
V tabeli 6 b je prikazan realni denarni tok.

	A	B	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	b	STANJE	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2		Leto	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
3	I.	SKUPNI DONOS	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00
4		Skupni prihodek od prodaje	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00	86.000,00
5		Ostane vrednosti projekta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6		Ostane vrednosti osnovnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7		Ostane vrednosti obratnih sredstev	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	II.	SKUPNI ODHODKI	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00	38.000,00
9		Naložba v osnovna sredstva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10		Gorivo (sekanci)	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
11		Vzdrževanje	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00
12		Plače	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
13		Ostalo	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00
14	III.	DONOSI	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
15	IV.	SKUPNI DONOSI	48.000,00	96.000,00	144.000,00	192.000,00	240.000,00	288.000,00	336.000,00	384.000,00	432.000,00	480.000,00

*Tabela 6 b: Realni denarni tok*  
(Lastni vir)

## 8.9 DOBA VRAČANJA NALOŽBE

Na grafu 3 in v tabelah 6 in 7 je prikazano, da se naš vložek v projekt povrne. To je najbolj vidno na grafu, kjer zelena krivulja prikazuje realni denarni tok. Začne nizko pod absciso grafa, kar prikazuje posojilo. Presečišče abscisne osi je v letu 2031, ko je posojilo vrnjeno. Po letu 2031 premica ni več tako strma, ker smo zaradi izgube državne proizvodne podpore manj zaslužili.



*Graf 3: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe*  
(Lastni vir)

## 8.10 SEDANJA VREDNOST PROJEKTA

Sedanja vrednost projekta prikaže razliko med diskontiranimi vrednostmi sedanjih prihodkov in odhodkov projekta. Če so prihodki večji od odhodkov, je sedanja vrednost pozitivna, če so odhodki večji od prihodkov, pa je sedanja vrednost negativna. Za diskontno stopnjo se običajno uporabi obrestno mero posojila, v našem primeru znaša 1,3 %. Časovno smo pregledali 20 let obratovanja. Glavni namen določanja sedanje vrednosti projekta je podatek, za koliko se poveča vrednost kapitala. Če je izpolnjen pogoj  $SV \geq 0$ , je denar smiselno vložen (Papler, 2011; Papler, 2010; Papler, 2016).

V tabeli 7 je prikazan izračun sedanje vrednosti projekta.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ČASOVNA OBDOBJA (i)	LETO	SKUPNI DONOSI (Sd)	SKUPNI ODHODKI (So)	DISKONTNA STOPNJA $r=1,3\%$ $(1+r)^i$	DISKONTI FAKTOR $r=1,3\%$ $1/(1+r)^i$	SKUPNI DONOSI PRI DISKONTEM FAKTORJU $r=1,3\%$	SKUPNI ODHODKI PRI DISKONTNEM FAKTORJU $r=1,3\%$
2	0	2021	0,00	1.380.000,00	1,000	1,00	0,00	1.380.000,00
3	1	2022	172.000,00	34.000,00	1,013	0,99	169.792,69	33.563,67
4	2	2023	172.000,00	34.000,00	1,026	0,97	167.613,72	33.132,94
5	3	2024	172.000,00	34.000,00	1,040	0,96	165.462,70	32.707,74
6	4	2025	172.000,00	34.000,00	1,053	0,95	163.339,29	32.288,00
7	5	2026	172.000,00	34.000,00	1,067	0,94	161.243,13	31.873,64
8	6	2027	172.000,00	34.000,00	1,081	0,93	159.173,87	31.464,60
9	7	2028	172.000,00	34.000,00	1,095	0,91	157.131,16	31.060,81
10	8	2029	172.000,00	34.000,00	1,109	0,90	155.114,67	30.662,20
11	9	2030	172.000,00	34.000,00	1,123	0,89	153.124,06	30.268,71
12	10	2031	172.000,00	34.000,00	1,138	0,88	151.158,99	29.880,27
13	11	2032	86.000,00	38.000,00	1,153	0,87	74.609,57	32.967,02
14	12	2033	86.000,00	38.000,00	1,168	0,86	73.652,10	32.543,95
15	13	2034	86.000,00	38.000,00	1,183	0,85	72.706,91	32.126,31
16	14	2035	86.000,00	38.000,00	1,198	0,83	71.773,85	31.714,02
17	15	2036	86.000,00	38.000,00	1,214	0,82	70.852,76	31.307,03
18	16	2037	86.000,00	38.000,00	1,230	0,81	69.943,49	30.905,26
19	17	2038	86.000,00	38.000,00	1,246	0,80	69.045,90	30.508,65
20	18	2039	86.000,00	38.000,00	1,262	0,79	68.159,82	30.117,13
21	19	2040	86.000,00	38.000,00	1,278	0,78	67.285,11	29.730,63
22	20	2041	86.000,00	38.000,00	1,295	0,77	66.421,63	29.349,09
23	SKUPAJ		2.580.000,00	2.100.000,00			2.307.605,43	2.008.171,70
24	SV		Sd-So=	480.000,00			Sd-So=	299.433,73

*Tabela 7: Izračun sedanje vrednosti projekta  
(Lastni vir)*



## 8.11 INTERNA STOPNJA DONOSNOSTI

Interna stopnja donosnosti nam ni znana in jo moramo izračunati po postopku diskontiranja in z metodo interpolacije. To je tista diskontna stopnja, pri kateri je sedanja vrednost projekta enaka nič. Ker so prihodki pri naložbah različni, splošna formula zanjo ne obstaja in jo je treba ugotoviti za vsak projekt posebej (Papler, 2011).

V tabeli 8 je prikazana določitev interne stopnje donosnosti projekta.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Časovna obdobja		Diskontna stopnja 0%		Diskontna stopnja 4,9%		Diskontna stopnja 5%	
2	Tekoči indeksi	Leto	Skupni donosi SD	Skupni odhodki So	Skupni donosi SD	Skupni odhodki So	Skupni donosi SD	Skupni odhodki So
3	1	2021	172.000,00	1.414.000,00	172.000,00	1.414.000,00	172.000,00	1.414.000,00
4	2	2022	172.000,00	34.000,00	163.965,68	32.411,82	163.809,52	32.380,95
5	3	2023	172.000,00	34.000,00	156.306,66	30.897,83	156.009,07	30.839,00
6	4	2024	172.000,00	34.000,00	149.005,39	29.454,55	148.580,07	29.370,48
7	5	2025	172.000,00	34.000,00	142.045,18	28.078,70	141.504,83	27.971,88
8	6	2026	172.000,00	34.000,00	135.410,08	26.767,11	134.766,50	26.639,89
9	7	2027	172.000,00	34.000,00	129.084,92	25.516,79	128.349,05	25.371,32
10	8	2028	172.000,00	34.000,00	123.055,22	24.324,87	122.237,19	24.163,17
11	9	2029	172.000,00	34.000,00	117.307,17	23.188,63	116.416,37	23.012,54
12	10	2030	172.000,00	34.000,00	111.827,61	22.105,46	110.872,73	21.916,70
13	11	2031	86.000,00	38.000,00	53.302,01	23.552,05	52.796,54	23.328,70
14	12	2032	86.000,00	38.000,00	50.812,21	22.451,91	50.282,42	22.217,81
15	13	2033	86.000,00	38.000,00	48.438,71	21.403,15	47.888,02	21.159,82
16	14	2034	86.000,00	38.000,00	46.176,08	20.403,39	45.607,64	20.152,21
17	15	2035	86.000,00	38.000,00	44.019,15	19.450,32	43.435,84	19.192,58
18	16	2036	86.000,00	38.000,00	41.962,96	18.541,77	41.367,47	18.278,65
19	17	2037	86.000,00	38.000,00	40.002,82	17.675,67	39.397,59	17.408,24
20	18	2038	86.000,00	38.000,00	38.134,24	16.850,02	37.521,52	16.579,27
21	19	2039	86.000,00	38.000,00	36.352,95	16.062,93	35.734,78	15.789,78
22	20	2040	86.000,00	38.000,00	34.654,86	15.312,61	34.033,12	15.037,89
23	21	2041	86.000,00	38.000,00	33.036,09	14.597,34	32.412,50	14.321,80
24	SKUPAJ		2.580.000,00	2.100.000,00	1.866.900,00	1.863.046,91	1.855.022,75	1.859.132,71
25	NSD	SD-SO	480.000,00		3.853,10		-4.109,95	

Tabela 8: Določitev interne stopnje donosnosti projekta  
(Lastni vir)

Kjer je:

- ISD – interna stopnja donosnosti
- NSD – neto skupni donos (Sd-So)
- $r_p$  – diskontna stopnja, pri kateri je NSD pozitiven
- $r_n$  – diskontna stopnja, pri kateri je NSD negativen
- NSD<sub>p</sub> – NSD pri uporabljeni diskontni stopnji  $r_p$
- NSD<sub>n</sub> – NSD pri uporabljeni diskontni stopnji  $r_n$  (Papler, 2011)

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) * \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n}$$

$$ISD = 4,9 + (5 - 4,9) * \frac{3.853,10}{3.853,10 - (-4.109,95)} = 4,95\%$$

## 8.12 KAZALNIK GOSPODARNOSTI IN EKONOMIČNOSTI

$$E = \frac{S_d}{S_o} = \frac{2.580.000 \text{ €}}{2.100.000 \text{ €}} = 1,23$$

Kjer je:

- E – kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti
- S<sub>d</sub> – skupni donosi projekta
- S<sub>o</sub> – skupni prihodki projekta (Papler, 2011)

## 8.13 KAZALNIK DONOSNOSTI NALOŽBE

$$D = \frac{S_d - S_o}{N} \times 100(\%)$$

$$D = \frac{2.580.000 \text{ €} - 2.100.000 \text{ €}}{1.300.000 \text{ €}} \times 100(\%) = 36,92 \%$$

Kjer je:

- D – kazalnik donosnosti naložbe
- N – naložba
- S<sub>d</sub> – skupni donosi projekta
- S<sub>o</sub> – skupni prihodki projekta (Papler, 2011)

## 8.14 KAZALNIK DONOSNOSTI ODHODKOV

$$D_0 = \frac{S_d - S_0}{S_0} * 100(\%)$$

$$D = \frac{2.580.000 \text{ €} - 2.100.00 \text{ €}}{2.100.000 \text{ €}} \times 100(\%) = 22,86 \%$$

Kjer je:

- D<sub>0</sub> – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vlaganj
- S<sub>d</sub> – skupni donosi projekta
- S<sub>0</sub> – skupni prihodki projekta (Papler, 2011)

## 8.15 OCENA TVEGANJA IN NEGOTOVOSTI

V času obratovanja je naložba lahko izpostavljena različnim vplivom in spremembam, zato je zelo optimistično pričakovati izračunani dobiček. Za oceno tveganja in negotovosti moramo ugotoviti, ali je naložba upravičena tudi ob spreminjanju ene od naslednjih spremenljivk:

- ob povečanih stroških projekta,
- ob skrajšanju življenjske dobe,
- ob spremembi prodajnih cen,
- ob spremembi stroškov obratovanja.

Odločili smo se, da za oceno tveganja in negotovosti spremenimo za nas najbolj pomembno spremenljivko, to je sprememba prodajne cene, ki smo jo zmanjšali za 10 %. Tako smo z upoštevanjem tveganja izračunali interno stopnjo donosnosti, kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti, kazalnik donosnosti naložbe in kazalnik donosnosti odhodkov (Papler, 2011).

### 8.15.1 INTERNA STOPNJA DONOSNOSTI

V tabeli 9 je prikazana določitev interne stopnje donosnosti projekta v tveganih pogojih.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Časovna obdobja		Diskontna stopnja 0%		Diskontna stopnja 2,5%		Diskontna stopnja 2,6%	
2	Tekoči indeks i	Leto	Skupni donosi SD	Skupni odhodki So	Skupni donosi SD	Skupni odhodki So	Skupni donosi SD	Skupni odhodki So
3	1	2021	154.800,00	1.414.000,00	154.800,00	1.414.000,00	154.800,00	1.414.000,00
4	2	2022	154.800,00	34.000,00	147.569,11	32.411,82	150.877,19	33.138,40
5	3	2023	154.800,00	34.000,00	147.340,87	32.361,69	147.053,79	32.298,64
6	4	2024	154.800,00	34.000,00	143.747,19	31.572,38	143.327,28	31.480,15
7	5	2025	154.800,00	34.000,00	140.241,16	30.802,32	139.695,21	30.682,41
8	6	2026	154.800,00	34.000,00	136.820,64	30.051,05	136.155,17	29.904,88
9	7	2027	154.800,00	34.000,00	133.483,55	29.318,09	132.704,85	29.147,06
10	8	2028	154.800,00	34.000,00	130.227,86	28.603,02	129.341,96	28.408,44
11	9	2029	154.800,00	34.000,00	127.051,57	27.905,38	126.064,29	27.688,54
12	10	2030	154.800,00	34.000,00	123.952,75	27.224,76	122.869,67	26.986,88
13	11	2031	77.400,00	38.000,00	60.464,76	29.685,54	59.878,01	29.397,47
14	12	2032	77.400,00	38.000,00	58.990,01	28.961,50	58.360,63	28.652,51
15	13	2033	77.400,00	38.000,00	57.551,23	28.255,12	56.881,71	27.926,42
16	14	2034	77.400,00	38.000,00	56.147,54	27.565,97	55.440,26	27.218,73
17	15	2035	77.400,00	38.000,00	54.778,08	26.893,63	54.035,34	26.528,98
18	16	2036	77.400,00	38.000,00	53.442,03	26.237,69	52.666,03	25.856,71
19	17	2037	77.400,00	38.000,00	52.138,57	25.597,75	51.331,41	25.201,47
20	18	2038	77.400,00	38.000,00	50.866,90	24.973,41	50.030,61	24.562,83
21	19	2039	77.400,00	38.000,00	49.626,24	24.364,30	48.762,78	23.940,38
22	20	2040	77.400,00	38.000,00	48.415,85	23.770,05	47.527,08	23.333,71
23	21	2041	77.400,00	38.000,00	47.234,97	23.190,30	46.322,69	22.742,40
24	SKUPAJ		2.322.000,00	2.100.000,00	1.974.890,88	1.973.745,79	1.964.125,97	1.969.097,02
25	NSD	SD-SO	222.000,00		1.145,08		-4.971,04	

Tabela9: Določitev interne stopnje donosnosti projekta v tveganih pogojih  
(Lastni vir)

Kjer je:

- ISD – interna stopnja donosnosti
- NSD – neto skupni donos (Sd-So)
- $r_p$  – diskontna stopnja, pri kateri je NSD pozitiven
- $r_n$  – diskontna stopnja, pri kateri je NSD negativen
- NSD<sub>p</sub> – NSD pri uporabljeni diskontni stopnji  $r_p$
- NSD<sub>n</sub> – NSD pri uporabljeni diskontni stopnji  $r_n$  (Papler, 2011)

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) * \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n}$$

$$ISD = 2,5 + (2,6 - 2,5) * \frac{1.145,08}{1.145,08 - (-4.971,04)} = 2,51 \%$$

### 8.15.2 KAZALNIK GOSPODARNOSTI IN EKONOMIČNOSTI

$$E = \frac{S_d}{S_o} = \frac{2.322.000 \text{ €}}{2.100.000 \text{ €}} = 1,01$$

Kjer je:

- E – kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti
- S<sub>d</sub> – skupni donosi projekta
- S<sub>o</sub> – skupni prihodki projekta (Papler, 2011)

### 8.15.3 KAZALNIK DONOSNOSTI NALOŽBE

$$D = \frac{S_d - S_0}{N} \times 100(\%)$$

$$D = \frac{2.322.000 \text{ €} - 2.100.00 \text{ €}}{1.300.000 \text{ €}} \times 100(\%) = 17,08 \%$$

Kjer je:

- D – kazalnik donosnosti naložbe
- N – naložba
- S<sub>d</sub> – skupni donosi projekta
- S<sub>o</sub> – skupni prihodki projekta (Papler, 2011)

### 8.15.4 KAZALNIK DONOSNOSTI ODHODKOV

$$D_0 = \frac{S_d - S_0}{S_0} * 100(\%)$$

$$D = \frac{2.322.000 \text{ €} - 2.100.00 \text{ €}}{2.100.000 \text{ €}} \times 100(\%) = 10,57 \%$$

Kjer je:

- D<sub>0</sub> – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vlaganj
- S<sub>d</sub> – skupni donosi projekta
- S<sub>o</sub> – skupni prihodki projekta (Papler, 2011)

## 8.16 PRIMERJAVA KAZALNIKOV UČINKOVITOSTI IN USPEŠNOSTI

V tabeli 10 je podana primerjava kazalnikov uspešnosti in učinkovitosti brez tveganja in s tveganjem.

	A	B	C
1		BREZ UPOŠTEVANJA TVEGANJA	Z UPOŠTEVANJEM TVEGANJA
2	DOBA VRAČANJA	10 LET	12 LET IN 4 MESECE
3	INTERNA STOPNJA DONOSNOSTI	4,95%	2,51%
4	KAZALNIK GOSPODARNOSTI: E	E=1,23	E=1,01
5	KAZALNIK DONOSNOSTI: D	36,92%	17,08%
6	KAZALNIK DONOSNOSTI: D <sub>0</sub>	22,86%	10,57%

*Tabela 10: Primerjava kazalnikov uspešnosti in učinkovitosti brez tveganja in s tveganjem  
(Lastni vir)*

Iz podatkov, podanih v tabeli 10, je razvidno, da je naložba tudi z upoštevanim 10 odstotkov manjšim prihodkom še vedno po vseh kazalnikih donosna, le da se vložek povrne 2 leti in 4 mesece pozneje.

## 9. ZAKLJUČEK

V diplomskem delu z naslovom Smiselnost postavitve bioplinske elektrarne na žagarskem obratu obravnava temo, ki bi bila danes lahko bolj aktualna. Celotna Evropa se sooča s pomanjkanjem električne energije na eni strani zaradi zapiranja termoelektarn, saj močno onesnažujejo okolje, na drugi strani pa je poraba električne energije večja, saj ima vse več ljudi v uporabi večje porabnike, kot so polnilnice električnih avtomobilov in sistemi ogrevanja in hlajenja. Danes se velik poudarek daje samooskrbnim sončnim elektrarnam, za proizvodnjo električne energije iz biomase pa se le malo sliši. Večji porabniki toplote bi lahko razmislili tudi o smiselnosti vzpostavitve tovrstne proizvodnje električne energije in pripomogli k proizvodnji tako imenovane zelene električne energije.

Naša elektrarna bo v 20 letih proizvedla 38 400 MWh električne in 76 800 MWh toplotne energije. Naložba se bo po prodajni ceni 89,59 € električne energije povrnila v desetih letih, v naslednjih 10 letih pa bo dala 480 000 € dobička. Tako vsi kazalniki učinkovitosti in uspešnosti dokažejo, da je naložba učinkovita in smiselna. Menimo, da višina dobička v takem časovnem obdobju za nekatere vlagatelje ni ravno mamljiva, lahko pa v zakup vzamemo, da je s tem in s podobnimi projekti proizvedena tako imenovana zelena energija iz odpadnega lesa, ki ga je težko bolje uporabiti, poleg tega pa tudi lesa okoli nas ni malo.

## 10. VIRI IN LITERATURA

Agencija za energijo (2020). Pridobljeno 18.11.2021 z naslova [www.agen-rs.si](http://www.agen-rs.si)

All Power Labs (2008). Pridobljeno 19.11.2021 z naslova [www.allpowerlabs.com](http://www.allpowerlabs.com)

ApE – Agencija za prestrukturiranje energetike d.o.o. Pridobljeno 14.8.2021 z naslova [wwe.ape.si](http://wwe.ape.si)

Amortizacija sredstev - Data d.o.o. Računovodstvo *Amortizacija sredstev*. Pridobljeno 19.1.2022 z naslova [www.data.si](http://www.data.si)

Bosio, T. (2013). *Čiščenje plinov pri uplinjju trdnih goriv v krožeči lebdeči plasti*. Diplomsko naloga, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.

Deu, I. (2016). *Kriterij nakupa lesnih sekancev*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Ekostar. Pridobljeno 30.12. 2021 z naslova [Kogeneracija \(eko-star.eu\)](http://Kogeneracija(eko-star.eu))

Europe forestry. Pridobljeno 29.11. 2021 z naslova *Europe Forestry - Robust woodchippers for biomass fuel*

E SVET Pridobljeno 2.10.2021 z naslova [www.esvet.si](http://www.esvet.si).

Gašparinčič, J., Štricelj, A. (2012). *Razvoj plinskih turbin in zagotavljanje terciarne regulacije v EES*. Pridobljeno 25.11.2021 z naslova *Microsoft Word - C-1-Gasparincic-SLO.doc (um.si)*

GEN energija d. o. o. Pridobljeno 27.12.2021 z naslova [www.ge.com](http://www.ge.com)

Gozdarski inštitut Slovenije. Pridobljeno 22.11.2021 z naslova [www.gozdis.si](http://www.gozdis.si)

Holzenergie. Pridobljeno 10.11.2021 z naslova [www.holzenergie.co.uk](http://www.holzenergie.co.uk)

Krajnc, N., Premrl, T. (2009). *Katalog proizvajalcev polen in sekancev v Sloveniji*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije.

Krajnc, M. (2014). *Odločitveni model najustreznejših parametrov izdelave lesnih sekancev*. Doktorska disertacija, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.

Križman, A., Rajter, M. (2009). *Ekonomika podjetja*. Ljubljana: Zavod IRC.



Krevs M. (2019). *Primerjava razporeditve elektrarn na biomaso v Sloveniji*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

Lesna biomasa. Pridobljeno 14.8.2021 z naslova [www.zgs.si](http://www.zgs.si)

NLB. Pridobljeno 19.11.2021 z naslova [www.nlb.si](http://www.nlb.si)

Oil and gas (2012). Pridobljeno 27.12.2021 z naslova [www.oilandgasmiddleeast.com](http://www.oilandgasmiddleeast.com)

Priročnik o bioplinu: ANNEX 3-22\_WP4\_D4.2\_Handbook-Slovenia\_SI.pdf ([lemvigbiogas.com](http://lemvigbiogas.com)) (13.8.2021)

Papler, D. (2011) *Ekonomsko ovredotenje upravičenosti naložbe*. Ljubljana: ICES.

Papler, D. (2010) *Postopek izračuna ekonomika elektroenergetskega projekta*. Nova Gorica: Univerza v Novi Gorici.

Papler, D. (2016) *Metodologija za ekonomsko ovrednotenje upravičenosti naložbe*. Ljubljana: ICES.

Rožman, R. (2016). *Energija in proizvodnja električne energije*. Pridobljeno 20.11.2021 z naslova [www.svet-energije.si](http://www.svet-energije.si)

Slovenski plin. Pridobljeni 20.10.2021 z naslova [www.slovenski-plin.si](http://www.slovenski-plin.si)

Smodej V. (2010). *Ekonomika podjetja in podjetništvo*. Ljubljana: Zavod IRC.

Tehnosol d.o.o. (2021). Pridobljeno 21.10.2021 z naslova [www.tehnosol.si](http://www.tehnosol.si)

Tuma M., Sekavčnik M. (2004). *Energetski sistemi, preskrba z električno energijo in toploto*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

White, S. (2021). World Energy Data. Pridobljeno 20.10.2021 z naslova <https://www.worldenergydata.org/world-electricity-generation/> - footnote\_2\_9196.

Wikipedia. Pridobljeno 2.10.2021 z naslova [https://sl.wikipedia.org/wiki/Plinsko\\_parna\\_elektrarnawikipedia.org](https://sl.wikipedia.org/wiki/Plinsko_parna_elektrarnawikipedia.org).

Wikipedia. Pridobljeno 28.12.2021 z naslova [http://en.wikipedia.org/wiki/file:jet\\_engine.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/file:jet_engine.svg)