

# Pogon elektrane na biomasu Slavonija OIE d.o.o. kogeneracijsko postrojenje

---

**Tonček, Josip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:349062>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-27**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

**Sveučilišni studij**

**POGON ELEKTRANE NA BIOMASU SLAVONIJA OIE  
D.O.O. KOGENERACIJSKO POSTROJENJE**

**Završni rad**

**Josip Tonček**

**Osijek, 2016**

**Sadržaj**

1. UVOD .....	1
1.1 Opis zadatka završnog rada .....	1
2. OPĆENITO O ELEKTRANAMA NA BIOMASU.....	2
2.1 Elektrane na biomasu.....	3
2.2 Kogeneracijska postrojenja.....	4
3. OPIS RADA POGONA .....	6
3.1 Tijek sirovine kroz pogon.....	9
3.2 Kotao (ložište) .....	16
3.3. Turbina.....	19
3.4. Reduktor .....	24
3.5. Generator .....	25
3.6. Kondenzijsko postrojenje.....	28
3.7. Napojni spremnik .....	31
3.8. Toplinska stanica .....	36
3.9. Protok zraka i dima u elektrani.....	39
3.10. Upravljanje sustavom .....	42
3.11. Transformator .....	45
3.12 NATPISNE PLOČICE MOTORA.....	49
4. ZAKLJUČAK .....	51
LITERATURA.....	52
ŽIVOTOPIS .....	54
SAŽETAK.....	55
ABSTRACT .....	55

---

## 1. UVOD

Još od pamtivijeka ljudi su koristili ono što su mogli naći okolo sebe u prirodi za grijanje,kuhanje,zaštitu od vremena ili drugih opasnosti. To su obično bili nekakvi listovi,grane koje su se mogle naći u šumi,stara i suha stabla,slamu i ostalo,a to sve je biorazgradivo. Možemo reći onda da je biomasa oduvijek bila kao primarni izvor ljudi za obavljanje njihovih potreba,posebno onih što se tiče grijanja i kuhanja,to jest kao izvor neke pouzdane energije.

U novije vrijeme zbog sve većeg iskorištavanja fosilnih goriva i zbog njihovog štetnog utjecaja na okoliš,sve više država i organizacija potiču da se koristi energija dobivena iz obnovljivih izvora kao što su energija sunca,vjetra,plime i oseke te iz geotermalnih izvora,energija preradom biomase i otpada.

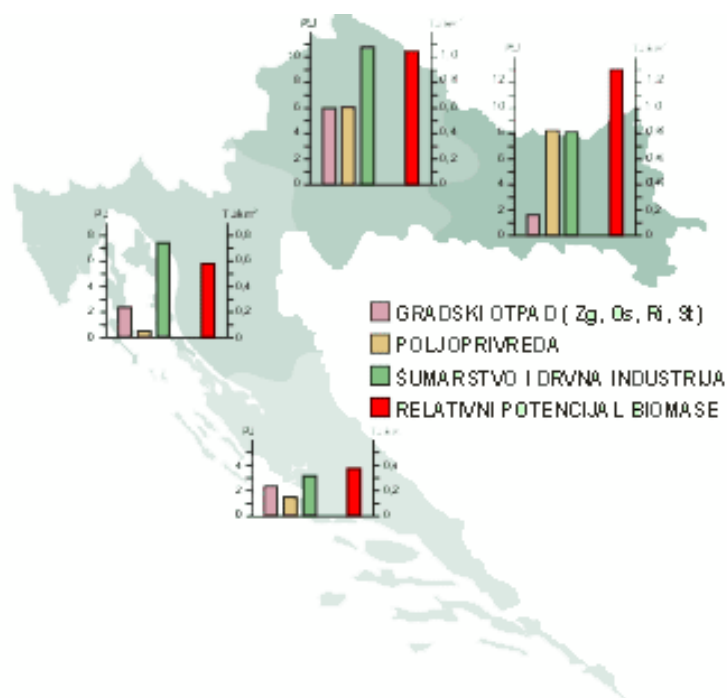
Upravo ova zadnja mogućnost dobivanja energije iz biomase je tema moga završnog rada. Proces dobivanja eneregije iz biomase se postiže u elektranama koje su namijenjene za takve procese. Jedan primjer takve elektrane je elektrana SLAVONIJA OIE koja se nalazi u Slavonskom Brodu,a ona ja dio tvrtke SLAVONIJA DI koja se bavi drvnom industrijom i preradom trupaca za okrajčenu građu,rezani furnir,ljušteni furnir i parkete.Također nude usluge piljenja,rezanja i sušenja. Takva elektrana je idealno rješenje za ostatke koje ostanu nakon prerade sirovine ili koje su neodovoljno dobre za daljnu preradu pa se korsite za proizvodnju električne i toplinske eneregije. Sva toplinska energija se koristi za zagrijavanje same elektrane te za ostale dijelova pogona koji se nalaze u kompleksu te drvne industrije.

### 1.1 Opis zadatka završnog rada

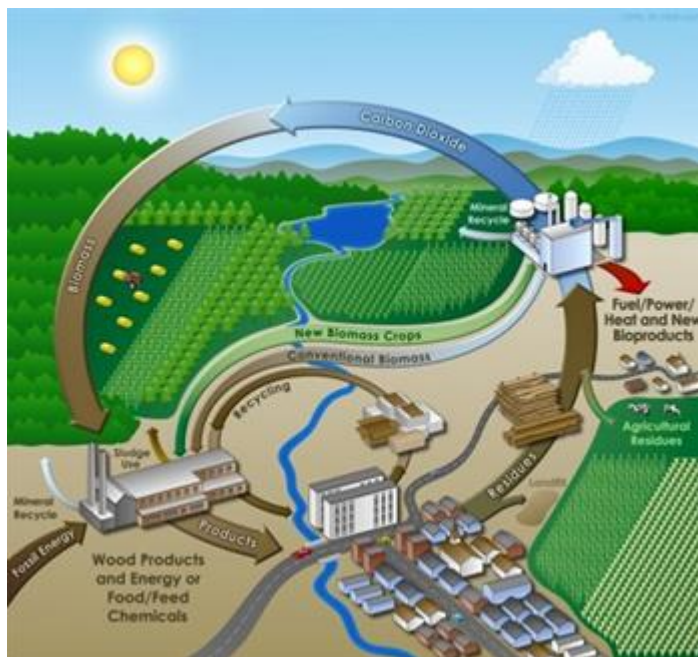
Uvidom u pogon i dostupnu dokumentaciju treba proučiti i opisati pogon od ulaska sirovine (biomase) u njega do konačnog proizvoda (električne i toplinske energije) u pogonu elektrane na biomasu „Slavonija OIE d.o.o.“ ( Slika 2.3.). Posebnu pažnju posvetiti procesima, nadzoru procesa, upravljanju te električnom dijelu pogona. Sadržaj popratiti odgovarajućim skicama, slikama i shemama koje daju viziju rada i funkcije ovakvog pogona.

## 2. OPĆENITO O ELEKTRANAMA NA BIOMASU

Kada govorimo o biomasi i to u kontekstu energetike, to se odnosi na sve organske materijale koji imaju neku energetska vrijednost, to jest iz kojih možemo dobiti gorivo za pokretanje elektrane i dobivanje električne energije. Najčešći izvori biomase su proizvodi, otpada, ostataka iz poljoprivrede, pogotvo iz šumske i njoj srodnih industrija te na kraju proizvodi koji su biorazgradivi iz industrijskog i komunalnog otpada a to možemo vidjeti na slici 2.1.[7]. Biorazgradivi proizvodi se ne odnose samo na proizvode biljnog podrijetla, nego i na životinjske. Biomasa se nalazi u kategoriji obnovljivih izvora energije jer se izgaranjem te biomase oslobađa ista količina CO<sub>2</sub> kao što bi bio slučaj da ju nismo iskoristili i ostavili samo da se razgradi. Jedini uvjet je da se mora održavati ravnoteža (npr isti broj posječenih i zasađenih drveća). Taj proces se još naziva ciklus biomase (Slika 2.2.[8]).



Slika 2.1. Pregled resursa biomase za energetska iskoristenje u Hrvatskoj



Slika 2.2. Ciklus biomase

### 2.1 Elektrane na biomasu

Elektrane na biomasu (i otpad) su takve elektrane koje, umjesto fosilnih goriva, koriste biomasu i otpad koje se nalaze u kategoriji obnovljivih izvora energije. One su zapravo klasične termoelektrane sa 4 osnovna dijela: kotao, turbina i generator, kodenzator i pumpa.



Slika 2.3. Elektrana na biomasu " Slavonija OIE"

Postoje dvije osnovne tehnike razgaranja biomase a to su izgaranje na rešetci i izgaranje u fluidiziranom sloju. Te tehnologije su nužne u procesu izgaranja biomase jer energetske vrijednosti su manje nego kod konvencionalnih sirovina (ugljen, plin, nafta) pa su one potrebne radi povećanja produktivnosti i efikasnosti elektrana.

Tehnologija izgaranja na rešetci je tehnologija koja se već koristi duže vrijeme pa su se njeni veći nedostaci riješili zbog dužeg vremena korištenja. Ona se koristi za kruta goriva (poljoprivredni i šumarski ostaci) i za elektrane manje snage (do 5 MW). Kontrola i regulacija izgaranja se temelje na stvaranju turbulencije što pospješuje sam proces izgaranja. To se izvršava na način da se zrak upuhuje ispod same rešetke. Nedostatak ove tehnologije izgaranja jest veća nepotpunost izgaranja što je rezultat zbog same nehomogenosti goriva ili nedovoljne količine zraka u ložištu. Zbog nepotpunog izgaranja dolazi do gubitka određene topline.

Tehnologija izgaranja u fluidiziranom sloju je naprednija i efikasnija tehnologija izgaranja nego tehnologija izgaranja na rešetci, no i ima veće troškove održavanja pa se ona onda koristi za samo veće elektrane, tj. elektrane snage veće od 5 MW. Postoji razlika u pripremi samog goriva u odnosu na izgaranje na rešetci. Biomasa se miješa sa pijeskom kojeg ima više te nastaje granulirani sloj pijeska. Taj sloj se odvodi u kotao gdje se ubacuje predgrijani zrak pod nekim tlakom. Kako pijeska u samom sloju ima više, pod utjecajem predgrijanog zraka se granulirani sloj raspršuje po cijelom prostoru što uzrokuje turbulencije koje pospješuju kontakt goriva sa kisikom. To povećava iskorištenje samog goriva i povećava produktivnost samog kotla do 90% bez obzira na količinu vlažnosti u gorivu i da li su komponente goriva slične ili nisu.

U elektrani se koristi prva metoda, tehnologija izgaranja na rešetci jer je to prvenstveno manja elektrana koja ima snagu manju od 5 MW. Drugi razlog je to što je biomasa kruto gorivo, a većinom se koriste trupca i manji ostaci.

### **2.2 Kogeneracijska postrojenja**

Kogeneracijska postrojenja su takva postrojenja koja se koriste toplinu dobivenom izgaranjem za dobivanje električne energije i toplinske energije. Toplina, koja nakon što preda svoju energiju lopaticama turbine koja onda tu energiju predaje generatoru čiji je krajni produkt električna energija, odvodi dalje sustavom cijevi kako bi se mogla negdje dalje iskoristiti. Kogeneracijska postrojenja su primjer efikasnog korištenja termodinamičkih procesa koji se događaju u procesu proizvodnje. Pod efikasno se misli na to da u svakom termodinamičkom procesu nužan produkt je stvaranje topline koja se u nekogeneracijskim postrojenjima ne koristi, to jest 'baca se'. No zato

postoje kogeneracijska postrojenja koja to iskorištavaju za razne svrhe i ne moraju se graditi posebna postrojenja(npr za grijanje raznih objekata). Ona se može iskoristiti za grijanje vode koja se onda može distribuirati kućanstvima ili se može koristiti za tehnološke procese sušenja. U slučaju kojeg sam ja uzeo toplina koja se dobije se koristi za samo zagrijavanje elektrane(manji dio) a veći dio ipak ide u druge tvornice koje se nalaze u kompleksu drvne industrije,npr za tehnologiju sušenja proizvoda koju nudi SLAVONIJA DI.

Manja kogeneracijska postrojenja kao što je SLAVONIJA OIE su jako pogodna za gradnju jer imaju smisla u pogledu održivog razvoja i potrošnje energije za razliku od velikih postrojenja,

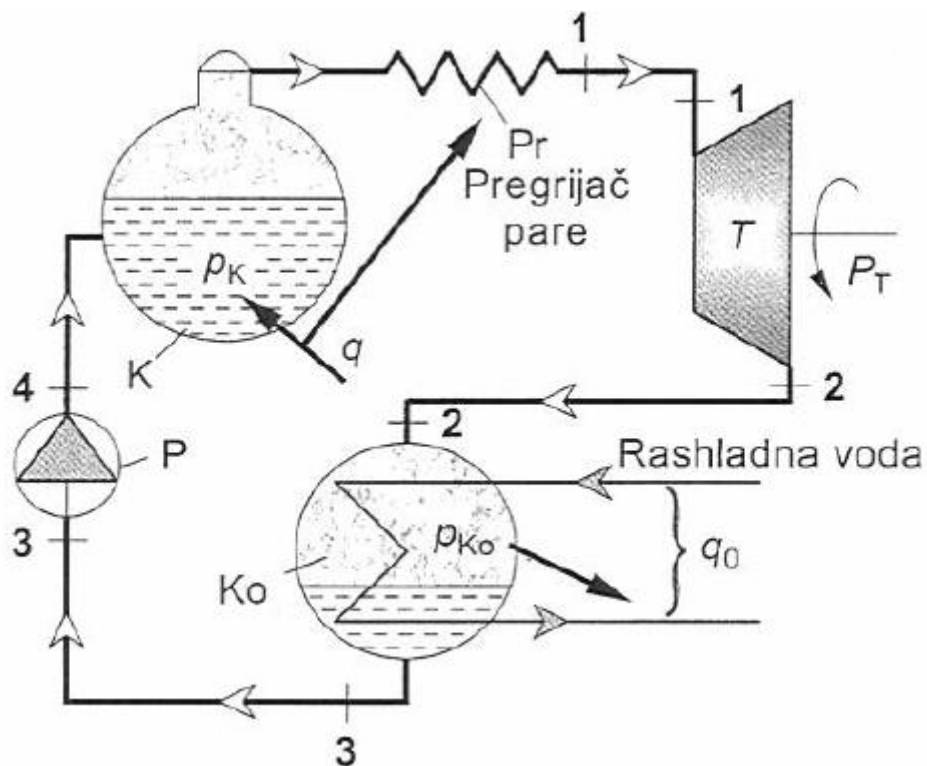
jer manja postrojenja koriste otpadnu biomasu dok bi velika postrojenja za svoje potrebe tražile uzgajanje biomase za dobivanje energije. Takav pristup ima negativne ekonomsko-privredne posljedice i utječe na bioraznolikost.



### 3. OPIS RADA POGONA

U ovome poglavlju prikazat ću pomoću teksta i slika kako se od sirovina i njezinom preradom dobije električna i toplinska energija. Biti će prikazani svi procesi koji se odvijaju unutar elektrane počevši od same prerade sirovine, procesa u kotlu, na koji se način medij za turbine doprema do nje, procesi dobivanja električne energije i toplinske energije, načini upravljanja svim tim procesima, procesi hlađenja i drugo.

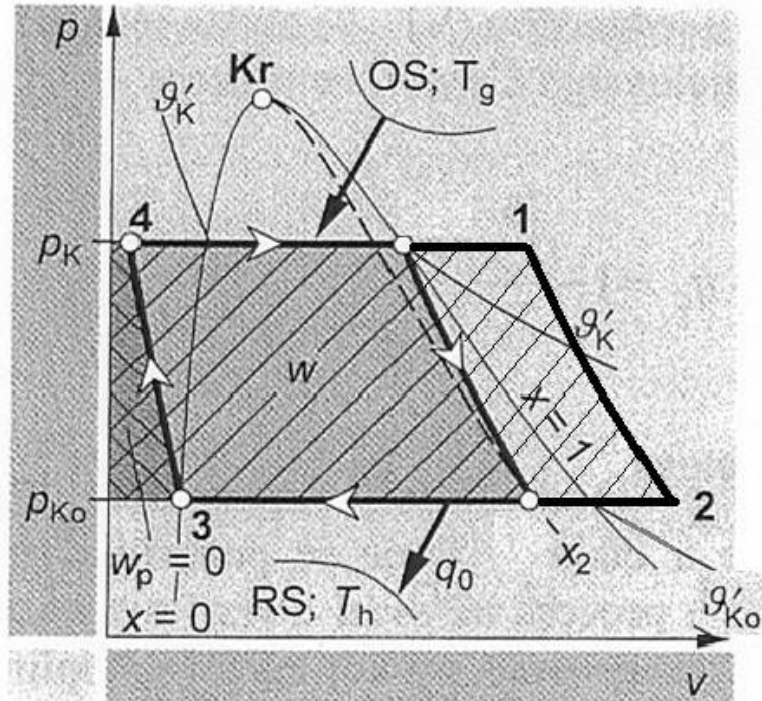
Bitna stavka pri pretvorbi toplinske energije dobivene izgaranjem goriva u električnu energiju su termodinamički kružni procesi. Jedan od najpoznatijih procesa je svakako Carnotov kružni proces, no njega nećemo uzimati u obzir jer je on dobar samo za teoriju, to jest nemoguće ga je ostvariti u realnom svijetu. Zato danas sve elektrane rade na Rankineovom termodinamičkom ciklusu. Više ću se baviti s Rankineovim procesom s pregrijanom parom jer se u ovom procesu uzima pregrijana para u obzir.



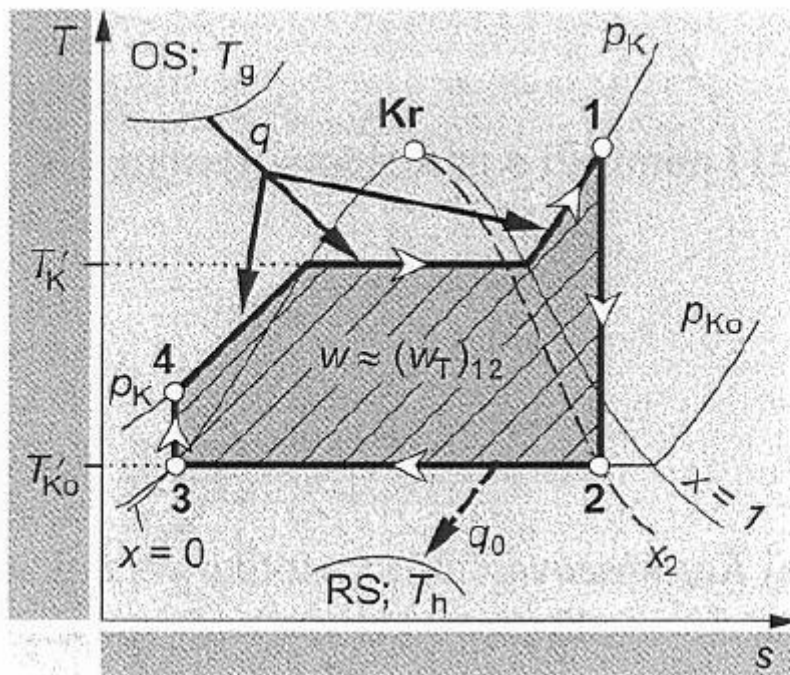
Slika 3.1. Primjer Rankineovog procesa s pregrijačem pare

Na slici 3.1. možemo vidjeti glavne stavke Rankineovog procesa s pregrijačem pare a to su: parni kotao K, pregrijač pare Pr, turbina T, kondenzator Ko i pumpa P.

Stanje 1 predstavlja pregrijanu paru koja ulazi u turbinu, para izlazi iz turbine sa stanjem 2 gdje se kodenzira, tlakovi stanja 2 i 3 jednaki ( Slika 3.2.)[10] te naposljetku ponovo dolazi do kotla pomoću pumpe P gdje se temperatura i tlak podižu na stanje 4 ( Slika 3.3.)[10].

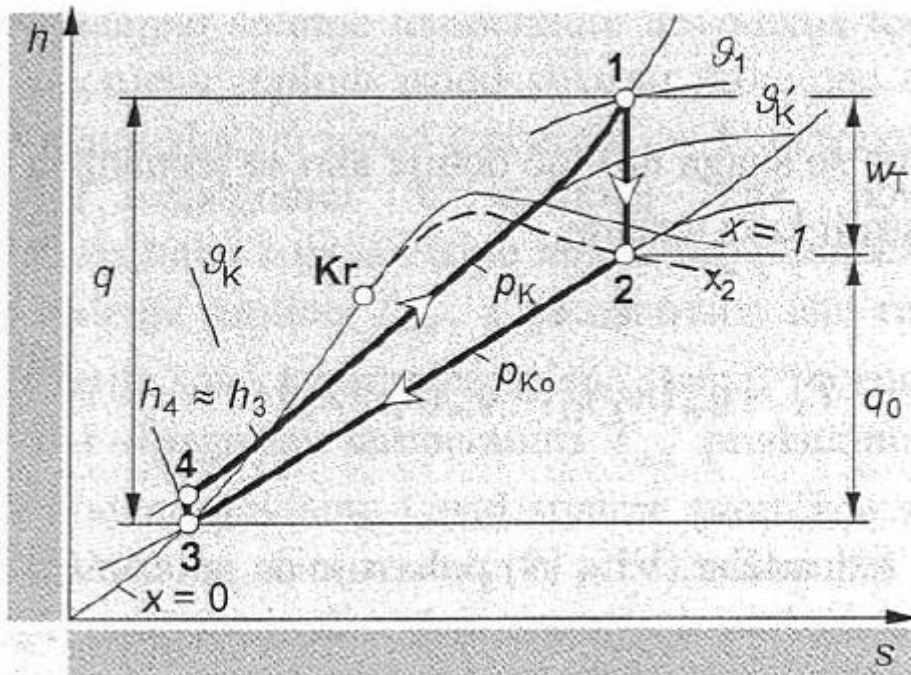


Slika 3.2. p-V dijagram

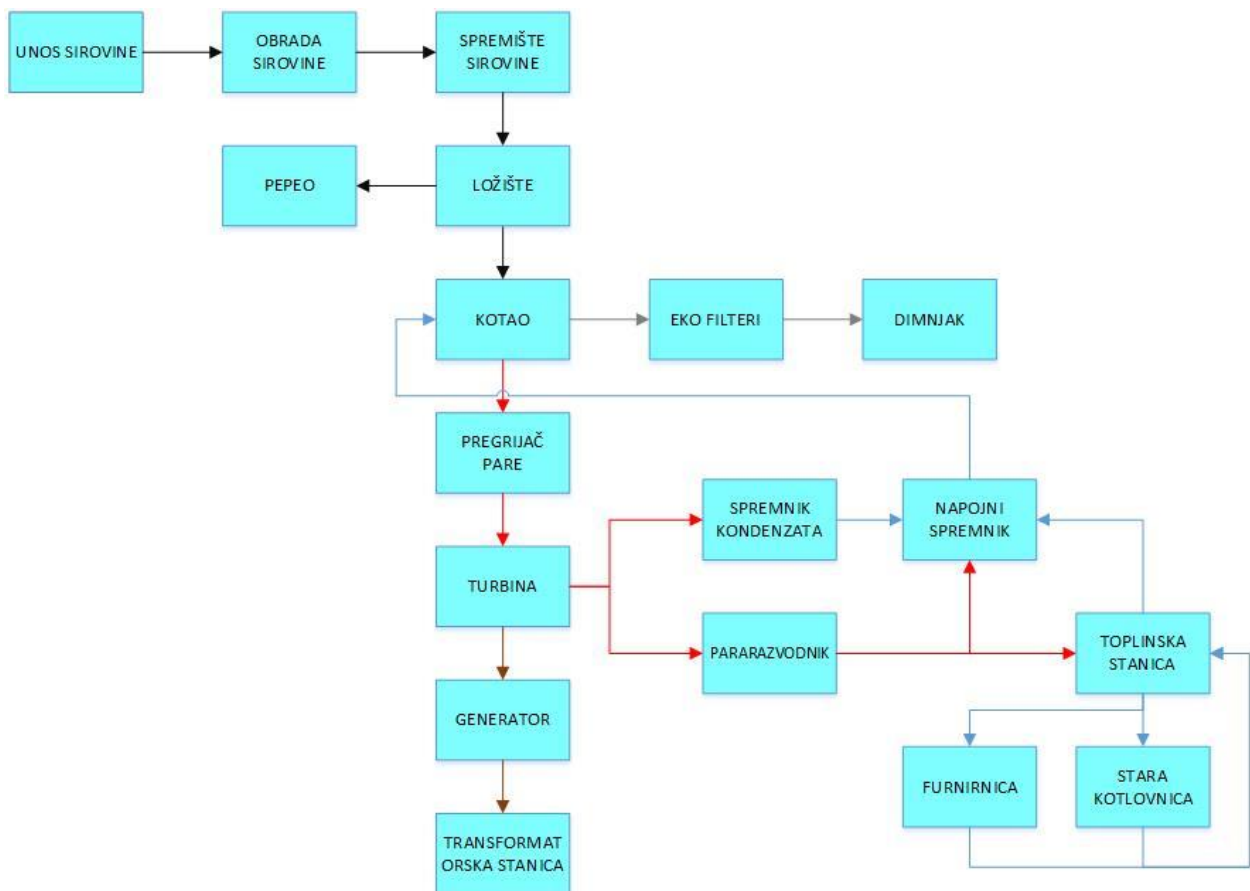


Slika 3.3. T-s dijagram

Na slici 3.14. je prikazan taj proces za veličin  $h$  i  $s$ , odnosno entalpije i entropije.



Slika 3.4. h-s dijagram



Slika 3.5. Dijagram toka energije u elektrani

Dijagram na slici 3.5. je nacrtan pomoću programa Microsoft Visio.

### 3.1 Tijek sirovine kroz pogon

Kako se sama elektrana nalazi u kompleksu drvne industrije, sirovina je uvijek prisutna jer cijelo spremište trupaca se nalazi na velikom prostoru odmah pokraj elektrane (Slika 3.6.)[6]. Također se osim trupaca koriste i ostatci iz drugih dijelova pogona drvne industrije kao što sam već rekao u uvodu.



Slika 3.6. Sirovina za elektranu

Sirovina, to jest većinom trupci, pomoću bagera se stavljaju na pokretnu traku, koju možemo vidjeti na slici 3.7.[6] koja vodi do stroja koji je u obliku valjka i nazubljen i potom se trupac mehaničkim postupkom usitini na puno manje komade koji se onda koriste kao gorivo( Slika 3.8.) [6].





Slika 3.7. Stroj za obradu sirovine



Slika 3.8. Prikaz usitnjavanja trupca

Na slici 3.9. su prikazana dva motora koja pokreću stroj za usitnjavanje trupaca.



Slika 3.9.

Nakon usitnjavanja sirovina se lančanstom transporterom ( Slika 3.10.)[6] prenosi do skladišta ( Slika 3.11)[6]. Po potrebi se onda iz skladišta također još jedim lančanstim transporterom ( Slika 3.16.)[6] prenosi do manjeg spremnika iz kojeg se onda pomoću pužnih dozatora donosi gorivo u kotao.



Slika 3.10. Lančansti transporter



Slika 3.11. Skladište usitnjene sirovine

Kada je potrebno nadmojestiti potrošeno gorivo, to jest sirovinu, pomoću hidrauličkih pumpi ( Slika 3.13.)[6] se pokreću podni gurači ( Slika3.12.)[6], a time se onda pomiče sirovina unutar skladišta i na rubu skladišta se nalazi trakasti transpoter koji onda prenosi gorivo do lančastog transpotera.



Slika 3.12. Podni gurači





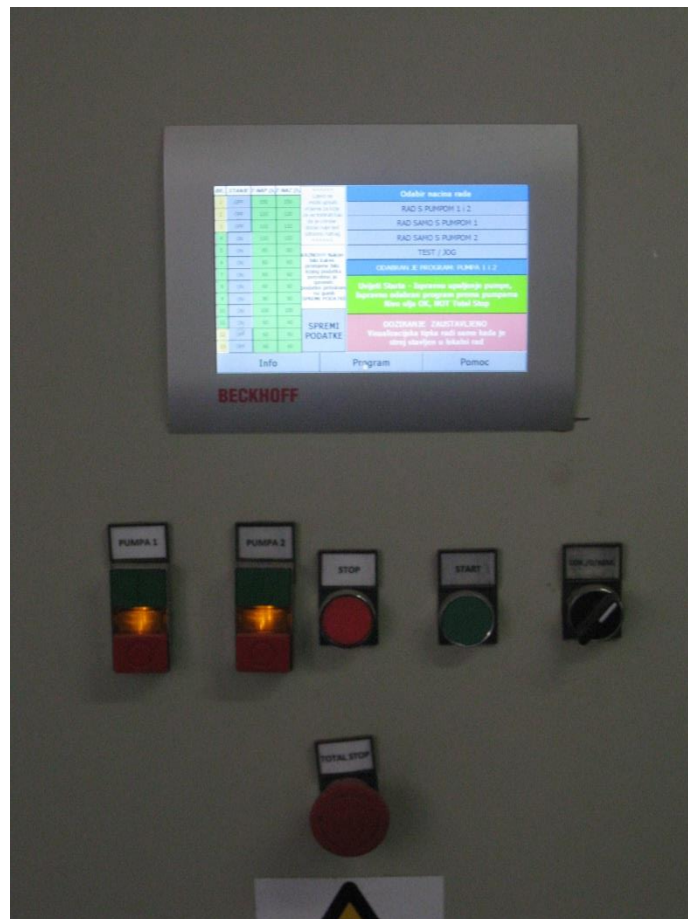
Slika 3.13. Hidraulička pumpa



Slika 3.14. Nazvina pločica hidrauličke pumpe

Na slici 3.14 možemo vidjeti nazivne veličine za hidrauličke pumpe dok nam slika 3.15 predstavlja regulator za pumpe i podne gurače.





Slika 3.15. Regulacija hidrauličkih pumpi (agregata) i podnih gurača



Slika 3.16. Lančasti transpoter



Slika 3.17. Shema procesa goriva i pepela

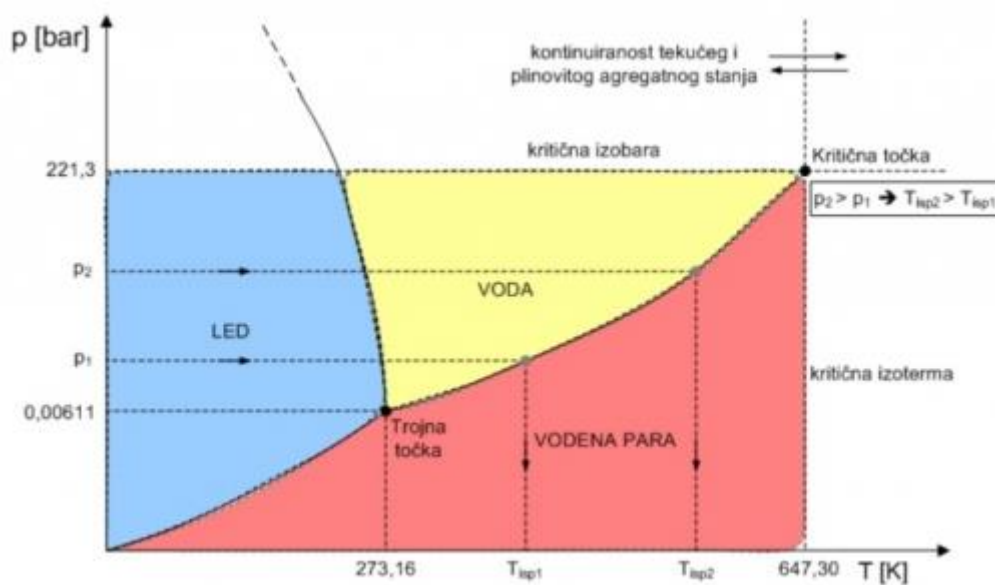
Na slici 3.1.8. možemo vidjeti sve procese koje sam prethodno naveo i kako je sve automatski regulirano pomoću računala.

### 3.2 Kotao (ložište)

Kotao ili generator pare (Slika 3.20.) [6] je zatvorena obično okomita struktura koja se nalazi u elektrani i služi za stvaranje pare tako što sirovina izgara u ložištu kotla i zagrijava vodu koja se doprema elektrani, to jest kotlovsku vodu. Ložište je dio kotla u kojem se gorivo priprema za igaranje, za osiguranje potpunog izgaranja i za odvod pepela. Što se tiče samoga procesa izgaranja, za njega se ne može točno opisati na koji način se procesi događaju no ono što se može znati je koliko je potrebna količina zraka za bolje izgaranje, koliku energiju i kakav sastav posjeduju plinovi tijekom izgaranja te kolika je njihova unutrašnja kalorička energija izgaranja.

Prilikom izgaranja goriva, tim procesom nastaju plinovi koji imaju svoju unutrašnju kaloričku energiju izgaranja. Potom se unutrašnja kalorička energija plinova pretvara u toplinsku energiju koja se onda koristi za zagrijavanje vode.

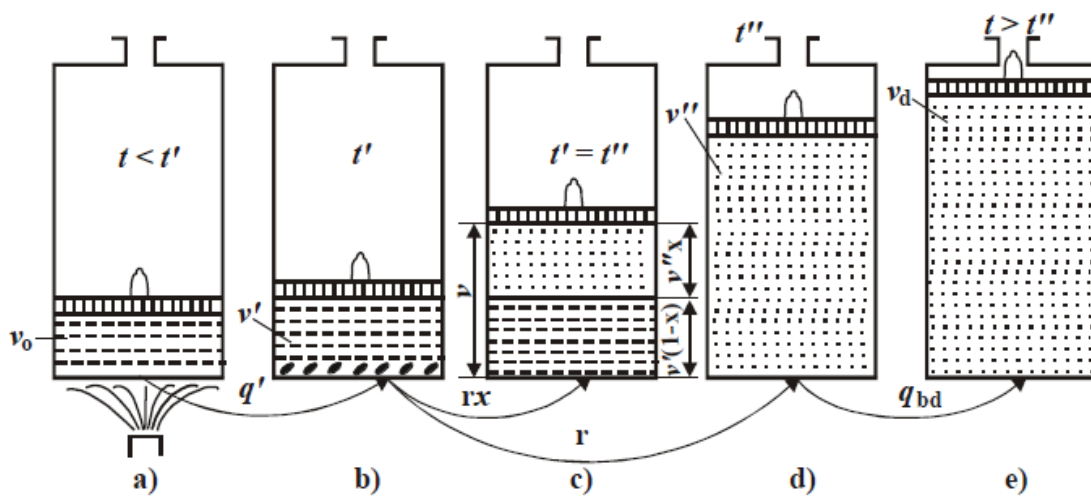
Danas su parni kotlovi izvedeni putem sustava cijevi (kako bi se povećala površina preko koje toplinska energija prelazi na vodu i paru) pa se zbog toga i nazivaju generatorima pare. Kako s povećanjem unutrašnje kaloričke energije izgaranja plinova tako se povećava i sama toplinska energija koja zagrijava vodu. Voda se zagrijava i do kada dođe do temperature vrelišta, ona se počne isparavati. No ovdje se mora reći da se ne povećava unutrašnja kalorička energija vode (vodene pare) nego ta se energija troši samo da bi se molekule vode pod velikom temperaturom počele titrati oko svoga mjesta i da bi na kraju se odvojile jedna od druge i tako bi nastala vodena para.



Slika 3.18. Agregatna stanja vode

Na slici 3.18.[10] možemo vidjeti također da se s povećanjem temperature povećava tlak unutar posude, cijevi i slično. S obzirom na to treba se dobro projektirati kotao i odrediti koja će se vrsta materijala koristiti kako bi se moglo izdržati takve tlakove i temperature.

Nakon što se došlo do procesa isparavanja, moguće je da se dobivena vodena para šalje parovodom do turbine i da se dobije električna energija. No gotovo se elektrane zagrijavaju vodenu paru na još veće temperature jer bi se sada prilikom prijenosa toplinske energije nastale izgaranjem goriva povećavala unutrašnja kalorična energija vodene pare. To se radi sve dok ne dobijemo suhozasićenu paru te naposljetku pregrijanu paru ( Slika 3.19.)[10].



Slika 3.19. Proces isparavanja vode

Suhozasićena para je para koja se nalazi u sastavu vlažne pare. Vlažna para je para koja se nalazi iznad vrele kapljevine (vode) i ona zapravo sadrži male čestice vode a nju definira sadržaj pare  $x$ .  $X$  kg suhozasićene pare nam govori koliko ima pare u 1 kg vlažne pare. Ako je on 0, onda je to vrela kapljevina, a ako je  $x = 1$  onda je vlažna para postala suhozasićena para. Suhozasićena para je nestabilna jer se hlađenjem već ponovo vraća u stanje vlažne pare i vrele kapljevine, a ako je malo zagrijemo postaje pregrijana para.

Pregrijana para je para koja se na kraju koristi za pokretanje turbine jer ona ima veću energiju nego vlažna para i nema male kapljice vode unutar svoga sastava što može oštetiti lopatice turbine. No njezin problem je taj što se ona nalazi na puno većoj temperaturi nego vlažna para pa lopatice turbine moraju biti napravljene od materijala koji će moći izdržati takve temperature[13].

Specifikacije kotla koji se nalazi u elektrani možemo vidjeti u tablici 3.1..

Tablica 3.1. Specifikacije kotla

Podaci	Nazivne veličine
Nominalni kapacitet kotla	33 t/h
Temperatura napojne vode	105 °C
Temperatura pregrijane pare	450 °C
Tlak pregrijane pare	60 bar
Maksimalni tlak u bubnju	75 bar
Snaga kotla	26,4 MW



Slika 3.20. Kotao

Ispod samo kotla imamo lančaste transportere koji prenose pepeo koji ostane nakon izgaranja. Ti lančasti transpoteri su hladeni vodom zbog velike temperature pepela koji dolazi iz ložišta.



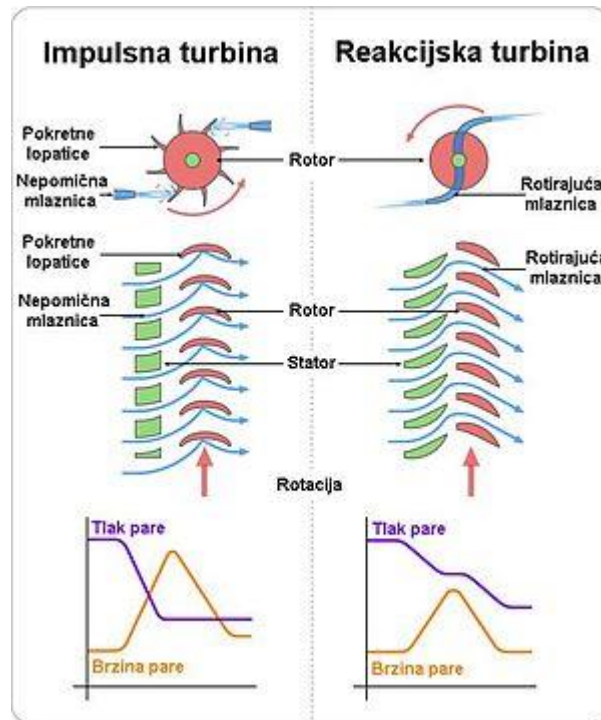
U tablici 3.2. možemo vidjeti stanje pare i ostalih elemenata u trenutku fotografiranja.

Tablica 3.2.

PODACI	MJERNE JEDINICE
Protok pare	20,9 t/h
Tlak pare	53 bar
Temperatura pare	441,5 °C
Razina vode u bubnju	109,2 mm

### 3.3. Turbina

Parna turbina je rotacijski toplinski stroj u kojem se energija pare visokog tlaka i temperature najprije pretvara u kinetičku energiju strujanja, a potom u mehanički rad, vrtnju rotora. Danas postoje mnogo vrsta parnih turbina, od nekoliko kilovata snage pa do stotina megavata. Osnovni dijelovi parnih turbina su rotor, kućište turbine, stator i lopatice (rotorske i statorske). Statorske lopatice ili sapnice se nalaze ispred rotorskih lopatica i one daju toku pare povoljan smjer i brzinu. Jedan red statorskih i rotorskih lopatica čine stupanj turbine pa se onda takva turbina zove jednostupanjska turbina. Postoje i višestupanjske turbine jer se povećanjem stupnja turbine povećava iskorištenje pare koja dolazi iz kotla. Obzirom na princip rada imamo akcijske (impulsne), reakcijske ili akcijsko-reakcijske. Akcijske turbine su one gdje se ekspanzija pare događa samo na statorskim lopaticama dok na rotorskim lopaticama dolazi samo do promjene smjera bez promjene tlaka. Time se ostvaruje vrtnja rotora i odvođenje korisne snage pa para izlazi s nižom kinetičkom energijom. Na takvu načelu radi de Lavalova turbina. Kod reakcijskih turbina ekspanzija se odvija dijelom u statorskim, a dijelom i u rotorskim lopaticama, u kojima se toku pare mijenja smjer, ali istodobno dolazi i do promjene tlaka ( Slika 3.21.)[11]. Turbina kod koje se od ukupne toplinske energije polovica promjene energije odvija u statorskim, a druga polovica u rotorskim lopaticama, prema svojem se izumitelju naziva Parsonsova turbina [9].



Slika 3.21. Shematski prikaz impulsne i reakcijske turbine

Već prema tomu je li tlak na izlazu iz turbine niži ili viši od atmosferskoga, parne turbine mogu biti kondenzacijske ili protutlačne. Kod kondenzacijske turbine para nakon obavljenoga rada odlazi u kondenzator, gdje se kondenzira. Budući da je obujam vode mnogo manji od obujma pare, u kondenzatoru se stvara vakuum, koji omogućava veću ekspanziju pare u turbini, a time i veću jediničnu snagu kondenzacijskih turbina. Voda se pumpa natrag u generator pare kako bi ponovno bila pretvorena u paru. Kod protutlačne turbine para ekspandira do tlaka koji je znatno viši od atmosferskoga, pa na izlazu još uvijek ima znatnu toplinsku energiju, koja se koristi za grijanje zgrada i različite tehnol. procese u industriji. U iste svrhe koriste se i kondenzacijske i protutlačne turbine s reguliranim i nereguliranim oduzimanjem pare, kod kojih se dio pare oduzima nakon jednog ili više stupnjeva turbine[9]. Turbina korištena u elektrani Slavonija OIE je kondenzacijska parna turbina ( Slika 3.22.)[6]. Točnije ime je 'Condensing steam turbine with two controlled extractions' a nalazi se pod 'Extraction steam turbine', odnosno parne turbine sa oduzimanjem pare.



Slika 3.22. Parna turbina u elektrani

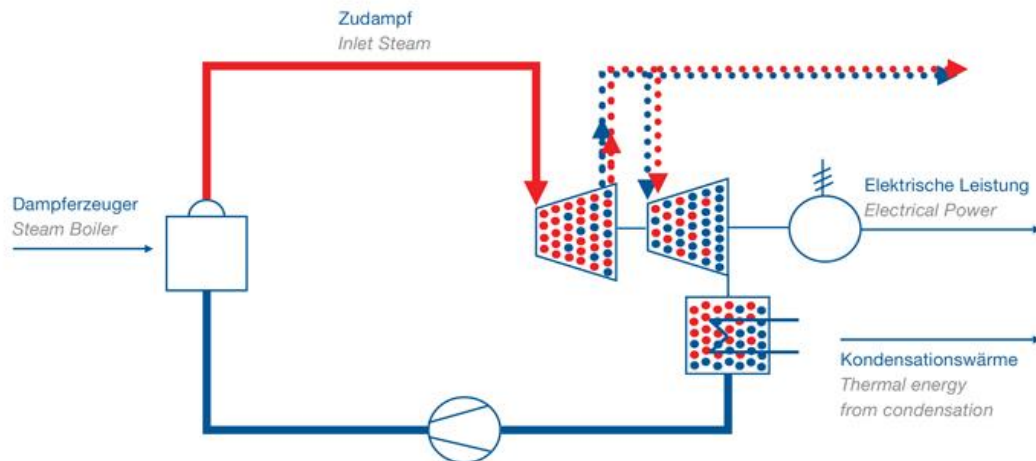
Projektirane veličine za parnu turbinu su dani u tablici 3.3.[4]. Proizvođač turbine je Turbinen-Technik, Njemačka. Shema turbine je na slici 3.23.[4].

Tablica 3.3. Nazivne veličine i mjerne jedinice za turbinu

<b>PODACI</b>	<b>MJERNE JEDINICE</b>
<b>Izlazna snaga turbine</b>	9700 kWel
<b>Brzina vrtnje</b>	6180 o/min
<b>Ulazne vrijednosti za paru</b>	45 bar, 450 °C
<b>Tlak oduzete pare 1</b>	15 bar
<b>Tlak oduzete pare 2</b>	5 bar
<b>Tlak izlazne pare</b>	0,1 bar



Schematic diagram



Slika3.23. Shematski prikaz turbine

Kao što sam već bio rekao, ovdje se radi o kondenziranoj parnoj turbini sa oduzimanjem pare pa stoga ću navesti vrijednosti ulaznih parametara u vrijeme fotografiranja. To možemo vidjeti u slijedećoj tablici:

Tablica 3.4. Podaci o ulaznim veličinama pare

PODACI	MJERNA JEDINICA
Ulazni protok pare	20,84 t/H
Tlak pare	52,3 bar
Temperatura pare	425,9 °C

Ako je potrebno, jedan dio se pare oduzima iz turbine i šalje se do pararazvodnika.

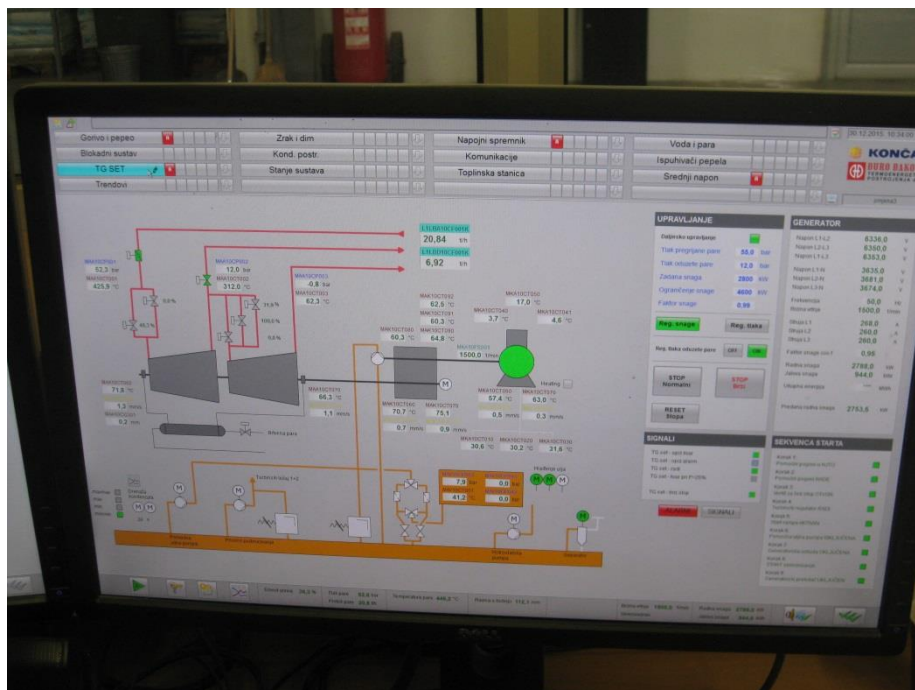
Tablica 3.5. Podaci o oduzetoj pari iz turbine

PODACI	MJERNA JEDINICA
Protok pare	6,92 t/h
Tlak pare	12 bar
Temperatura pare	312 °C

Na kraju procesa iskorištenja energije pare koja je došla u turbine, ostatak pare se cijevovodima dovodi do zračnih kondenzatora, to jest ventilatora koji hlade pare i dovode je u spremnik kondenzata. Podaci za izlaznu paru su dani u tablici 3.6..

Tablica 3.6. Podaci za izlaznu paru

PODACI	MJERNE JEDINICE
Tlak pare	-0,8 bar
Temperatura pare	62,3 °C



Slika 3.24. Prikaz regulacije turbine, reduktora i generatora iz kontrolne sobe

Na slikama 3.24. i 3.25. su prikazani regulacija procesa turbine, reduktora i generatora.



Slika 3.25. Prikaz regulacije generatora, turbine i reduktora

### 3.4. Reduktor

Reduktor je mehanički uređaj pomoću kojeg se smanjuje brzina pogonskog vratila, radnoga vretena i drugog, a pritom se brzina vrtnje pogonskoga stroja ili motora ne mijenja. Obično se stavlja između nekog pogonskog dijela stroja i motora, to jest u ovome slučaju između turbine i generatora. Prijenos snage i gibanja kod reduktora se izvodi posebnim oblikom njegovih dijelova (na primjer zupčanici) ili trenjem (na primjer remen), a prijenosni omjer veći je od jedan. U tablici 3.7. imamo prikazane zadane veličine za reduktor.

Tablica 3.7. Podaci za reduktor uzeti sa slike 3.26 [6].

PODACI	MJERNE JEDINICE
Snaga rekutora	5401-8500 kW
Ulazna brzina	6182 o/min
Izlazna brzina	1500 o/min
Odnos	4.121
Težina	4000 kg



Slika 3.26.

### 3.5. Generator

Električni generator je električni stroj koji pretvara pogonsku energiju stroja u električnu energiju. Pogonski stroj se može odnositi na vodenu, parnu ili plinsku turbinu, na Dieslov motor, vjetroturbinu ili na benzinski motor [5]. U ovome slučaju se to odnosi na parnu turbinu. Kako se u ovoj elektrani koristi trofazni sinkroni generator, u daljnjem tekstu ćemo se više baviti upravom tim tipom sinkronog stroja.

Sinkroni strojevi se mogu razvrstati na više načina i to prema:

- vrsti pogonskog stroja
- konstrukciji rotora i
- brzini vrtnje

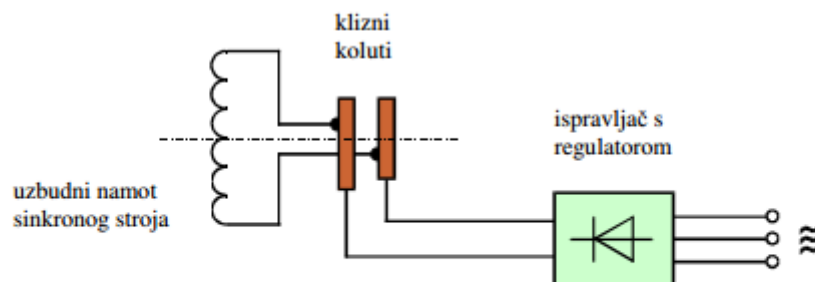
U ovome slučaju je bitno spomenuti trubogeneratore. To su brzohodni strojevi izvedeni s cilindričnim rotorom. Oni se pogone plinskom ili parnom turbinom koje imaju velike brzine. Izvode se isključivo s horizontalnom osovinom. Zbog velikih centrifugalnih sila koje djeluju na rotor generatora, on ne smije biti velikog promjera. Velika brzina vrtnje turbine uvjetuje malen broj polova i izvedbu s neistaknutim polovima (cilindrični rotor). A kako generator mora imati barem 2 pola, to onda govori da za mrežu frekvencije 50 Hz brzina vrtnje rotora može biti najviše 3000 o/min[1].

Na statoru sinkronog stroja je obično smješten armaturni namot koji je smješten u utorima po obodu stroja. Armaturni namot je namot u kojem se događa indukcija napona pod utjecajem magnetskog polja i ako je spojen na mrežu njime će poteći struja koja dalje ide do korisnika. Na rotoru je smješten uzбудni namot koji omogućuje stvaranje magnetskog polja i okretanjem rotora se dobije promjenjivo magnetsko polje koje onda inducira napon na aramturi.

Veći generatori grade se isključivo s uzbuđom pomoću istosmjerne struje. Ta struja teče uzbuđnim namotom i naziva se uzbuđna struja. Kao izvori uzbuđne struje koriste se u praksi tri osnovna rješenja:

- uzbuđa s istosmjernim uzbuđnikom
- statička uzbuđa
- beskontaktna uzbuđa

Za ovaj spomenuti generator se koristi statička uzbuđa ( Slika 3.27.)[2][3]. Kod statičke uzbuđe je istosmjerni generator zamijenjen statičkim ispravljačem. Struja iz izmjeničnog izvora se ispravlja upravljivim tiristorskim ispravljačem na koji djeluje regulator uzbuđne struje. Ovo je pouzdaniji sustav od istosmjernog uzbuđnika, ali još uvijek ostaju klizni prsteni i četkice kao mogući izvor problema[2].



Slika 3.27. Uzbuđa generatora



Indar		Tel.: +34 943 02 83 00 civ@indar.ingersoll.com 20200 BEASAIN (SPAIN)		GENERADOR SÍNCRONO / SYNCHRONOUS GENERATOR		IEC 60034-1	
Tipo máquina: Machine code:		LSA-710-K/4		Potencia nominal: Rated output:		6000 kVA	
Nº de serie: Serial No.:		4010000816		Tensión nominal: Rated voltage:		6300 V	
Año de fabricación: Year of manufacture:		2013		Masa total aproximada: Approximate total mass:		11900 kg	
Nº de fases: No. of phases:		3		Conexión: Connection:		Y	
Clase térmica: Thermal class:		H/H		Grado de protección (código IP): Degree of protection (IP code):		44R	
Limite calentamiento: Temperature rise limit:		F/F		Servicio: Duty:		S1	
Temp. nominal aire ambiente: Rated ambient air temp.:		40 °C		Temp. nominal agua refrigeración: Rated cooling water temp.:		-	
Temp. máx. aire ambiente: Max. ambient air temp.:		40 °C		Temp. máx. agua refrigeración: Max. cooling water temp.:		-	
Temp. mín. aire ambiente: Min. ambient air temp.:		0 °C		Altitud: Altitude:		<1000 <sup>m.s.n.m.</sup> m.a.s.l.	
				Intensidad nominal: Rated current:		549,9 A	
				Frecuencia nominal: Rated frequency:		50 Hz	
				Velocidad nominal: Rated speed:		1500 1/min	
				Sobrevelocidad: Overspeed:		1800 1/min	
				Factor de potencia nominal: Rated power factor:		0.85	
				Tensión de excitación nominal: Rated excitation voltage:		56 V	
				Intensidad de excitación: Rated excitation current:		8 A	

Slika 3.28. Natpisna pločica generatora



Slika 3.29 Trofazni sinkroni generator

Na slici 3.29 možemo vidjeti generator koji se koristi u spomenutoj elektrani. Nazivna prividna snaga generatora je 6 MVA, dok je najveća dopuštena radna snaga 4,8 MW.

### 3.6. Kodenzacijsko postrojenje

Kodenzacijsko postrojenje je dio elektrane u kojem se sprema voda koja je nastala nakon izlaska pare iz turbine i njezinim hlađenjem pomoću zračnih kodenzatora. Voda se doprema pomoću pumpi ( Slika 3.31.)[6]. Voda koja je nastala prilikom hlađenja se sprema u spremnik koji se zove spremnik kodenzata ( Slika 3.30.)[6]. Za kodenzator možemo reći da je to izmjenjivač topline kojem se s jedne strane dovodi para, a s druge rashladni medij. Rashladni medij strući kroz cijevi u kodenzatoru preuzima od pare njezinu unutrašnju kaloričku energiju dok se para skroz ne kodenzira. Treba napomenuti da su para i kodenzat odvojeni od rashladnog medija iako postoje izvedbe gdje se para i rashladni medij direktno miješaju. Na osnovu toga postoje protočno hlađenje i povratno hlađenje.

Protočno hlađenje podrazumijeva stalni dovod novog rashladnog medija, a to je najčešće voda iz okolnih rijeka, jezera ili čak mora. Problemi koji se vežu uz takav način korištenja procesa hlađenja je taj da se okolnim rijekama, jezerima i morima nepsosredno uz elektranu povećava temperatura vode, a drugi problem je taj što za velike elektrane su potrebne velike količine vode da bi se mogla hladiti para koja dolazi iz turbine.

Zato se danas sve više koristi povratni način hlađenja koji ne koristi okolnu vodu da bi se para kodenzirala, nego se koristi voda koja je nastala kodenzacijom te iste pare, to jest voda kruži cijelo vrijeme kao što smo mogli vidjeti za Rankineov termodinamički ciklus. Neki od načina na koji se može hladiti izlazna para su vlažni rashladni tornjevi s prirodnim i prisilnim strujanjem zraka, suhi rashladni tornjevi s prirodnim i prisilnim strujanjem zraka, te zračni kodenzatori. Također postoje problemi što tiče takvih izvedba hlađenja. Npr., u vlažnom tornju s prirodnim strujanjem zraka zagrijana se voda iz kodenzatora dovodi u toranj nekoliko metara iznad osnovice, tamo se raspršuje u sitne kapljice koje padaju na prepreke koje omogućuju izmjenu topline između vode i zraka što zbog uzgona struji prema vrhu tornja. Smjesa zraka i vodene pare izlazi na vrhu tornja i diže se uvis jer joj je temperatura viša od temperature okolnog zraka; ubrzo postaje vidljiva zbog kodenzacije vodene pare. Ta kodenzirana vodena para povećava količinu oborina u smjeru vjetrova, dok oblaci vodene pare iz rashladnih tornjeva pridonose nastanku magli te leda na cestama i dalekovodima u blizini tornjeva zimi. U elektrani Slavnoija DI se koriste dva zračna kodenzatora koje možemo vidjeti na slici 3.32.[6] i na slici 3.33.[6].



Slika 3.30. Spremnik kondenzata

Vrijednosti veličina za spremnik kondenzata su prikazane u tablici 3.8..

Tablica 3.8. Podaci o spremniku kondenzata

<b>PODACI</b>	<b>MJERNE JEDINICE</b>
<b>Tlak spremnika</b>	209,8 mbar
<b>Temperatura spremnika</b>	30,7 °C
<b>Razina vode u spremniku</b>	823,6 mm
<b>Zadana razina vode u spremniku</b>	800 mm





Slika 3.31. Pumpe kondenzata



Slika 3.32. Zračni kondenzator 1

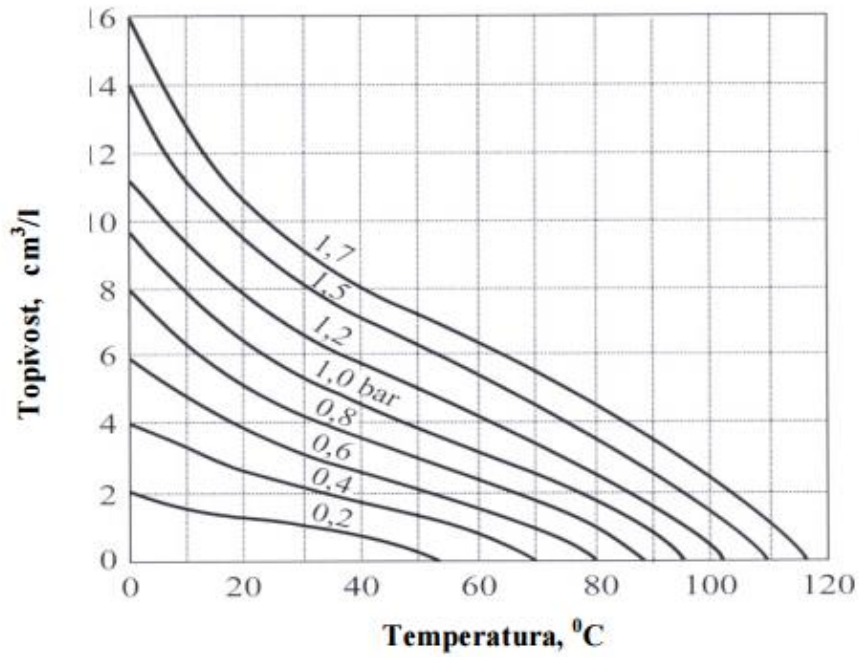


Slika 3.33. Zračni kondenzator 2

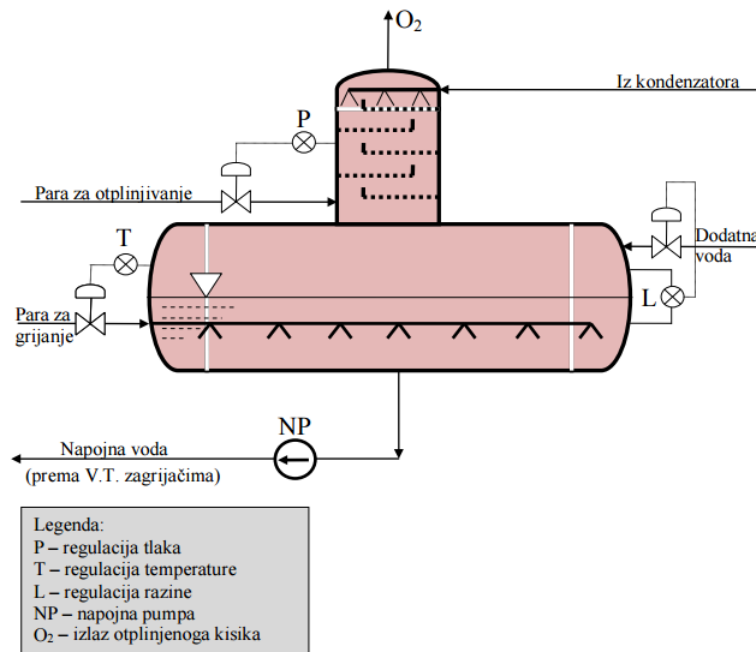
### 3.7. Napojni spremnik

Napojni spremnik (slika 3.38.)[6] je spremnik u kojem se voda dovodi iz spremnika kondenzata, a u ovome slučaju voda se također dovodi iz toplinskih stanica. Ona se tamo po potrebi zagrijava na određenu temperaturu i onda se prenosi do bubnja pomoću napojne pumpe (slika 3.37.)[6]. Također u napojnom spremniku postoji zagrijač koji služi za termičko otplinjavanje vode pa se stoga taj proces zove i otplinjavanje [6].

Termičko otplinjavanje (slika 3.34.)[12] je proces uklanjanja otopljenih plinova, najvažniji su kisik (slika 3.35.)[12] i ugljikov dioksid s ciljem da se spriječi njihovo korozivno djelovanje u dijelovima termoenergetskoga postrojenja, to jest da ne dođe do oštećenja unutar cijevi koje prenose pare i na lopaticama turbine. Topivost plinova u vodi smanjuje se s porastom njene temperature i pada na najmanju vrijednost kod temperature vrelišta. Stoga se u otplinjaču, direktnim miješanjem s parom u protustrujnome strujanju te uz raspršivanje, voda zagrijava do temperature isparivanja što odgovara tlaku koji vlada u njemu.



Slika 3.34. Dijagram topivosti kisika u vodi u zavisnosti od temperature i tlaka



Slika 3.35. Primjer sheme otplinjača sa spremnikom napojne vode

Slijedeće tablice (od 3.9. do 3.12.) prikazuju vrijednosti pojedinih parametara važne za napojni spremnik. Sve vrijednosti vrijede za vrijeme kada su bile fotografirane i sve se mogu pronaći na slici 3.36.[6].

Tablica 3.9. Vrijednosti za paru za otplinjavanje koja dolazi iz pararazvodnika

<b>PODACI</b>	<b>MJERNA JEDINICA</b>
<b>Tlak pare</b>	11,8 bar
<b>Temperatura pare</b>	287,2 °C
<b>Protok pare</b>	3,42 t/h

Tablica 3.10. Vrijednosti za vodu koja dolazi iz toplinskih stanica 1 i 2

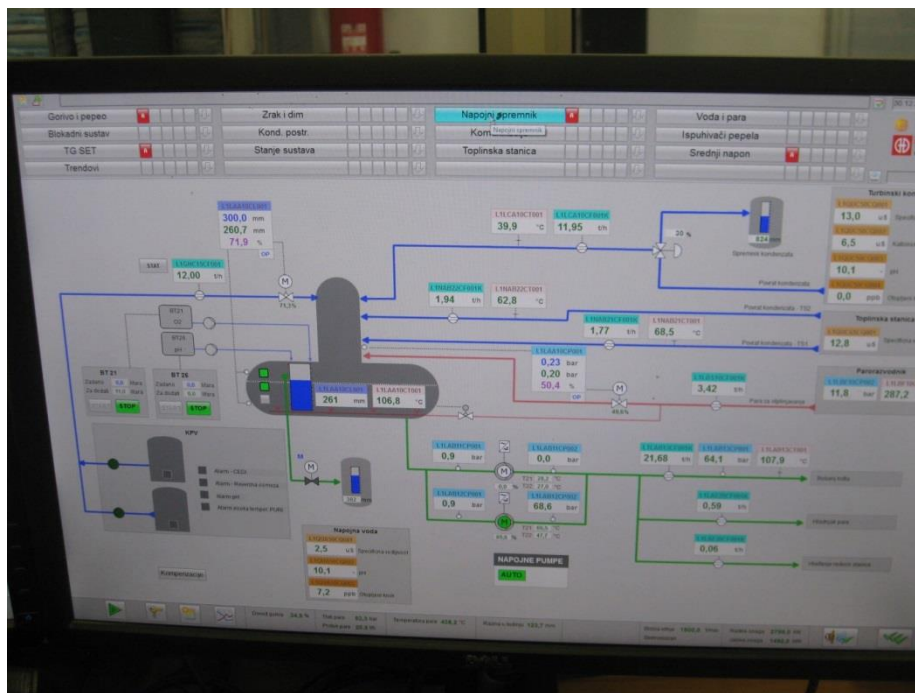
<b>PODACI</b>	<b>MJERNE JEDINICE</b>
<b>Protok vode 1</b>	1,77 t/h
<b>Protok vode 2</b>	1,94 t/h
<b>Temperatura vode 1</b>	68,5 °C
<b>Temperatura vode 2</b>	62,8 °C
<b>Specifična vodljivost</b>	12,8 µS

Tablica 3.11. Vrijednosti za vodu iz spremnika kondenzata

<b>PODACI</b>	<b>MJERNE JEDINICE</b>
<b>Protok vode</b>	11,95 t/h
<b>Temperatura vode</b>	39,9 °C
<b>Specifična vodljivost</b>	13,0 µS
<b>Kationska vodljivost</b>	6,5 µS
<b>pH vode</b>	10,1
<b>Otopljeni kisik</b>	0,00 ppb

Tablica 3.12. Vrijednosti za vodu unutar napojnog spremnika

PODACI	MJERNE JEDINICE
Temperatura vode	106,8 °C
Razina vode	261 mm
Specifična vodljivost	2,5 $\mu$ S
pH	10,1
Otopljeni kisik	7,2 ppb



Slika 3.36. Upravljanje napojnim spremnikom





Slika 3.37. Napojna pumpa



Slika 3.38. Napojni spremnik

### 3.8. Toplinska stanica

Toplinska stanica (slika 3.39.)[6] je stanica koja služi za zagrijavanje hladne vode pomoću pare koja dolazi iz turbine, to jest iz pararazvodnika (slika 3.40.)[6]. Ona se sastoji od 2 toplinske stanice jakosti 4 MWt. Zagrijana voda služi za potrebe furnirice i kotlovnice. Kao što možemo vidjeti na shemi ispod (slika 3.42.)[6], voda se vraća natrag ponovo do tih dviju stanica pomoću cirkulacionih pumpa (slika 3.41.) [6], a još imamo i ekspanzionu posudu koja po potrebi pušta u sustav onoliko vode koliko se izgubilo tijekom prijenosa kako bi se nadoknadio zadani nivo vode u toplinskim spremnicima.



Slika 3.39. Toplinska stanica



Slika 3.40. Pararazvodnik

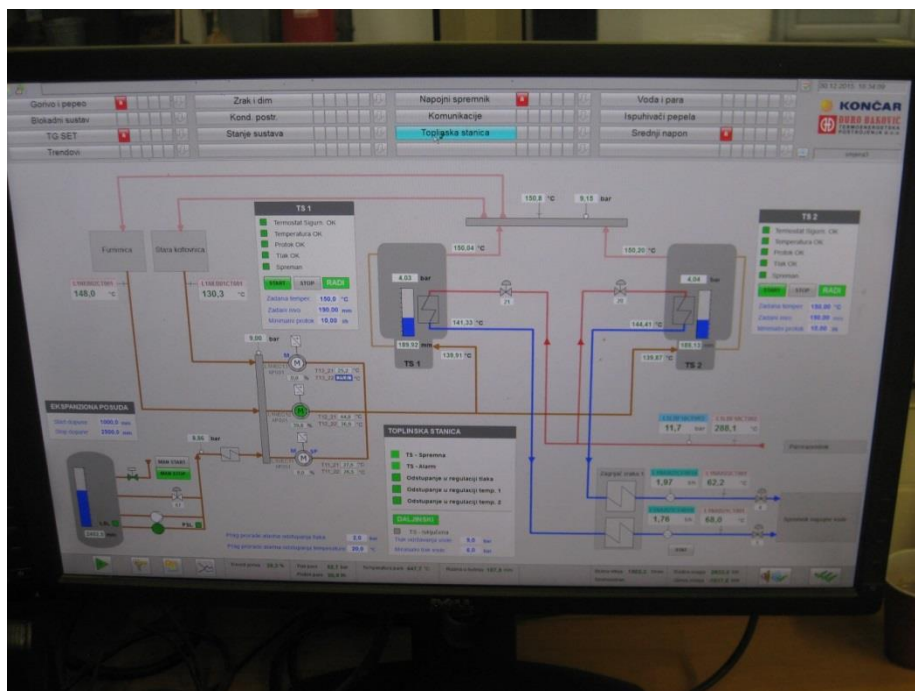


Slika 3.41. Cirkulacione pumpe



Tablica 3.13. Zadane vrijednosti za obje toplinske stanice

PODACI	MJERNE JEDINICE
Zadana temperatura	150 °C
Zadani nivo vode	190 mm
Minimalni protok	10 t/h



Slika 3.42. Shema upravljanja procesima kod toplinske stanice

### 3.9. Protok zraka i dima u elektrani

Zrak je veoma bitna stavka u procesu elektrane. Njegova uloga je zagrijavanje ložišta peći kako bi dobili što veću učinkovitost samo procesa izgaranja. Prvo motorima se, tj pumpama (slika 3.44.)[6] uvlači hladan zrak koji cijevima putuje do ložišta. Taj zrak iz okoline putuje cijevima do ložišta i do manjeg spremnika gdje se nalazi sirovina. No zrak se prvo mora zagrijati prije nego što dođe do krajnjeg odredišta jer topli zrak će imati bolji utjecaj na poboljšanje efikasnosti izgaranja u ložištu kotla. On se pomoću grijača zagrije, a u grijaču se nalazi zrak koji je prethodno filtriran od pepela i ostalih štetnih tvari.

Dim na drugu stranu je produkt izgaranja koji se kasnije filtrira u ekofilterima. On se ne koristi nigdje više jer ima previše čađe i drugih elemenata nakon izgaranja. Veći dio pepela se taloži u jednom spremniku prije ekofiltera kako bi u ekofiltere otišlo što više dima s manje pepela radi boljeg filtriranja. A taj dio pepela koja se nataloži u tom spremniku se ponovo vraća u ložište kotla. Ekofilterima se dim filtrira i na kraju dobijemo čisti zrak koji se odvodi van pomoću tornja, a ostatak nakon filtriranja se sprema i odlaže na posebno mjesto. Također imamo ventilator (slika 3.43.)[6] van elektrane koji povlači taj dim iz elektrane.



Slika 3.43. Motor odsisnog ventilatora



Slika 3.44. Motor usisnog ventilatora



Slika 3.45. Motor BA ventilatora

BA ventilator (slika 3.45.) [6] se koristi kada se iz manjeg spremnika goriva pomoću pužnih dozatora gorivo cijevima doprema do ložišta. Njegova uloga je da vrućim zrakom doprema gorivo pomoći tih cijevi i tako pospješuje izgaranje goriva.



### 3.10. Upravljanje sustavom

Upravljanje sustavom se vrši ponajviše iz kontrolne sobe gdje se pomoću računala mogu vidjeti svi podaci o pojedini procesima u elektrani u realnom vremenu. Te procese ste već mogli vidjeti u prošlim poglavljima, kako koji proces sam objašnjavo tako sam i stavio sheme za te procese. Također u elektrani ima elektroenergetska prostorija u kojoj se nalaze regulatori za skoro sve motore koji se nalaze u elektrani i postoje regulatori koji pokazuju potrošnju i raspodjelu električne energije koju smo dobili iz generatora.

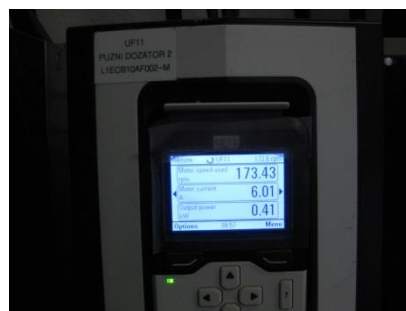
U tablicama ( 3.14. – 3.17.) su prikazane karakteristične vrijednosti za motore koji se koriste u elektrani.

Tablica 3.14. Podaci za pužne dozatore ( Slika 3.47. – 3.50.)

NAZIV MOTORA	STRUJA	BROJ OKRETAJA	SNAGA
<b>Pužni dozator 1</b>	5,31 A	171,78 o/min	0,30 kW
<b>Pužni dozator 2</b>	6,01 A	173,43 o/min	0,41 kW
<b>Pužni dozator 3</b>	6,22 A	174,99 o/min	0,44 kW
<b>Pužni dozator 4</b>	5,01 A	169,86 o/min	0,25 kW



Slika 3.47. Regulator pužnog dozatora 1



Slika 3.48. Regulator pužnog dozatora 2





Slika 3.49. Regulator pužnog dozatora 3



Slika 3.50. Regulator pužnog dozatora 4

Tablica 3.15. Podaci o ventilatorima za zrak i dim ( Slika 3.51. – 3.53.)

NAZIV MOTORA	STRUJA	BROJ OKRETAJA	SNAGA
<b>Usisni ventilator</b>	147,67 A	2040,85 o/min	52,10 kW
<b>BA ventilator</b>	17,53 A	1386,59 o/min	2,59 kW
<b>Odsisni ventilator</b>	151,10 A	715,50 o/min	24,38 kW



Slika 3.51. Regulator za usisni ventilator



Slik 3.52. Regulator za BA ventilator



Slika 3.53. Regulator za odsisni ventilator

Tablica 3.16. Podaci za napojne pumpe ( Slika 3.54 – 3.55.)

NAZIV MOTORA	STRUJA	BROJ OKRETAJA	SNAGA
<b>Napojna pumpa 1</b>	213,00 A	2743,95 o/min	62,3 kW
<b>Napojna pumpa 2</b>	0 A	0 o/min	0 kW

Napojne pumpe ne trebaju raditi sve u istom trenutku pa zbog toga napojna pumpa 2 nema nikakvu vrijednost upisanu u tablici jer nije u pogonu.



Slika 3.54. Regulator za napojnu pumpu 1



Slika 3.55. Regulator za napojnu pumpu 2

Tablica 3.17. Podaci za cirkulacione pumpe ( Slika 3.56. - 3.58).

NAZIV MOTORA	STRUJA	BRZINA VRTNJE	SNAGA
Cirkulac. pumpa 1	0 A	0 o/min	0 kW
Cirkulac. pumpa 2	0 A	0 o/min	0 kW
Cirkulac. pumpa 3	56,35 A	1191,60 o/min	8,37 kW



Slika 3.56. Regulator za cirkulac. pumpu 1



Slika 3.57. Regulator za za cirkulac. pumpu 2



Slika 3.58. Regulator za za cirkulac. pumpu 3

### 3.11. Transformator

Transformator je električni uređaj koji nema pokretnih dijelova a glavna funkcija mu je povezivanje međuindukcijom dva električna kruga izmjenične snage. Osnovni dijelovi svakog transformatora su magnetska jezgra i najmanje dva odvojena namota, primar i sekundar.

Primarni i sekundarni namoti su obično postavljeni jedan do drugoga, to jest što bliže kako bi se ostvarila što bolja međuinduktivna veza. Kako oni nisu povezani jedan sa drugim, električna energija se prenosi elektromagnetskom indukcijom[14]. Elektromagnetska indukcija je pojava kada se u zavoju vodiča kojim teče struja inducira napon ako se taj vodič nalazi u promjenjivom magnetskom polju. Ako promjenjivo magnetsko polje prolazi kroz N zavoja, tada će i ukupni

inducirani napon biti  $N$  puta veći. Elektromagnetska indukcija se može dobiti na dva načina: prvi je način da se zavoj pomiče u magnetskom polju i tako se dobije efekt promjenjivog magnetskog polja ili drugi način, način koji se primjenjuje u transformatorima, je taj da zavojnicom prolazi promjenjiva struja koja će sama onda stvoriti promjenjivo magnetsko polje a za to su onda potrebni primarni i sekundarni zavoji[15]. Još jedna važna stavka koja se mora spomenuti je ta da se različitom izvedbom broja zavoja na zavojnici primara i sekundara električna energija smanjuje ili povećava.

Transformatori koji se nalaze u elektrani SLAVONIJA OIE su namjenjeni za tri različita smjera djelovanja. Jedan transformator prenosi električnu energiju iz mreže prema kompleksu drvne industrije u kojoj se sama elektrana nalazi ( Slika 3.59.)[6]. Iz tablice 3.18. možemo vidjeti vrijednosti za glavne veličine kao što su radna, jalova i prividna snaga te frekvencija mreže u trenutku slikanja.

Tablica 3.18. Prikaz karakterističnih veličina za transformator J1

<b>VELIČINE</b>	<b>RADNA SNAGA</b>	<b>JALOVA SNAGA</b>	<b>PRIVIDNA SNAGA</b>	<b>FREKVENCIJA</b>
<b>VRIJEDNOSTI</b>	- 4,0 MW	- 0,0 MVar	4,1 MVA	49,99 Hz



Slika 3.59. Kutija transformatora J1 u elektroenergetskoj prostoriji

Drugi transformator je namjenjen za potrebe same elektrane, to jest za napanje svih motora i ostalih vrsta trošila unutra elektrane ( Slika 3.60.)[6]. U tablici 3.19 također možemo vidjeti karakteristične veličine i njihove vrijednosti za transformator J3 u trenutku slikanja.

Tablica 3.19. Prikaz karakterističnih veličina za transformator J3

VELIČINE	RADNA SNAGA	JALOVA SNAGA	PRIVIDNA SNAGA	FREKVENCIJA
<b>VRIJDNOSTI</b>	- 0,5 MW	- 0,1 MVar	0,5 MVA	49,97 Hz





Slika 3.60. Kutija ransformatora J3 u elektroenergetskoj prostoriji

Zadnji transformator je onaj koji prenosi električnu energiju iz generatora u vanjsku mrežu ( Slika 3.61.). Tablica 3.20 nam prikazuje veličine karakteristične za transformator J2.

Tablica 3.20. Prikaz karakterističnih veličina za transformator J2

VELIČINE	RADNA SNAGA	JALOVA SNAGA	PRIVIDNA SNAGA	FREKVENCIJA
VRIJEDNOSTI	4,5 MW	0,1 MVAr	4,5 MVA	49,99 Hz



Slika 3.61. Kutija transformatora J2 u elektroenergetskoj prostoriji

### 3.12 NATPISNE PLOČICE MOTORA



Slika 3.62. Pločica motora za usitnjavanje



Slika 3.63. Pločica motora za usitnjavanje



Slika 3.64. Pločica motora za pokretanje trake



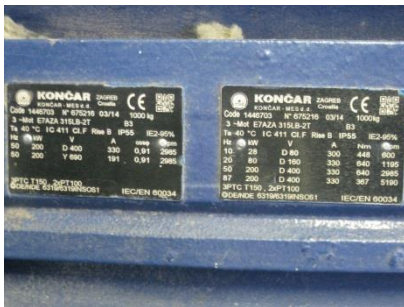
Slika 3.65. Pločica motora odsisnog ventilatora



Slika 3.66. Pločica motora usisnog ventilatora



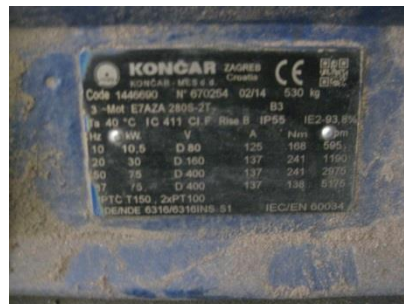
Slika 3.67. Pločica motora BA ventilatora



Slika 3.68. Pločica napojne pumpe



Slika 3.69. Pločica motora pumpe kondenzata



Slika 3.70. Pločica cirkulacione pumpe

Na slikama 3.62,3.63 i 3.64 su prikazae pločice motora koji se koriste pri obradi i transportu sirovine. Na slikama 3.65. – 3.67. su prikazane pločice motora koji pokreću ventilatore zraka i dima. Na kraju imamo pločice od pumpi ( Slika 3.68. – 3.70.) koje se koriste za cirkulaciju vode unutar elektrane.

## 4. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj završni rad sam se bolje upoznao sam radom samih elektrana, u ovome slučaju kogeneracijsku elektranu na biomasu. Kogeneracija je u ovome slučaju jako dobar izbor jer se odmah iskorištava toplinska energija koja bi inače bila samo nusprodukt u proizvodnji. Kroz mnogo slika i shema sam prikazao način rada elektrane i što je sve potrebno da bi jedno takvo postrojenje moglo raditi. Također sam se bolje upoznao na koji način se iz nekovencionalnog goriva dobije električna i toplinska energija te kako su svi individualni procesi u elektrani povezani jedan s drugim.

Vidljivo je iz priloženih podataka da za pokretanje ovakog velikog sustava potrebno je mnogo elektromotora koji se koriste za razne svrhe. Veliki dio u kontroli motora se vrši pomoću regulatora, koji su nezamjenjivi zbog svoje brze i točne reakcije na najmanje promjene u ovakom velikom sustavu.

Na kraju mogu reći da, iako je ovo elektrana manje snage, ovo postrojenje ima dosta složen proces proizvodnje zbog mnogo faktora koji su uključeni u taj proces. Svi ti faktori moraju biti u skladu kako bi mogli dobiti na kraju ono što pokreće naš svijet danas, a to je električna energija.

**LITERATURA**

[1] -Sinkroni generator, Tehničko veleučilište Zagreb; url: <http://nastava.tvz.hr/el-strojevi-II/SinAsink.pdf>, (veljača 2016.)

[2] – Sinkroni generator, uzbuda generatora, Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb; url: [https://www.fer.unizg.hr/download/repository/skripta\\_sinkroni\\_EEP\\_v2%5B1%5D.pdf](https://www.fer.unizg.hr/download/repository/skripta_sinkroni_EEP_v2%5B1%5D.pdf), (veljača 2016.)

[3]- Generator proizvođača, [http://www.ingetteam.com/Portals/0/Catalogo/Producto/Documento/PRD\\_290\\_Archivo\\_indar-sg-s-fy02inme01-b.pdf](http://www.ingetteam.com/Portals/0/Catalogo/Producto/Documento/PRD_290_Archivo_indar-sg-s-fy02inme01-b.pdf), (13.2.2016.)

[4]- Turbina proizvođača, <http://www.turbinen-technik.de/en/produkte/entnahmeturbine/>, (veljača 2016.)

[5]- Električni generator, Hrvatska enciklopedija, url: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=17578>, (svibanj 2016.)

[6] - osobne fotografije (uslikane 29.12.2015)

[7] - Potencijal bioenergije u Hrvatskoj po regijama, url: <http://www.izvorienergije.com/bioenergija.html>, (svibanj 2016.)

[8] - Neutralni CO<sub>2</sub> ciklus, url: [http://www.viaspace.com/biomass\\_versus\\_alternatives.php](http://www.viaspace.com/biomass_versus_alternatives.php), (svibanj 2016.)

[9] - Parna turbina, url: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=46749>, (svibanj 2016.)

[10] - Energetske pretvorbe u elektranama, Fakultet elektrotehnike i računarstva; url: [https://www.fer.unizg.hr/download/repository/03\\_Energetske\\_pretvorbe\\_u\\_termoelektranama%5B2%5D.pdf](https://www.fer.unizg.hr/download/repository/03_Energetske_pretvorbe_u_termoelektranama%5B2%5D.pdf)

[11] - Parne turbine, Tehnički fakultet, Rijeka; url: [http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/energetska\\_postrojenja/5.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/energetska_postrojenja/5.pdf)

[12] - Zagrijač vode s direktnim miješanjem (otplinjač), Tehnički fakultet, Rijeka; url: [http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/energetska\\_postrojenja/7.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/energetska_postrojenja/7.pdf)

[13] - Energetske pretvorbe, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek; url: [https://loomen.carnet.hr/pluginfile.php/343079/mod\\_resource/content/1/EnergetskePretvorbe6.pdf](https://loomen.carnet.hr/pluginfile.php/343079/mod_resource/content/1/EnergetskePretvorbe6.pdf),



14] - Transformator, Hrvatska enciklopedija.

url: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=62032> , (srpanj 2016.)

[15] - Elektromagnetska indukcija, Hrvatska enciklopedija,

url: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=17628> , (srpanj 2016.)

## ŽIVOTOPIS

JOSIP TONČEK

Rođen je u Slavonskom Brodu 23. lipnja 1994. U Donjim Andrijevcima 2009. je završio osnovnu školu „Viktor Car Emin“ te se iste godine upisao u „Gimnaziju Matije Mesića“, opći smjer, u Slavonskom Brodu. Srednju školu je završio 2013. s općim uspjehom „vrlo dobar“.

2013. godine upisuje preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku, a na drugoj godini se upisao za smjer elektroenergetika.

Informatički je pismen te se zna služiti programskim paketom Microsoft office (Excell, Word, PowerPoint, Visio). Također se vrlo dobro služi engleskim jezikom.

U Osijeku, 28.8.2016.

Josip Tonček

Potpis:



---

**SAŽETAK**

U završnom radu je opisan rad kogeneracijske elektrane na biomasu. Opisano je koja se sirovina koristi za gorivo, kakve tehnologije se koriste za izgaranje odabrane sirovine i koja je razlika između kogeneracijske elektrane i elektrana koje se koriste samo za proizvodnju električne energije. Nadalje je opisan rad pogona, to jest prikazan je proces od obrade sirovine do stvaranja električne i toplinske energije. Postoji još dosta procesa koji se događaju prije samog dobivanja željenih energija koji imaju veliku ulogu u funkcioniranju elektrane i oni su svi opisani u trećem poglavlju. Na kraju se dobije električna energija putem generatora i ona se onda koristi u samom kompleksu drvne industrije, koristi se za pokretanje motora unutar elektrane te ostatak se šalje u mrežu.

**Ključne riječi:** biomasa, kogeneracija, Rankineov ciklus, kotao, ložište, pregrijači, turbina, reduktor, generator, parazvodnik, toplinska stanica, spremnik kondenzata, napojni spremnik, regulatori, protok zraka i dima

**ABSTRACT**

The final thesis describes the work of CHP biomass plants. We can see which raw materials are used for fuel, what kind of technology is used for combustion of selected raw materials and the difference between cogeneration power plants and power plants used for electricity generation. Furthermore, the operation of the powerplant is explained, where is shown process of gathering the raw materials to the creation of electricity and heat. There is still a lot of processes that occur prior to obtaining the desired energy and they have a major role in the operation of power plants and they are all described in the third chapter. Finally we get the electrical energy via a generator and it is then used in the timber industry complex, it is used to start the engine inside the plant and the rest is sent to the network.

**Key words:** biomass, cogeneration, Rankine cycle, boiler, furnace, superheating, turbine, gearbox, generator, steam valve, thermal stations, tank condensate, supply tank, regulators, electrical energy, thermal energy, transformer

