

Pogon šećerane Tvornice šećera Osijek d.o.o.

Jovičić, Borna

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:200:153559>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

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 ŠEĆERANE „TVORNICE ŠEĆERA OSIJEK
D.O.O.“**

Završni rad

Borna Jovičić

Osijek, 2017.

SADRŽAJ:

1. Uvod.....	1
1.1 Zadatak završnog rada.....	1
2. Povijest Tvornice šećera Osijek.....	2
3. Osnove tehnološkog postupka proizvodnje šećera.....	5
3.1. Šećer.....	8
4. Uvod u energetske dio.....	9
4.1. Energenti i skladišni prostori za energente.....	10
5. Kotlovi u TŠO	13
5.1. Kotlovi 559 i 560	14
5.2. Kotao 5568	15
5.3. Kotao 4490.....	17
5.4. Kotao 2636.....	19
6. Turbine.....	20
6.1. Protutlačna turbina 6 MW.....	21
6.2. Protutlačna turbina 2,5 MW.....	22
6.3. Protutlačna turbina 10 MW.....	22
6.4. Analiza rada turbina 6 MW i 10 MW	23
7. Generatori	24
7.1. Generator 6 MW.....	25
7.2. Generator 10 MW	26
7.3. Sinkronizacija generatora na mrežu.....	28
7.4 Generator 2,5 MW.....	29
8.Transformatori.....	31
9. Naponski razvod u Tvornici Šećera Osijek.....	32
10. Zaključak.....	42
Literatura.....	43
Sažetak.....	44
Abstract.....	44

1.UVOD

U sadržaju završnog rada pisat ću o procesu proizvodnje šećera. Tehnološki postupak proizvodnje šećera je kontinuiran, a odvija se po fazama procesa koje su međusobno povezane u tehnološku cjelinu. Pored osnovnog tehnološkog procesa proizvodnje šećera, tehnologija obuhvaća i pomoćne procese i operacije u pogonima za proizvodnju energije, pomoćnih materijala i doradu nusproizvoda. Također ću opisivati energetske dio tvornice koji je iznimno važan za šećeranu i proizvodnju šećera općenito.

1.1. Zadatak završnog rada

Opisati firmu - kad je osnovana, tko ju je osnovao, podružnice. Uvidom u pogon i dostupnu dokumentaciju treba proučiti i opisati pogon od ulaska sirovine (šećerna repa i tršćani šećer) u njega do konačnog proizvoda šećera u pogonu za proizvodnju šećera Tvornice šećera Osijek d.o.o.. Posebnu pažnju posvetiti elektromotornom pogonu te utvrditi: broj elektromotora, vrste, veličine i funkcije u navedenom pogonu. Sadržaj popratiti odgovarajućim skicama, slikama i shemama koje daju viziju rada i funkcije ovakvog pogona.

2. Povijest Tvornice šećera Osijek

Gradnja osječke šećerane započela je odmah nakon konstituiranja Prvog hrvatsko – slavonskog dioničkog društva za industriju šećera 24. rujna 1905. Tvornica je građena na gradskoj periferiji u Donjem gradu, na velikom kompleksu zemljišta dobivenom besplatno od gradske uprave. Prva kampanja u tvornici započela je iduće godine, 17. rujna 1906. Kampanja je trajala 79 dana. Početni kapacitet iznosio je 700 tona repe na dan, a stručni kadar u tvornici je bio angažiran s područja Republike Češke. Poslovni rezultati postignuti u tim prvim godinama djelovali su čak na to da su se dioničari osječke angažirali prilikom osnivanja novih šećerana u Mađarskoj i Vojvodini. Prvi svjetski rat utjecao je na stagnaciju mnogih gospodarskih djelatnosti, a samim time i na poslovanje osječke šećerane. Nakon završetka rata, osječka šećerana ulazi u novo razdoblje razvoja. Ciljevi koji su se nastojali provesti u početnim godinama rada bili su kako povećati kapacitet šećerane. Prva rekonstrukcija osječke šećerane provedena je 1925. godine. Povećan je prvobitno instalirani kapacitet na ukupno 1000 tona repe dnevno [4].

Pred kampanju 1930. godine osječka šećerana je ponovno rekonstruirana te se povećao kapacitet dnevne prerade repe na 1500 tona. Za vrijeme Drugog svjetskog rata dolazi do stagnacije u proizvodnji sirovine, a samim time i do stagnacije u njezinoj preradi. Nastale su štete na postrojenjima i tvorničkim objektima uslijed rata. Velika oštećenja tvornica je pretrpila 14.6.1944. uslijed zračnih bombardiranja. Nakon Drugog svjetskog rata osječka šećerana je, kao i ostali industrijski objekti nacionalizirana i nastavila je rad pod nazivom Tvornica šećera Osijek [4].

Generalna rekonstrukcija Tvornice šećera Osijek počela se realizirati 1953. godine kada se uklanjanje potpuno dotrajalo postrojenje kotlovnice, centrifuge, sušara rezanaca, a istovremeno se grade i postavljaju novi objekti obuhvaćeni rekonstrukcijom :

- nova energana s dva kotla (64 t/h pare) i novi elektroenergetski sustav snage 5 MW,
- nova sušara rezanaca i novo skladište suhih rezanaca,
- nove centrifuge za kristal i zadnji produkt,
- rekonstruirana je difuzna baterija,
- postavljene su mosne dizalice za istovar šećerne repe i ugljena,
- proširen je kapacitet postojećeg skladišta šećera za daljnjih 4500 tona,
- prosječna prerada šećerne repe približila se količini od 2500 tona/dan.

1973. godine demontiran je i drugi dio klasične ekstrakcije (16 komada), a ugrađena je druga po redu ekstrakcija DDS istog kapaciteta kao i prva (3000 t/dan). Izvršena je montaža još 4 vakuum aparata. Montirana je i druga vapnena peć [4].

Zbog znatnog povećanja proizvodnje bilo je neophodno izgraditi i skladišni prostor za smještaj šećera. Stoga je izgrađen i silos za šećer kapaciteta 30 000 tona kristala.

U Domovinskom ratu, osječka tvornica šećera pretrpila je značajna oštećenja. Na tvornički krug palo je oko 980 granata, ginuli su radnici na poslu. Okupirano je bilo gotovo cijelo sirovinsko područje i u 103 godine postojanja i rada tvornice, samo 1991. godine nije bilo kampanje. Ratna šteta procijenjena je na oko 20 milijuna eura. Pogon pakiranja u potpunosti je izgorio. Najveći dio sirovinskog područja bio okupiran još sedam godina, sve do mirne reintegracije proizvodilo se nešto iznad 25.000 tona, što je oko četvrtine današnje proizvodnje.

Od 2001. pa prema 2012. značajno se krenulo u nove investicije, kako u šećernu repu, tako i u tehnološki proces [4].

Investirano je u slijedeće projekte :

- nabavu pročištača za šećernu repu,
- izgradnju prijemnih pista za šećernu repu,
- smanjenje troška prijema i skladištenja šećerne repe,
- smanjenja utroška kamena i koksa,
- povećanja kapaciteta stanice čišćenja,
- smanjenja potrošnje toplinske energije i povećanja elektroenergetske učinkovitosti,
- smanjenja toplinske energije u proizvodnji sušenog rezanca,
- smanjenja potrošnje vode, kupnjom i ugradnjom rashladnih tornjeva,
- povećanja kvalitete sušenja, skladištenja i pakiranja šećera,
- kupljene su nove prese za repne rezance,
- vrši se stalno ulaganje u opremu, kako u održavanje, tako i u nabavu novih dijelova pogona.

Danas je Tvornica šećera Osijek šećerana s najvećim nominalnim kapacitetom prerade šećerne repe u Republici Hrvatskoj. On iznosi 7500 t/dan. Primarna djelatnost tvrtke je proizvodnja šećera iz šećerne repe, sekundarna proizvodnja je proizvodnja melase i suhog repnog rezanca u rinfuzi i paletiziranog rezanca (nusproizvod). Pored toga tvrtka se specijalizirala i za preradu šećera iz šećerne trske. Način rada organiziran je ovisno o potrebama proizvodnje i u grubo se dijeli na razdoblje kampanje (proizvodnje šećerne repe) i pokampanje, odnosno, remonta, kada je sve usmjereno na osiguranje tehnološkog rada u kampanji [4].

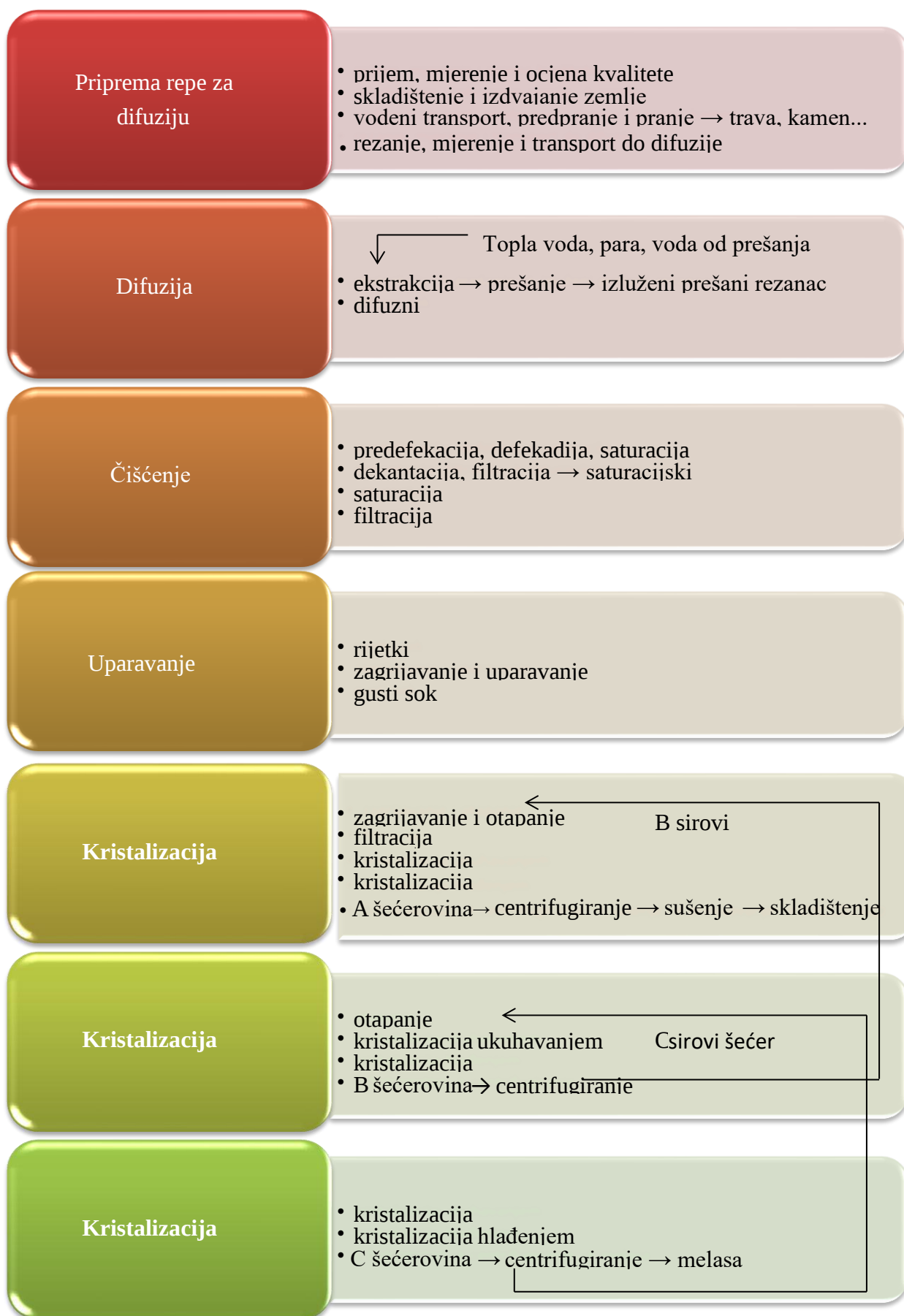
3.Osnove tehnološkog postupka proizvodnje šećera :

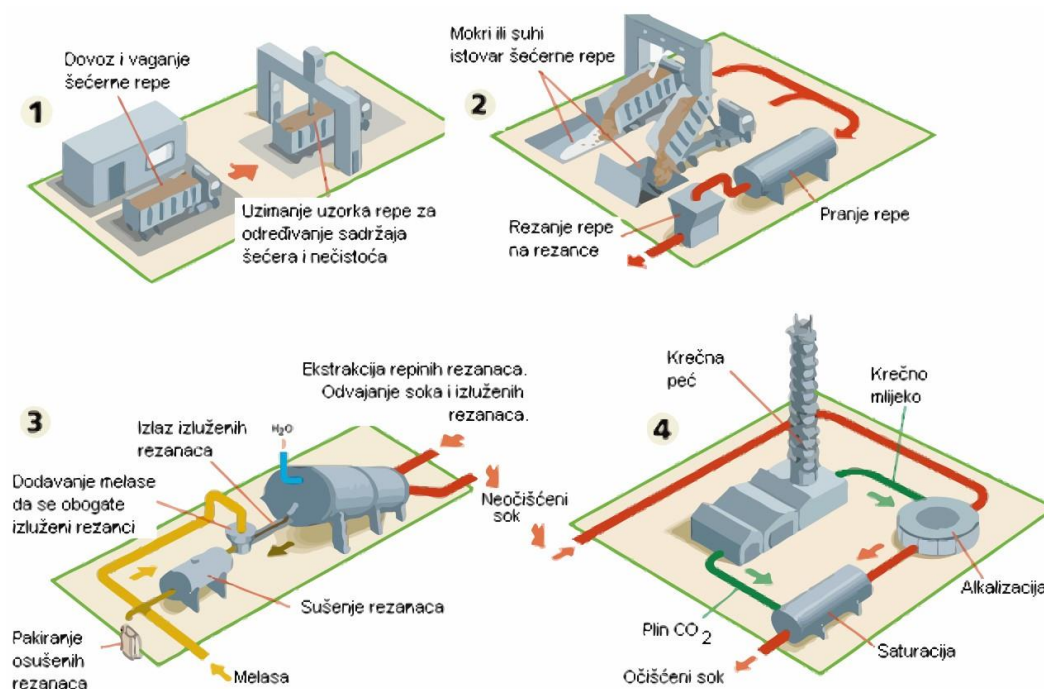
Tehnološki postupak proizvodnje šećera je kontinuiran, a odvija se po fazama procesa koje su međusobno povezane u tehnološku cjelinu. Pored osnovnog tehnološkog procesa proizvodnje šećera, tehnologija obuhvaća i pomoćne procese i operacije u pogonima za proizvodnju energije, pomoćnih materijala i doradu nusproizvoda. Osnovni tehnološki postupak proizvodnje šećera može se podijeliti u šest faza po slijedećem kronološkom redoslijedu:

1. priprema šećerne repe za ekstrakciju,
2. ekstrakcija šećera iz rezanaca repe difuzijom,
3. čišćenje difuznog soka,
4. koncentriranje, uparavanje rijetkog soka,
5. kristalizacija saharoze,
6. dorada kristalnog šećera [4].

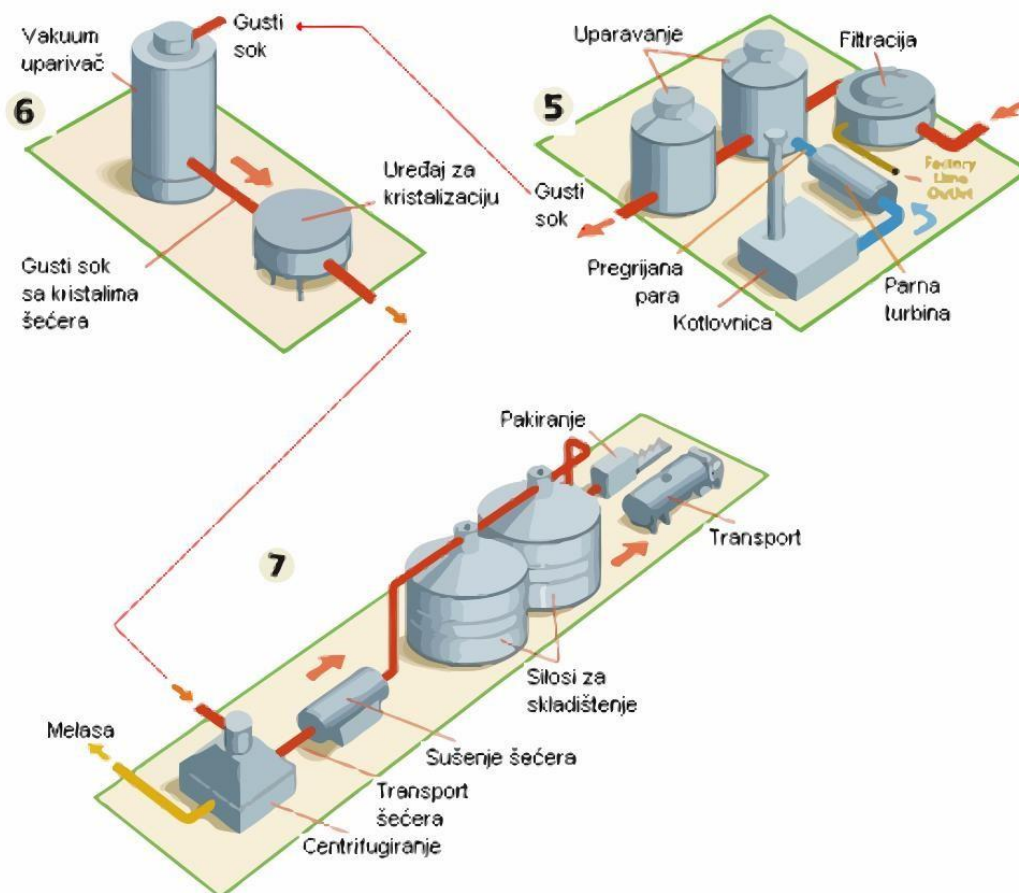
Na slici 3.1. je shematski prikaz tehnoloških operacija i procesa za proizvodnju šećera iz repe od prijema sirovine do gustog soka (sirovara), te prikaz operacija i procesa od gustog soka do gotovog proizvoda, kristalnog šećera i melase (rafinerija). Iza toga imamo sliku 3.2.[1] koja u potpunosti opisuje proces prerade šećerne repe od ulaza u tvornicu do izlaza gotovog proizvoda [4].

Slika 3.1. shematski prikaz tehnoloških operacija i procesa za proizvodnju šećera





Slika 3.1. Prikaz prerade repe od vaganja do rijetkog soka



Slika 3.2. Prikaz prerade repe od procesa ugušćivanja do finalnog proizvoda

3.1. Šećer

Bijeli kristalni šećer se proizvodi rafiniranjem iz šećerne repe i rafiniranjem sirovog tršćanog šećera visoke polarizacije. Bijeli kristalni šećer prodaje se pod brandom „Premijer“ (Slika 3.3.[4]).

"Premijer" kozumni rafinirani šećer ispunjava slijedeće uvjete :

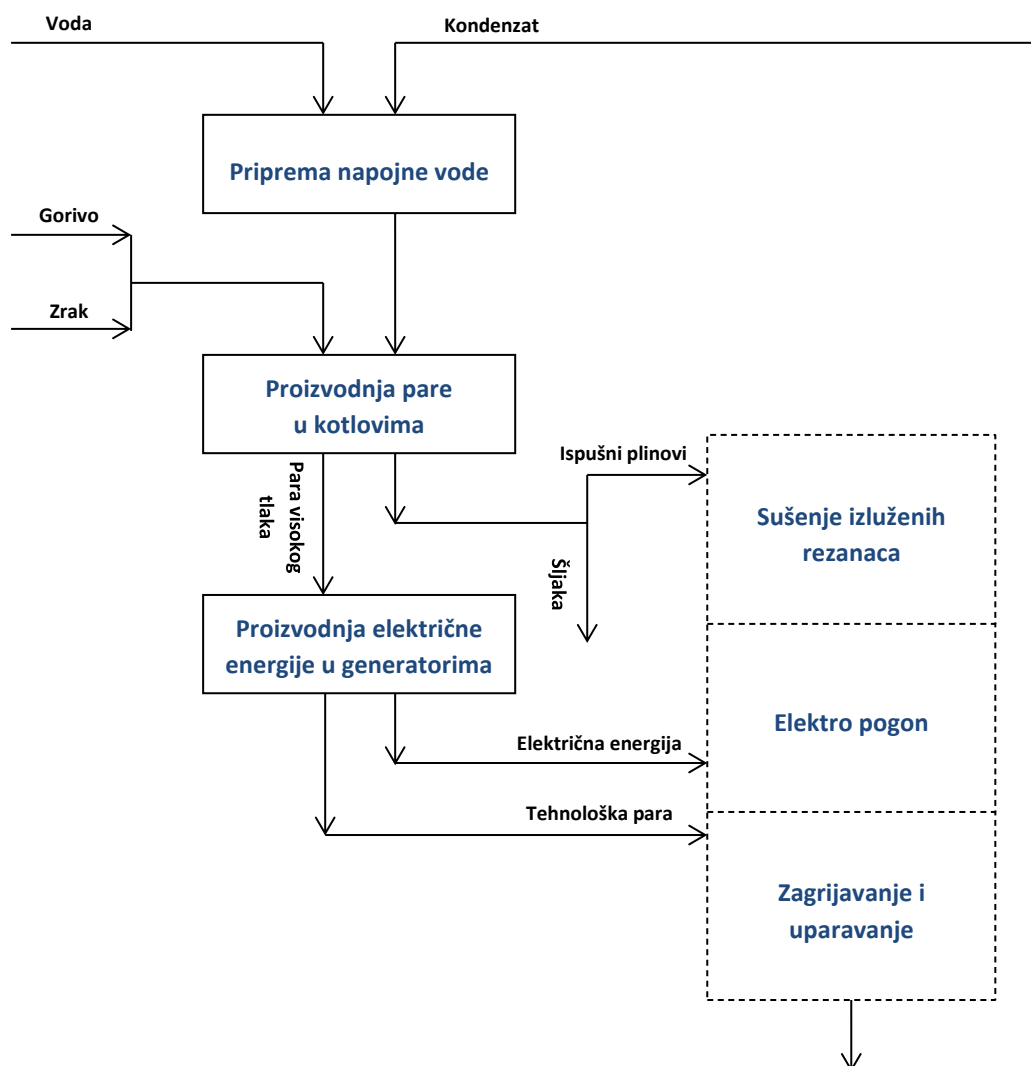
1. masa šećera je potpuno bijele boje,
2. šećer sadržava najmanje 99,80% čiste saharoze,
3. šećer ne sadržava više od 0,08% vode,
4. ne sadržava više od 0,02% pepela,
5. boja u ekstinkciji po Langeu je najviše 0,050,
6. nema mehaničkih primjesa i sredstava za bijeljenje i bojenje,
7. ne sadržava više od 0,05% inverta,
8. vodena otopina šećera je bistra, slatkog okusa i bez taloga, a reakcija na lakmus je neutralna [4].



Slika 3.3. Šećer „Premijer“

4. Uvod u energetski dio

Tehnološki procesi u tvornici šećera zahtijevaju znatne količine toplinske i električne energije. Električna energija (Slika 4.1.[1]) je neophodna za mehanički rad uređaja i osvjetljenje, dok se toplinska energija koristi za zagrijavanje sokova, u procesu uparavanja i kristalizacije, za sušenje, za zagrijavanje prostorija i dr. Stoga je tvornica opremljena potrebnim energetskim uređajima kako za proizvodnju toplinske energije i za njenu djelomičnu pretvorbu u električnu energiju, tako i za prilagodbu po tlaku i temperaturi prema zahtjevima tehnoloških procesa. Instalirana električna snaga u Tvornici šećera Osijek iznosi 18,5 MW, a instalirana toplinska energija iznosi 235 MW (ukupna toplinska snaga kotlova). Proizvodnja toplinske energije odvija se u postrojenju s više generatora („kotlovi za proizvodnju pare”) pregrijane ili zasićene vodene pare. Ova se proizvodnja kreće do najviše 140t/h a prosječno oko 110t/h [1].



Slika 4.1. Tehnološka shema proizvodnje pare i električne energije u tvornici šećera

4.1. Energenti i skladišni prostori za energente

U Tvornici šećera Osijek koristi se više energenata. Reći ćemo nešto o potrošnji ugljena, koksa, mazuta i zemnog plina.

U Tvornici šećera Osijek, od uređaja koji su trenutno u funkciji, tri kotla su pogonjena na mrki ugalj. To su kotlovi oznaka 559, 560 i 5568. Jedan kotao je pogonjen na mazut (4490). U sušari rezanca dva bubnja rade na mazut, a jedan na zemni plin. Koks i kamen se troši u vapnari. Mazut se skladišti u čeličnom spremniku, kamen, koks i ugalj na pistama za skladištenje [1].

4.1.1. Ugljen i skladištenje

Ugljen se skladišti na otvorenom. Za zelene kampanje potrošnja ugljena se kreće do 300 t/dan. U 2009. godini to se kretalo čak i do 360 t. Ugljen se dovozi kamionima i vlakom (ovisno odakle se dovozi). Češći je dolazak vlakom iz Češke. Iz Bosne i Hercegovine ugalj se dovozi iz ugljenokopa Đurđevik i Banovići. Dovoz iz ovih ugljenokopa se najčešće vrši kamionima.

Pista za ugalj u Tvornici šećera Osijek ima površinu 8750 m². Uz visinu skladištenja od 5 – 6 m na pistu je moguće uskladištiti dovoljne količine uglja za jednu kampanju. Potrebe za zelenu kampanju iznose reda veličine 30 000 tona, a za jednu žutu kampanju iznose do 10 000 tona. Uz pistu za ugalj postoji i pista za šljaku. Ona je dimenzija 25 x 180 m. Šljaka se skladišti na hrpe čija visina nije ograničena kao kod uglja [1].

4.1.2. Portalna dizalica

Portalna dizalica je izrađena 1953 (Slika 4.2.[1]). Služi za istovar uglja koji dolazi željezničkim vagonima. Pokriva cijelu pistu za ugalj i po pisti se kreće pomoću tračnica. Nosivost dizalice je 5 t, a dimenzije su (L 11+35+18 m). Napajanje je 3 x 380 V, 50 Hz. Svi motori su asinkroni i trofazni. Za dizanje grabilice i za pomicanje mosta se koriste motori 35 kW, a za zatvaranje grabilice i vožnju mačke motori od 10,5 kW [1].



Slika 4.2. Pista za skladištenje uglja i portalna dizalica

4.1.3. Mazut

U Tvornici šećera Osijek postoji jedan spremnik za mazut (Slika 4.3.[1]). Spremnik je izgrađen 1986. godine, a kapacitet mu je 3000 tona. Količina mazuta u spremniku se određuje po metru visine mazuta, a izračun je da po metru visine spremnika dolazi 220 t. Spremnik je metalni i ograđen je visokom betonskom ogradom (tankvanom). Promjer spremnika je 17,4 m, a dimenzije sabirnog prostora su 35 x 28,3 x 3,6 m. Kapacitet sabirnog prostora je dovoljan da u slučaju puknuća spremnika prihvati sav mazut koji je uskladišten [1].



Slika 4.3. Spremnik za mazut u Tvornici šećera Osijek

3.1.4. Koks i kamen

U tvornici šećera za proces proizvodnje neophodna je velika proizvodnja CO_2 i Ca(OH)_2 . Zbog toga je izgrađeno postrojenje za proizvodnju vapna. Za proizvodni proces potrebna je velika količina kamena i koksa, tako da se sirovine za proizvodnju moraju gomilati prije početka kampanje. One se gomilaju na dvije piste. Pista za koks je veličine 377 m^2 (Slika 4.4.[1]). Vapnenac se skladišti uz vapnaru, na betonsku pistu. Količine koksa potrebne za jednu kampanju su otprilike oko 2500 tona. Na tu količinu koksa se potroši oko 30 000 tona kamena. Kamen se dovozi kamionima iz Bosne i Hercegovine i iz Mađarske, a koks se dovozi kamionima iz Bosne i Hercegovine [1].



Slika 4.4. Pista za skladištenje koksa

5. Kotlovi u Tvornici Šećera Osijek

Tehnološki procesi u tvornici šećera zahtjevaju znatne količine toplinske i električne energije. Osim tih potreba postoji i potreba za grijanjem radnih i drugih prostora. Tvornica je stoga opremljena potrebnim energetske uređajima, kako za proizvodnju toplinske energije i njenu djelomičnu pretvorbu u električnu energiju tako i za prilagodbu po tlaku i temperaturi prema zahtjevima tehnoloških procesa.

Proizvodnja toplinske energije odvija se u postrojenju s više generatora, kotlova, pregrijane ili zasićene vodene pare. Ova se proizvodnja kreće do najviše 140 t/h a prosječno oko 110 t/h. Generatori pare mogu se svrstati u dvije skupine [1].

Prvoj skupini pripadaju uređaji za proizvodnju pare radnog tlaka 40 bara i temperature pregrijane pare od 410 °C. U Tvornici šećera Osijek se to vrši pomoću nekoliko kotlova:

- sekcijski kotlovi, loženi mrkim ugljenom, 25/32 t/h (2 komada),
- kutocjevni kotao, ložen mrkim ugljenom, 60/80 t/h,
- integral kotao, ložen mazutom, 32/40 t/h,
- kutocjevni kotao, ložen mazutom, 40/64 t/h.

Proizvedena pregrijana vodena para koristi za pogon tri protutlačna turbo generatora, koji proizvode električnu energiju isključivo za potrebe tvornice, protutlačna para se miješa s reduciranom parom radi prilagođenja po tlaku i temperaturi, prema zahtjevima tehnološkog procesa, i tada se koristi za proces prerade šećerne repe. Može se računati da 25 % ukupno proizvedene toplinske energije bude isporučeno u obliku električne energije, dok se preostala toplinska energija koristi u tehnološkom procesu [1].

U periodu prerade šećerne repe potreba za toplinskom energijom je velika, stoga su i instalirani protutlačni turboagregati. Prosječna proizvodnja ukupno potrebne pare je 110 t/h, a maksimalna 140 t/h što u potpunosti zadovoljava sve potrošače. Kao pogonsko gorivo koristi se 80 % ugalj, a 20 % mazut i plin s tendencijom smanjenja mazuta i plina (cijena).

Prestankom prerade repe potreba za toplinskom energijom se bitno smanjuje te se u postkampanjskom periodu uglavnom proizvodi tehnološka para za navedene potrošače i para za grijanje što u prosjeku iznosi 15 t/h u zimskom periodu i 6 t/h u ljetnom periodu [1].

Druga skupina služi za proizvodnju pare radnog tlaka 10 bara i temperature 180 °C:

- steamblock kotao 3347, ložen zemnim plinom ili mazutom, radni tlak iznosi 16 bara, a temperatura pare 180 °C. Najveća proizvodnja pare je 12 t/h, a godina proizvodnje je 1969. u tvornici Đuro Đaković Slavonski brod,
- steamblock kotao 3715, ložen zemnim plinom, radni tlak iznosi 10 bara, a temperatura pare 180 °C. Najveća proizvodnja pare je 15 t/h, a godina proizvodnje je 1971. u Slavonskom brodu,
- steamblock kotao 3348, ložen uljem za mazutom, radni tlak iznosi 16 bara, a temperatura pare 180 °C. Najveća proizvodnja pare je 12 t/h, a godina proizvodnje 1969. u Slavonskom brodu [4].

Vodena para proizvedena u ovom postrojenju se koristi u neizmjenjenom obliku za potrebe postrojenja, tehnološki proces i grijanje radnih prostora [1].

5.1. Kotlovi 559 i 560

Kotlovi se nalaze u staroj kotlovnici. Kotlovi 559 (Slika 5.1.[1]) i 560 su „Sekcijski kotlovi”. Loženi su mrkim ugljenom, veličina zrna „grah” na dvostrukim puzajućim rešetkama. Radni tlak im je 40 bara, a najviša temperatura pregrijanja vodene pare 450 °C.

Proizvodnja pare po proizvodnoj jedinici je 25/32 t/h (normalno/maksimalno). Godina proizvodnje je 1958., a proizvedeni su u tvrtki Đuro Đaković.

Kotlovi imaju četiri ventilatora. Jedan upuhuje zrak u ložište, jedan u peć, jedan izvlači dim, a jedan služi kao otprašivač čađi. Kotlovi imaju ekransko ložište.

Temperatura napojne vode iznosi 115 °C, temperatura izlaznih plinova je 180 °C, zasićene pare 250 °C, zagrijanog zraka 150 °C. Površina rešetke u ložištu je 31,6 m², a zapremnina ložišta je 130 m³ [1].

Kotlovi 559, 560 i 5568 su spojeni na novi dimnjak. Dimnjak je čelične konstrukcije promjera 2,8 m. Visina mu je 80 m. Izgrađen je 1980. godine. Temperatura plinova u njemu je između 150 i 200 °C. Težina mu je oko 85 tona, a zbog velike visine pod utjecajem vjetrova postoji uvijanje dimnjaka od $\pm 0,5$ m. U praksi je to izvijanje značajnije i vidljivo je golim okom. Na dimnjaku su prosječne emisije CO₂ oko 35 000 do 40 000 t/godišnje. Od toga trećina otpada na kotlove 559 i 560, a dvije trećine na kotao 5568 [1].



Slika 5.1. Kotao 559 na mrki ugalj

5.2. Kotao 5568

Kotao 5568 (Slika 5.2.[1]) je kutocjevni kotao. Ložen je mrkim ugljenom, veličina zrna „grah” na puzajućoj rešetci. Radni tlak kotla je 40 bara, a najviša temperatura pregrijanja vodene pare je 450 °C. Kapacitet proizvodnje je 60/80 t/h. Proizveden je 1980. godine u Slavonskom brodu. Ovaj kotao u praksi proizvodi maksimalno 60 – 65 tona pare na sat. Postavljen je u modernizaciji šećerane 1980. godine i spojen je na novi dimnjak. Temperatura vode za napajanje (koja ide u ekonomajzer) je 130 °C (ona u stvarnosti nije nikad tolika i kreće se oko 120 – 125 °C). Dozvoljeni pritisak u kotlu je 48 bara, izlazni pritisak je 41,2 bara, radni pritisak 47,1 bar. Kotao je vodocjevni [1].

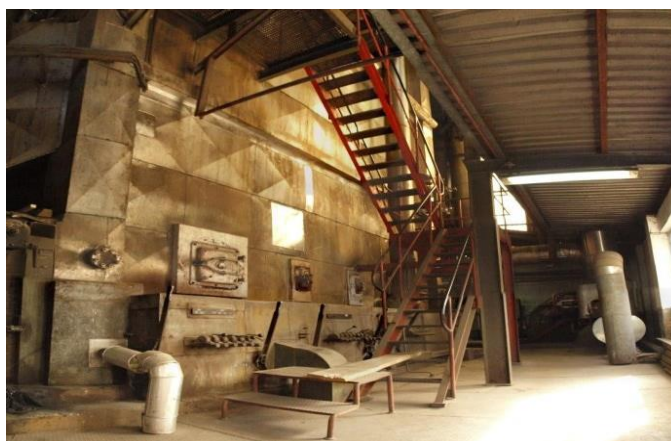
Voda s pregrijavanja ide u ekonomajzer i zatim na grijanje i isparavanje. Dimovi koji se ispuštaju u atmosferu su temperature 150 – 160 °C. Kotao ima dva rosta koja idu brzinom od otprilike 10 m/h. To ovisi o kvaliteti ugljena i potrebama pogona za parom. Kako bi ugalj u potpunosti prošao kroz peć potrebno je oko sat vremena. Na početak rostova dolazi ugalj iz bunkera koji se skuplja s deponije. Potrošnja uglja za sve kotlove varira, te može iznositi i do 100 t/smjeni, dakle 300 t/dnevno.



Slika 5.2. Kotao 5568 upravljačka soba

Ložište kotla se sastoji od zona. Svakoj zoni se može regulirati količina zraka za izgaranje. Zrak se upuhuje ventilatorima ispod ložišta, i na taj način se pospješuje gorenje. Postoje i sekundarni ventilatori za rashlađivanje ložišta (Slika 5.3.[1]). Ponekad se, ako ugalj ima sitnih čestica one dižu visoko u ložište, gore, i stvaraju temperaturu do 1000 °C. U slučaju havarije ili ispada iz pogona, ložište se gasi tako da se zatvara dovod zraka, ali i tada treba dugo da se ložište ohladi jer je šamot u ložištu zagrijan do 760 °C[1].

Ložište i upravljanje kotlom je ručno. To je zbog vrste goriva. Kada su u pitanju kruta goriva, automatska regulacija nije moguća. Debljina uglja na rostovima također varira, a kreće se između 15 i 20 cm (ovisno o potrebama). Nakon što ugalj izgori, pada s rosta u vodu, hladi se i onda se transporterima izbacuje na deponiju. Voda iz spremnika (dnevnih) pada slobodnim padom na pumpu koja vodu tjera u ekonomizer. Sva proizvedena para ide na parnu razdjelnicu koja se nalazi između novog i starih kotlova. Ove godine dovoz uglja je počeo rano, (lipanj) tako da se računa da će se zbog izgaranja na deponiji.



Slika 5.3. Ložište kotla 5568

5.3. Kotao 4490 (Sojuz)

Kotao 4490 s natpisnom pločicom(Slika 5.4.[1]) ima kapacitet 50/64 t/h pregrijane pare. Kotao je kutocjevni. Loži se na mazut donje ogrijevne vrijednosti 39 797 kJ/kg. Godina izgradnje je 1975. Normalna proizvodnja pare je 50 t/h, maksimalna 64 t/h. Nazivni tlak je 45 bara, tlak u bubnju 43 bara, tlak pare je 40 bara. Temperatura pare je 450 °C, a napojne vode je 135 °C [1].

Kotao je korišten samo u slučaju kada jedan od tri kotla na ugalj nije bilo u funkciji (koristi se kao rezerva). Kotao 4490 je spojen na zidani dimnjak. Dimnjak je visine 64 m. Kao izvor emisije kotao godišnje emitira oko 5000 do 6000 tona CO₂. Pepeo i šljaka koji se proizvode u ložištu iznose oko 4000 tona godišnje. Emisije ugljičnog dioksida na zidanom dimnjaku su veće jer su na njega spojeni i steamblock kotlovi. Ispust kotla steambloc 1500 na prirodni plin iznosi oko 3000 do 4000 tona CO₂ [1].



Slika 5.4. Natpisna ploča kotla 4490

5.4. Kotao 2636 (Apolo)

Kotao Apolo (Slika 5.5.[1]) je „Integral kotao”, ložen mazutom. Radni tlak je 40 bara, a najviša temperatura pregrijanja vodene pare je 420 °C. Najveća proizvodnja pare iznosi 32/40 t/h. Kotao je proizveden 1968. u Slavonskom brodu. Nazivni tlak kotla je 43 bara. Temperatura napojne vode iznosi 130 °C. Cirkulacija vode u kotlu je prirodna. Pošto mazut ima veliku viskoznost prije uporabe ga je potrebno zagrijati na 90 °C, što se i radi pomoću pare. Izgaranje se vrši pomoću ugrađenih gorionika tipa Saacke [1].



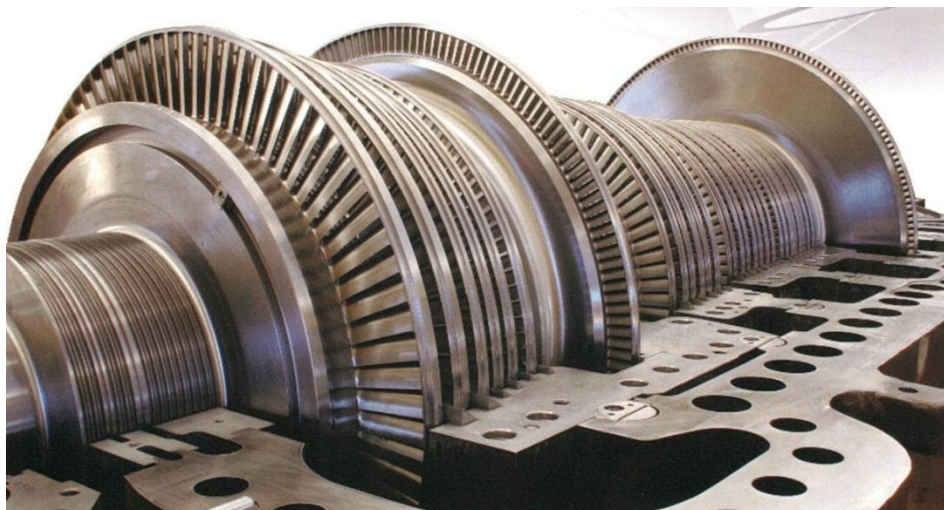
Slika 5.5. Kotao

6. Turbine

U energani Tvornice šećera Osijek se nalaze 3 turboagregata. Od ta tri koriste se samo dva. Svaki od njih radi zasebno, ovisno o tome koja kampanja je u tijeku. Turbine (slika 6.1.[1]) su višestupanjske, protutlačne, a para iza njih je 2 bara. Zbog potrebe za parom (parametrima) - frekvenciju u pogonu održava mreža Hep-a. Pogon ne radi u otočnom pogonu [1].

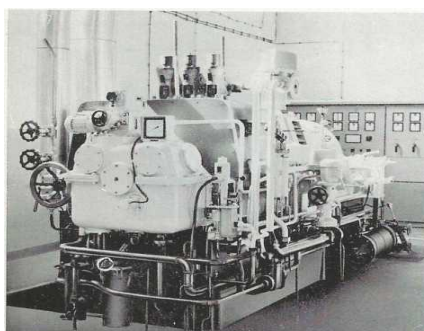
Turbinsko postrojenje se dakle sastoji se od slijedećih jedinica:

- protutlačni turboagregat (Jugoturbina - Končar) 1958. godina - 2,5 MW (3,6 MVA),
- protutlačni turboagregat (Jugoturbina - Končar) 1968. godina - 6 MW (7,5 MVA),
- protutlačni turboagregat (Jugoturbina - Končar) 1980. godina - 10 MW (12,5 MVA).



Slika 6.1. Izgled rotora parne turbine (ilustracija)

Protutlačne turbine ugrađuju se u industrijske i javne toplane (Slika 6.2.[1]). Mogućnost povezivanja proizvodnje toplinske i električne energije, pri čemu izlazna para iz turbine daje toplinu, a vratilo turbine pokreće generator električne energije, osnovna je prednost njihove uporabe [1].



Slika 6.2. Jugoturbina – Končar ilustracija

6.1. Protutlačna turbina 6 MW

Turbina 6 MW je akcijska protutlačna turbina (Slika 6.3.[1]). Izgrađena je 1969. godine. Izrađena je u Jugoturbini. Snaga turbine iznosi 6 MW, a broj okretaja je 3000 o/min. Projektirana je za paru čiji parametri iznose 40 bara i 410 °C. Kratkotrajno može izdržati naprezanja do 45 bara i 450 °C. Kratkotrajno naprezanje znači naprezanje u ukupnom godišnjem trajanju od 50 sati. Tlak i temperatura u 1. stupnju turbine iznose oko 17 bara i 330 °C. Protutlak iznosi oko 3 bara, maksimalno 4 bara, a temperatura protutlaka je 200 °C. Kritični broj okretaja turbine je 8766 o/min. Voda potrebna za rashlađivanje ima 3 temperaturu 27 °C, a potrošnja iznosi 50 m³/h [1].



Slika 6.3. Turbina 6 MW u Tvornici šećera Osijek

6.1.1. Rotor

Rotor je izrađen tokarenjem iz monoblok - čeličnog otkovka, tako da su kola i prirubnica spojke u jednom komadu s osovinom. Greben odzivnog ležaja je navučen na osovinu i osiguran maticom. Rotor je izveden kao "kruto vratilo", tj. kritični broj okretaja je iznad radnog. Prvi stupanj je dvovjenčano kolo "Curtisa", a ostali stupnjevi su normalni akcijski stupnjevi tlaka [2].

6.1.2. Zaustavljanje turbine

Razlikujemo dva načina zaustavljanja turbine, već prema tome, da li je planiran samo kratki zastoj, nakon kojeg treba agregat što brže ponovno opteretiti, ili se radi o dužem stajanju - naprimjer zbog remonta [2].

6.2 Protutlačna turbina 2,5 MW

Turbina je akcijska. Tlak ulazne pare je 30 – 40 bara, a temperatura je 425 °C – 440 °C. Protutlak iznosi 4 bara. Tlak pare u 1. stupnju je 25 – 30 bara. Broj okretaja turbine je 3000, a potrošnja pare iznosi 20 t/h. U praznom hodu potrošnja pare je 5 t/h. Ova turbina u novije vrijeme nije korištena za proizvodnju električne energije. To je ujedno i najstarija turbina u pogonu[1].

6.3. Protutlačna turbina 10 MW

Turbina 10 MW (Slika 6.4.[1]) je akcijska, protutlačna. Izgrađena je 1979. godine. Brzina vrtnje turbine iznosi 3000 o/min. Temperatura svježe pare je u rasponu od 410 °C do 430 °C, a tlak između 39 i 42 bara. Tlak iza prvog stupnja iznosi 2,6 bara.



Slika 6.4. Turbina 10 MW u Tvornici šećera Osijek

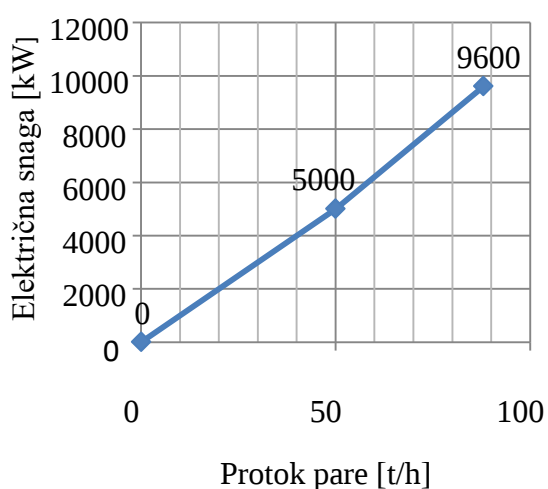
6.3.1. Proces pretvorbe energije

Para proizvedena u kotlu dovodi se turbini kroz ulazni parovod i to najprije u ventil svježe pare, koji je pri normalnom radu stalno potpuno otvoren, a kod nekih smetnji može se naglo zatvoriti bilo ručnom intervencijom, bilo automatskim djelovanjem zaštite. Iz ventila svježe pare, para struji u ulazni dio kućišta u kojem se preko četiri paralelno uključena parorazvodna ventila dijeli na četiri skupine ulaznih sapnica i tako započinje svoj put kroz protočni dio turbine. Parorazvodni ventili se za vrijeme pogona otvaraju i zatvaraju djelovanjem sustava za regulaciju na takav način, da propuštaju u protočni dio turbine upravo onu količinu pare, koja odgovara trenutnom opterećenju turboagregata [2].

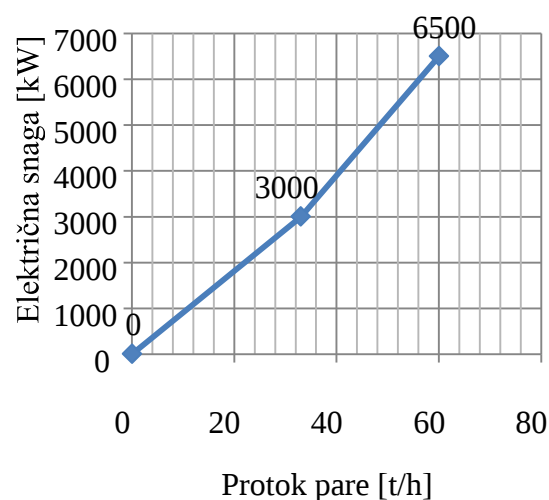
6.4. Analiza rada turbine 6 MW i 10 MW u Tvornici šećera Osijek. (2009. godina)

Turbina 10 MW izgrađena je 1979. godine. Radi se o akcijskoj turbini. Pri normalnom radu potrošnja pare iznosi 88 t/h, a proizvedena električna energija iznosi 9,6 MW. Iskoristivost turbine za te parametre iznosi $\eta = 81\%$. Turbina pri 50 % tereta radi pri iskoristivosti $\eta = 69\%$, a potrošnja pare se kreće oko 50 – 52 t/h. U samostalnom radu turbina pri potrošnji pare od 80 tona generira oko 8,8 MW električne energije. Iz slika 6.5.[1] i 6.6.[1] se vidi režim rada turbina[1].

Informativni režimi rada turbine 10 MW



Informativni režimi rada turbine 6 MW



Slika 6.5. Informativni režim rada turbine 10 MW

Slika 6.6. Informativni režim rada turbine 6 MW

Turbina 6 MW je izgrađena 1969. Turbina je akcijska. Pri normalnom radu potrošnja pare iznosi 60 t/h, a proizvedena električna energija iznosi 6,5 MW. Iskoristivost turbine za te parametre iznosi $\eta = 80\%$. Turbina pri 50 % tereta radi pri iskoristivosti $\eta = 67\%$, a potrošnja pare se kreće oko 30 - 33 t/h .

Turbina 10 MW u samostalnom radu s većim protocima pare generira više električne energije. Rad turbina u paralelnom radu nije isplativ i gubitci su veći [1].

7. Generatori

Proizvodnja električne energije (Slika 7.1.[1]) se obavlja s tri turbo generatora ukupne instalirane snage 23,6 MVA. U uobičajenoj proizvodnji u vrijeme prerade šećerne repe se proizvodi do 200 MWh dnevno. Proizvedena električna energija se razvodi potrošačima u tehnološkom procesu putem razvodne mreže srednjeg napona, odnosno većeg broja transformatorskih stanica smještenih po tvornici. U slučajima neravnomjerne potrošnje i u slučajevima nužde električna energija se može preuzimati i iz sustava Hep - a, uz ograničenja postrojenja za preuzimanje. Može se preuzeti samo do najveće snage od 5 MVA, ukoliko je u tom trenutku operater sposoban isporučiti navedenu snagu [1].



Slika 7.1. Energana u Tvornici šećera Osijek

Proizvodnja električne energije se vrši samo na dva generatora. Na generatoru snage 10 MW i na generatoru snage 6 MW. Prvi radi u zelenoj kampanji i tada se proizvodi oko 9 MW električne energije. Drugi radi u žutoj kampanji i tada se proizvodi oko 5 MW električne energije. Početkom prerade šećerne repe tvornica šećera i ostali potrošači se priključuju energetski na elektroenergetsku mrežu energane Tvornice šećera Osijek. U tom periodu proizvodnja kreće od (8,5 - 11,5) MW snage, te se u visini navedene snage rasterećuje javni sustav. Ova proizvodnja je diktirana i stoga ovisi o potrošačima toplinske energije, tj. o potrošnji protutlačne turbinske pare koja je ekspandirala u parnim turbinama. Stoga se pojavljuju debalansi u odnosu potrošnje pare i električne energije, te su iz tog razloga u ovakvim tehnološkim procesima ugrađene redukcijско rashladne stanice [1].

7.1. Generator 6 MW

Generator je trofazni sinkroni generator. Nazivna snaga iznosi 7500 kVA, nazivni napon je $6300 \pm 5 \% V$, nazivna struja $687 \pm 5 \% A$, faktor snage 0,8, frekvencija 50 Hz, broj okretaja 3000 o/min. Nazivni napon uzbude je 108 V, struja uzbude 285 A. Sinkrona reaktancija iznosi $180 \pm 15 \% [1]$.

7.1.1. Zaštita generatora

Relejna zaštita generatora (Tablica 7.2.[1]) se sastoji od niza strujnih i naponskih mjernih transformatora. Strujni transformatori se nalaze na strani izvoda generatora i na strani zvjezdišta transformatora. Naponski transformatori su omjera 6/0.1 kV Nazivni podatci relejne zaštite su:

Tablica 7.1. Zaštita generatora 6 MW

Glavna zaštita F101		Rezervna zaštita F102	Zaštita od zemljospoja rotota F103
Tip	7UM62, Siemens	7UM61, Siemens	7XR61, Siemens
Tvornički broj	BF0606052953	BF0606052949	BF0606069757
Mjerna struja	5 A	5 A	-
Mjerni napon	100 – 125 VAC	100 – 125 VAC	-
Frekvencija	50, 60 Hz	50, 60 Hz	50, 60 Hz
Lokacija	Ormar zaštite R1	Ormar zaštite R1	Ormar zaštite R1

7.2. Generator 10 MW

Generator 10 MW s natpisnom pločicom (Slika 7.2.[1]) je trofazni sinkroni generator tip S-1326-2 Proizveden je 1980. godine, a proizvela ga je tvrtka Končar. Njegova oznaka je TG850075. Nazivna snaga iznosi 12 500 kVA, nazivni napon je $6300 \pm 5\%$ V, nazivna struja $1145 \pm 5\%$ A, faktor snage 0,8, frekvencija 50 Hz, broj okretaja 3000, broj okretaja pri pobjegu 3600 o/min, zamašni moment 1,25, nazivni napon uzbude 105 V, struja uzbude 420 A. Početna reaktancija iznosi 16,4 %, prijelazna reaktancija iznosi 21,5 %, a sinkrona reaktancija iznosi 237 %. Stupanj korisnog djelovanja kod 100 % tereta iznosi 97,3 %, kod 75 % tereta stupanj korisnog djelovanja iznosi 97,1 %, a kod 50 % tereta iznosi 96,6 %. Težina generatora je 30,4 tone. Od toga 16,5 tona otpada na stator, a 6,4 na rotor. Generator je horizontalne izvedbe oblika D 10. Rotor generatora se oslanja na dva stojeća klizna ležaja promjera 180 mm. Podmazivanje i hlađenje ležaja uljem provedeno je na zajedničkom sklopu uljovoda s turbinskim ležajima. Generator se hladi ugrađenim ventilatorima (po jedan na svakoj strani rotora). Osjetljivi dijelovi generatora su posebno zaštićeni. Mjerenje temperature vrši se termostondama na više mjesta. Servisiranje potrošnih dijelova je izvedeno vrlo jednostavno, a sva mjesta su lako dostupna [1].

Kućište statora je jednodjelno, izrađeno od valjanih čeličnih limova koji su vareni i ukruženi rebrima. Statorski paket je rađen od dinamo limova debljine 0,5 mm. Statorski namot je izveden kao štapni dvoslojni petljasti namot. Preplet je rađen po sistemu Roebel. Izolacija namota je klase F što znači da se ne oštećuje ni pri temperaturama višim od 120 °C. Tijelo rotora je monolitni ovitak s osovinom. Po obodu rotora izljebljeni su utori za ugradnju rotorskog namota. Ispravnost generatora se provjerava da se 2 min vrti na 20 % većoj brzini od nominalne (u ovom slučaju 3600 o/min). Vodiči rotorskog namota su napravljeni od tvrdo vučenog elektrolitskog bakra [1].



Slika 7.2. Generator Rade Končar 10 MW

7.2.1. Uzbuda generatora 12,5 MVA

Uzbuda generatora je statička. Sistem uzbude je tiristorski (trofazni punoupravljivi most)

U modernim postrojenjima regulacija napona se vrši automatski (ARN) ili regulatorom struje uzbude RR. Referencu ovih regulatora moguće je mijenjati ovisno o opterećenju i parametrima mreže. Najčešći opseg regulacije iznosi 90 – 110 % nazivnog napona stroja (ARN) ili 80 % uzbudne struje praznog hoda do maksimalno dozvoljene trajne struje uzbude za RR. Sve promjene u podešavanju moraju biti polagane i glatke da se ne izazovu oscilacije u mreži. Prije su u uporabi bili motorni regulatori, a danas su to isključivo elektronički koji su bolji i lakši za održavanje [1].

7.2.2. Motorni regulator

To je mali istosmjerni motor s mogućnošću promjene smjera vrtnje. Preko zupčanog prijenosa, koji reducira brzinu vrtnje na potreban iznos za regulaciju. Djeluje se na potencijometar čiji klizač mijenja referentni napon regulatora. Problem su pokretni dijelovi koji uslijed stalnog rada gube na pouzdanosti i zahtijevaju stalnu brigu i održavanje [1].

7.2.3. Digitalni regulator (tip Eale 201)

To je elektronička pločica. Osnovne namjene su joj integrator, operator funkcija, množitelj, a u razmatranoj primjeni se koristi kao generator ramp funkcije s digitalnim ulazom i kao generator ramp funkcije s analognim ulazom. Sastoji se od naponsko frekventnog pretvarača, kontrolno logičkih krugova, brojača, D/A pretvornika i izvora visokostabilnog napona [1].

7.2.4. Zaštita generatora

Relejna zaštita generatora (Tablica 7.2.[1]) se sastoji od niza strujnih i naponskih mjernih transformatora. Strujni transformatori se nalaze na strani izvoda generatora i na strani zvjezdišta transformatora. Postoje tri grupe transformatora. Jedna grupa služi za mjerenje nulte komponente struje i nalazi se na strani izvoda. Druge dvije grupe od po tri transformatora se nalaze na strani izvoda i na strani zvjezdišta. Svi su prijenosnog omjera 1500/5 A, snage 30 VA. Prva skupina je smještena u 6 kV ćeliji A1, a druga skupina u zvjezdištu Z1 [1].

Nazivni podatci relejne zaštite su:

Tablica 7.2. Zaštita generatora 10 MW

Glavna zaštita F101		Rezervna zaštita F102	Zaštita od zemljospoja rotora F103
Tip	7UM62, Siemens	7UM61, Siemens	7XR61, Siemens
Tvornički broj	BF0606052953	BF0606052950	BF0606069756
Mjerna struja	5 A	5 A	-
Mjerni napon	100 – 125 VAC	100 – 125 VAC	-
Frekvencija	50, 60 Hz	50, 60 Hz	50, 60 Hz
Lokacija	Ormar zaštite R1	Ormar zaštite R1	Ormar zaštite R1

7.3. Sinkronizacija generatora na mrežu

Shema sinkronizacije za generator 10 MW je prikazana na slici 7.3.[1]. Sustav sinkronizacije se koristi kako bi se spojila dva sustava koju imaju isti napon i istu frekvenciju. Da bi se odredio točan trenutak spajanja dva sustava potrebno ih je izjednačiti po iznosu napona, po iznosu frekvencije, faznom kutu i klizanju između ta dva napona.

Sinkronizacija je moguća ručno kada prateći dvostruki voltmetar, dvostruki mjerač frekvencije i sinkronoskop, ručno izjednačavajući napone ručno uključimo prekidač u pravom trenutku.

Automatska sinkronizacija nakon uključjenja sama izjednačava napone i kada su postignuti zadani parametri sama uključuje prekidač.

Oprema sinkronizacije se sastoji od opreme za vizualno praćenje sinkronizacije, (dvostruki voltmetar, dvostruki mjerač frekvencije i sinkronoskop), koji su smješteni u komandnoj ploči II (KP II) polje 3, sinkronizacijske preklopke sa sinkroklučjem i komandnopotvrđne preklopke za uklop prekidača koji se nalaze svaki u polju pojedinog mjesta sinkronizacije [1].

Oprema automatskog sinkronizatora smještena je u KP II polje 1. Automatski sinkronizator Syncrotact 5 , preklopka za izbor načina sinkronizacije, sijalica za TEST i tipkalo za uključenje na sabirnice bez napona se nalaze s prednje strane a zaštitni automat, pomoćni releji i redne stezaljke se nalaze sa zadnje strane [1].



Slika 7.3. Oprema za vizualno praćenje sinkronizacije

7.4. Generator 2,5 MW

Generator 3,6 MVA (Slika 7.4.[1]) je trofazni sinkroni generator.

Nazivni napon je $6300 \pm 5 \% V$, nazivna struja $330 \pm 5 \% A$, faktor snage 0,7, frekvencija 50 Hz, broj okretaja 3000. Nazivni napon uzbude je 110 V, a struja uzbude 235 A. Generator je proizveden u Končaru, 1958. godine. Ovaj generator se ne koristi u radu tvornice šećera [1].



Slika 7.4. Generator Rade Končar 2,5 MW

7.4.1. Zaštita generatora

Relejna zaštita generatora (Tablica 7.3.[1]) se sastoji od niza strujnih i naponskih mjernih transformatora. Strujni transformatori se nalaze na strani izvoda generatora i na strani zvjezdista transformatora. Prijenosni omjeri su 400/5 A i 200/5 A. Smješteni su u 6 kV ćeliji na lokacijama A17 i Z2. Naponski transformatori su omjera $6/\sqrt{3}/0.1/\sqrt{3}/0.1/3$ kV Nazivni podatci relejne zaštite su [1]:

Tablica 7.3. Zaštita generatora 2,5 MW

	Glavna zaštita F201	Zaštita od zemljospoja rotora F203
Tip	7UM62, Siemens	7XR61, Siemens
Tvornički broj	BF0606052953	BF0606069756
Mjerna struja	5 A	-
Mjerni napon	100 – 125 VAC	-
Frekvencija	50, 60 Hz	50, 60 Hz
Lokacija	Ormar zaštite R1	Ormar zaštite R1

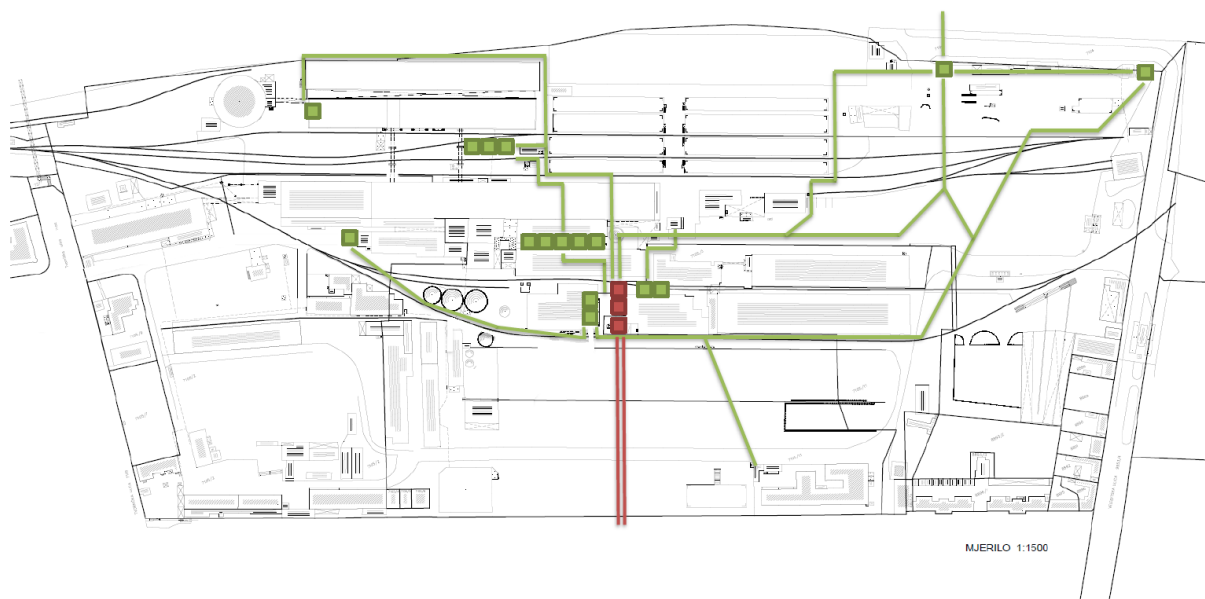
8. Transformatori

U Tvornici šećera Osijek transformatore možemo podijeliti u dvije skupine. To su transformatore prijenosnog omjera 35/6,3 kV (Slika 8.1.[1]) i transformatore omjera 6,3/0,4 kV. U prvoj grupi se nalaze tri transformatora koji povezuju postrojenje s mrežom Hep – a. U drugoj grupi je veći broj transformatora različitih snaga koji su razmješteni po pogonu (ovisno o potrebi). Spoj zvijezda trokut je pogodan za nesimetrično opterećenje i često se upotrebljava. Jednofazno sekundarno opterećenje prenosi se primarno na odgovarajuću fazu i struja opterećenja može teći iz izvora u spomenutu fazu i vratiti se u izvor, a da pri tome ne prolazi kroz ostale dvije neopterećene faze [1].

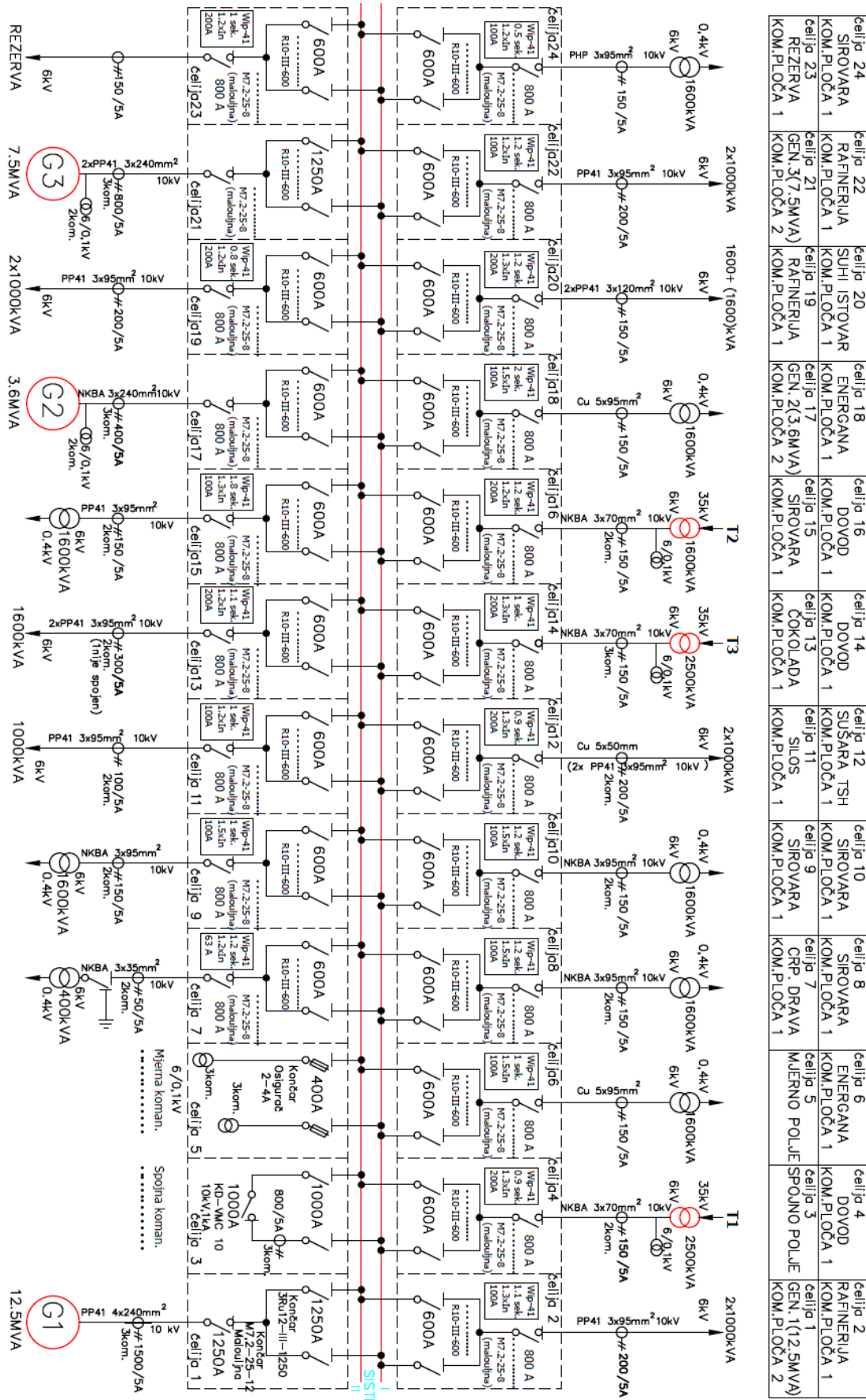
Ako jedan transformator nije dostatan da daje određenu snagu priključenim trošilima, takvom transformatoru je potrebno priključiti jedan ili više paralelnih transformatora.



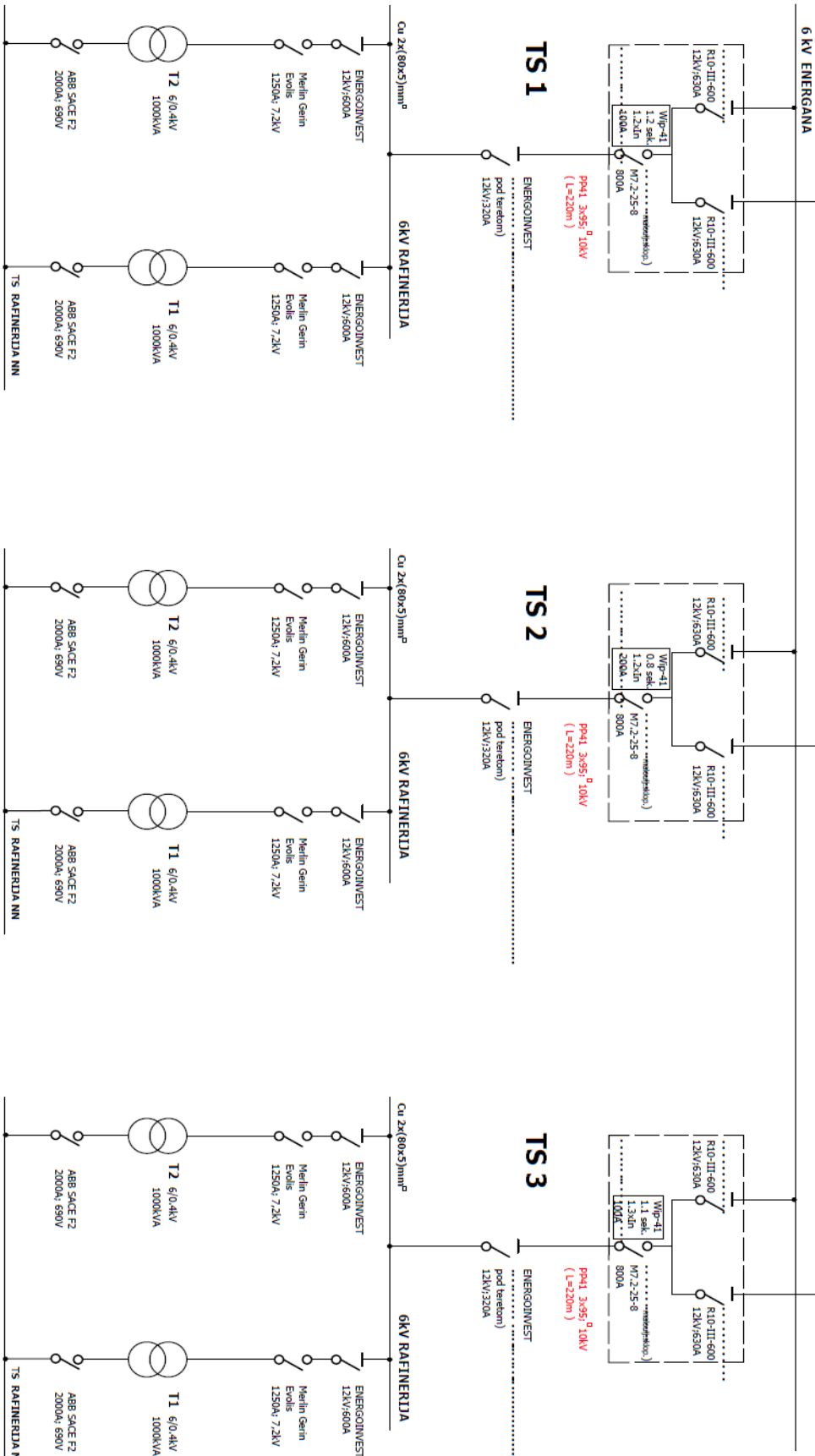
Slika 8.1. Transformatori 35/6,3 kV u Tvornici šećera Osijek



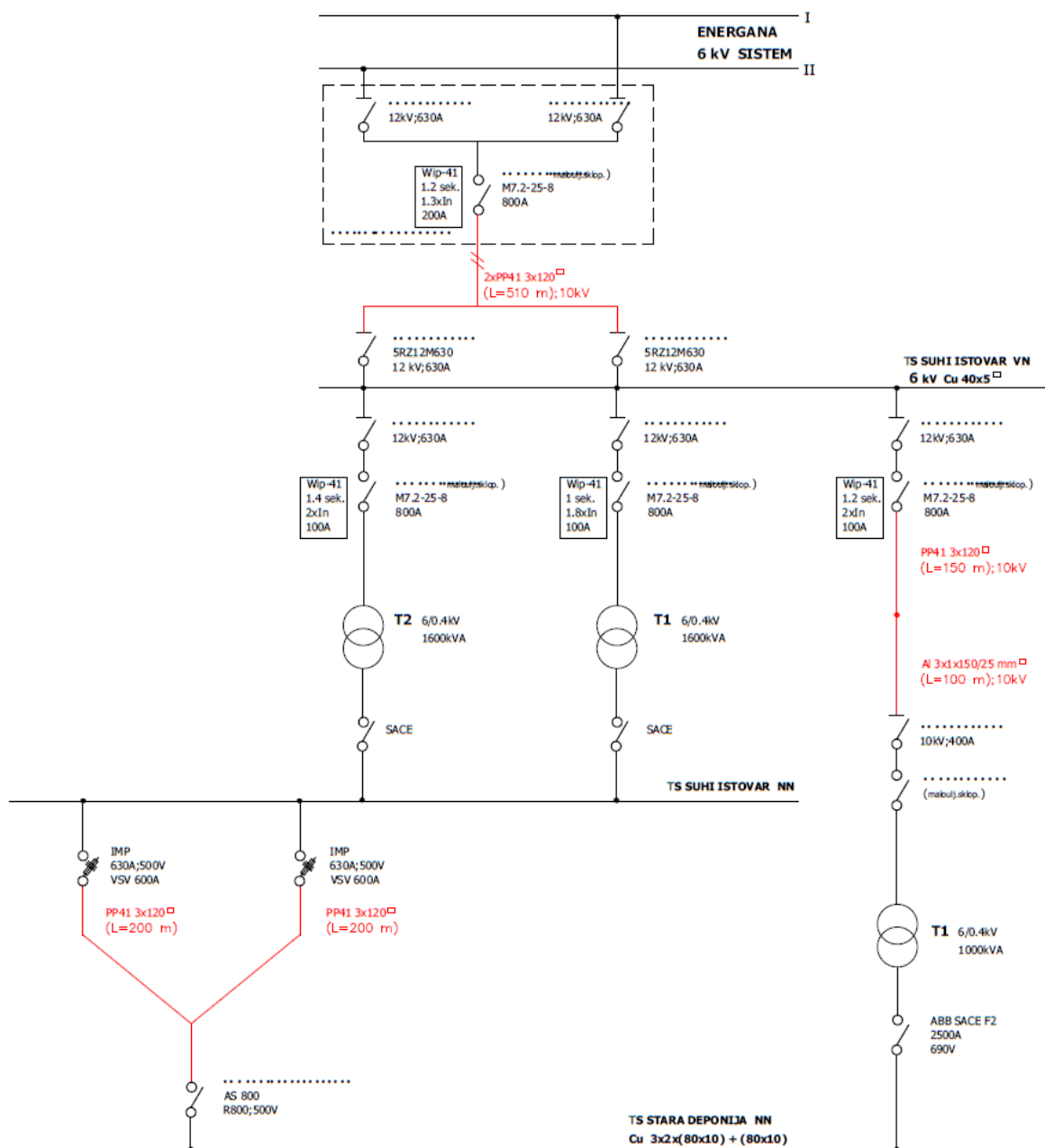
Slika 9.2. Prikaz 6,3 kV raspjeta u Tvornici šećera Osijek (razmještaj kabela i TS po tvorničkom krugu)



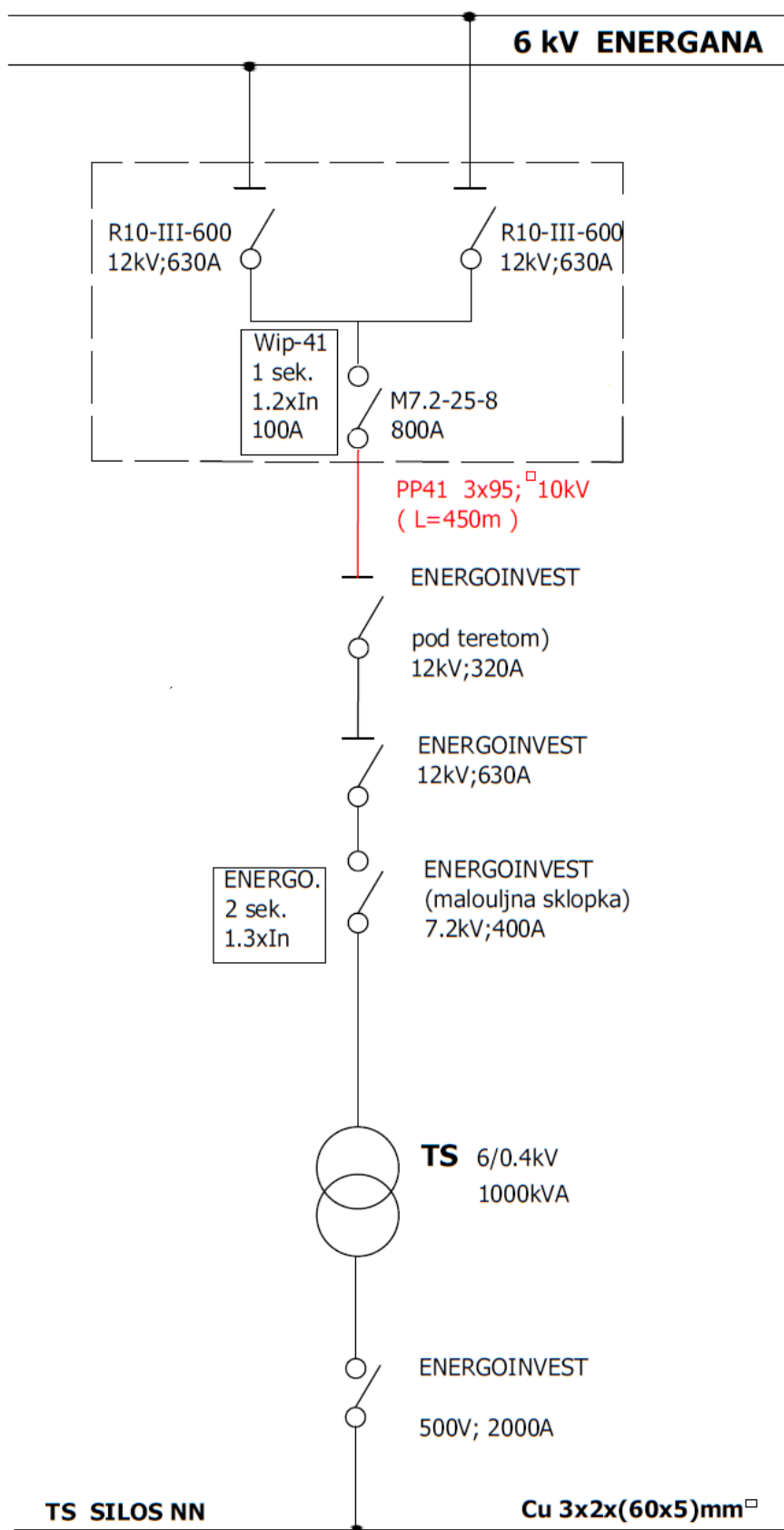
Slika 9.3. Prikaz 6,3 kV raspleta u Tvornici šećera Osijek (specifikacije opreme)



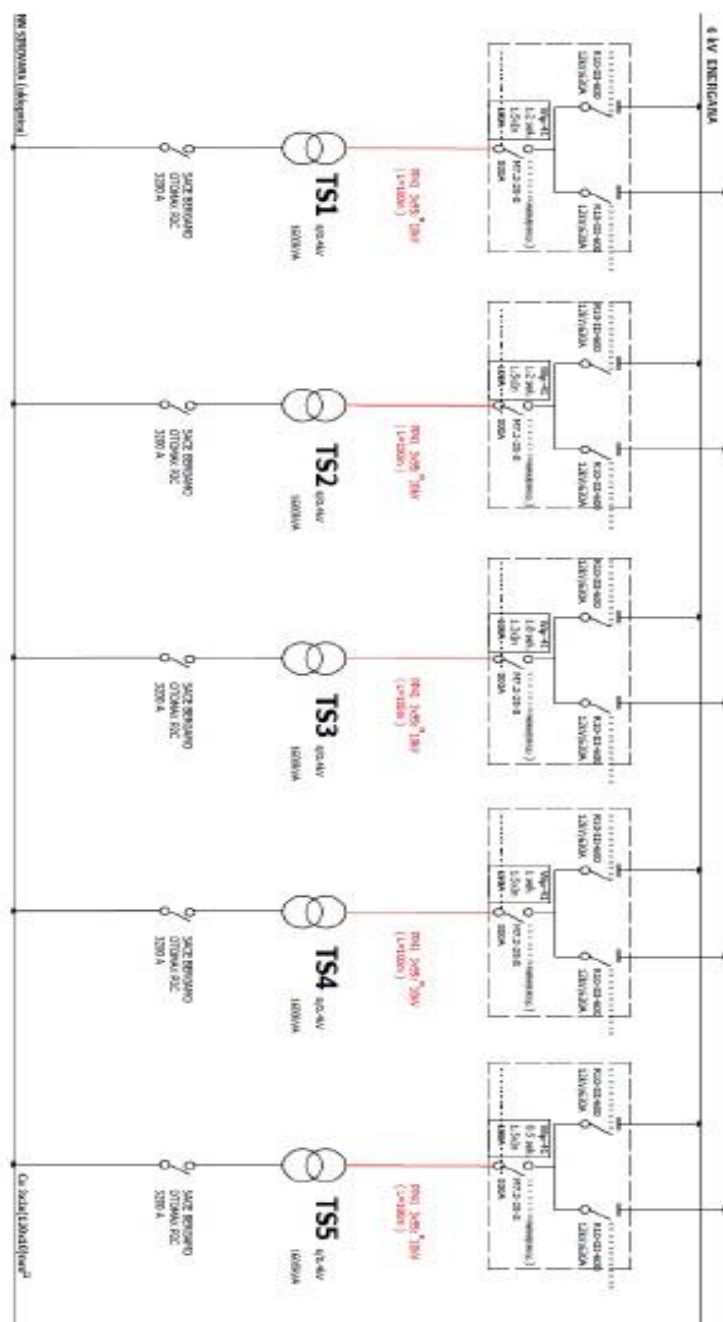
Slika 9.4. Shema blindirane TS rafinerija 1, 2, 3



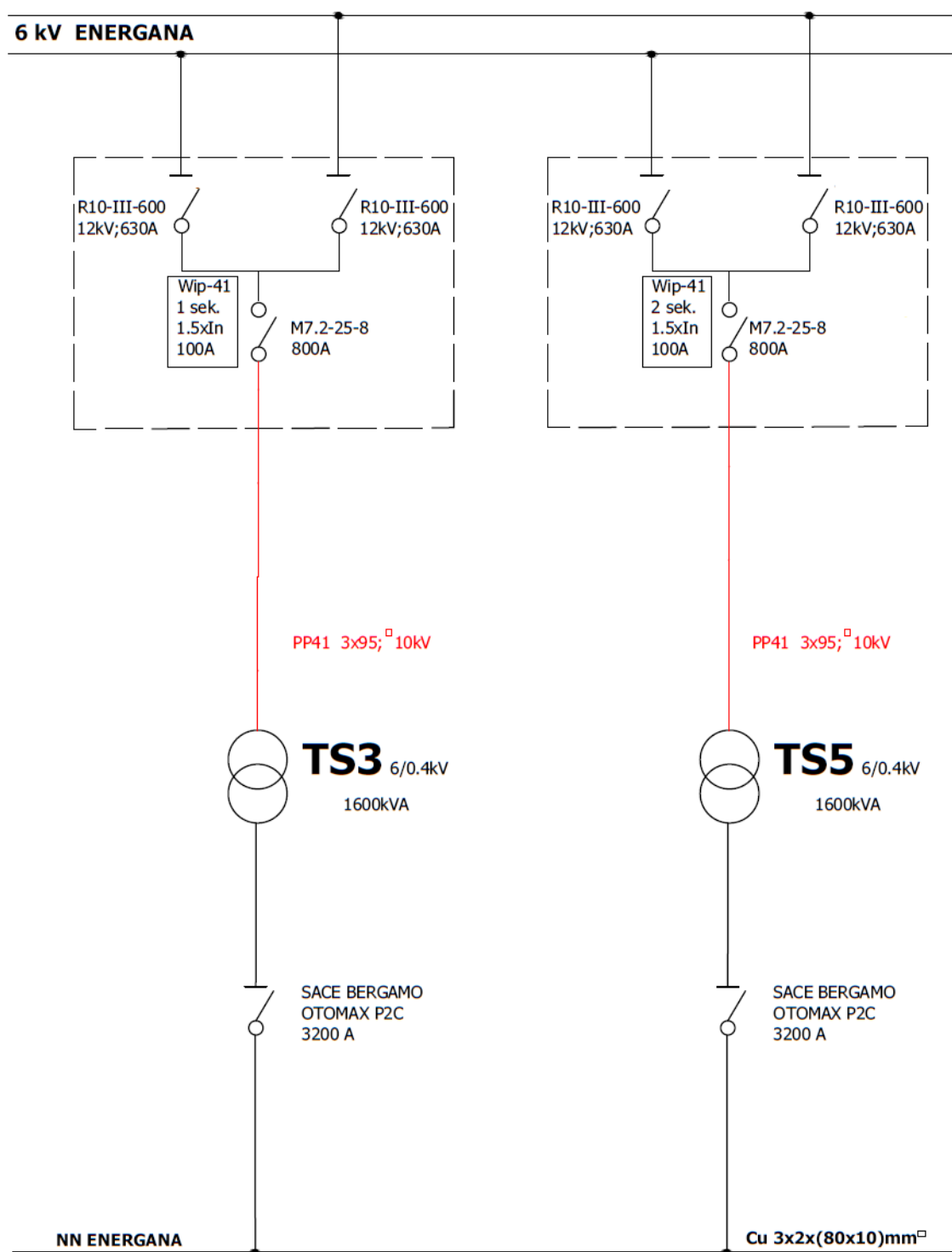
Slika 9.5. Shema TS suhi istovar i deponija



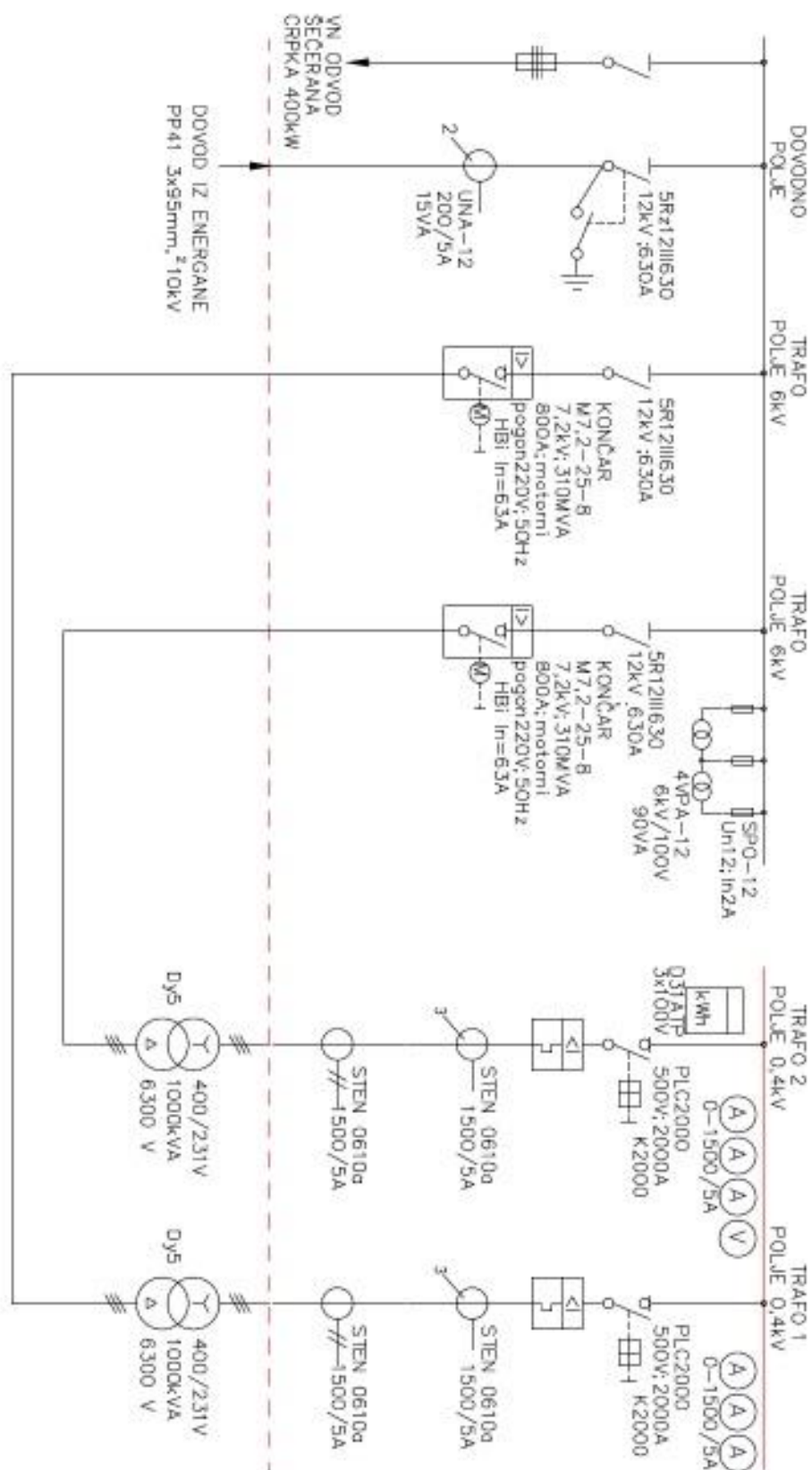
Slika 9.6. Shema TS silos



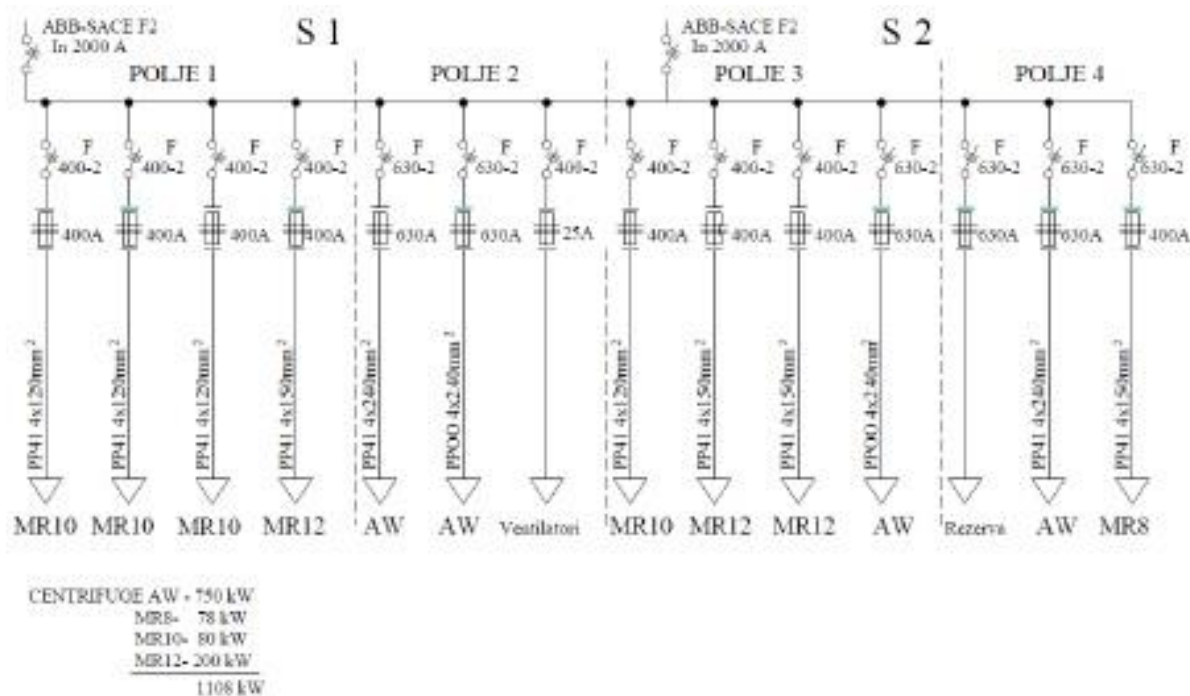
Slika 9.7. Shema TS sirovara 1, 2, 3, 4, 5 (dimni kanal)



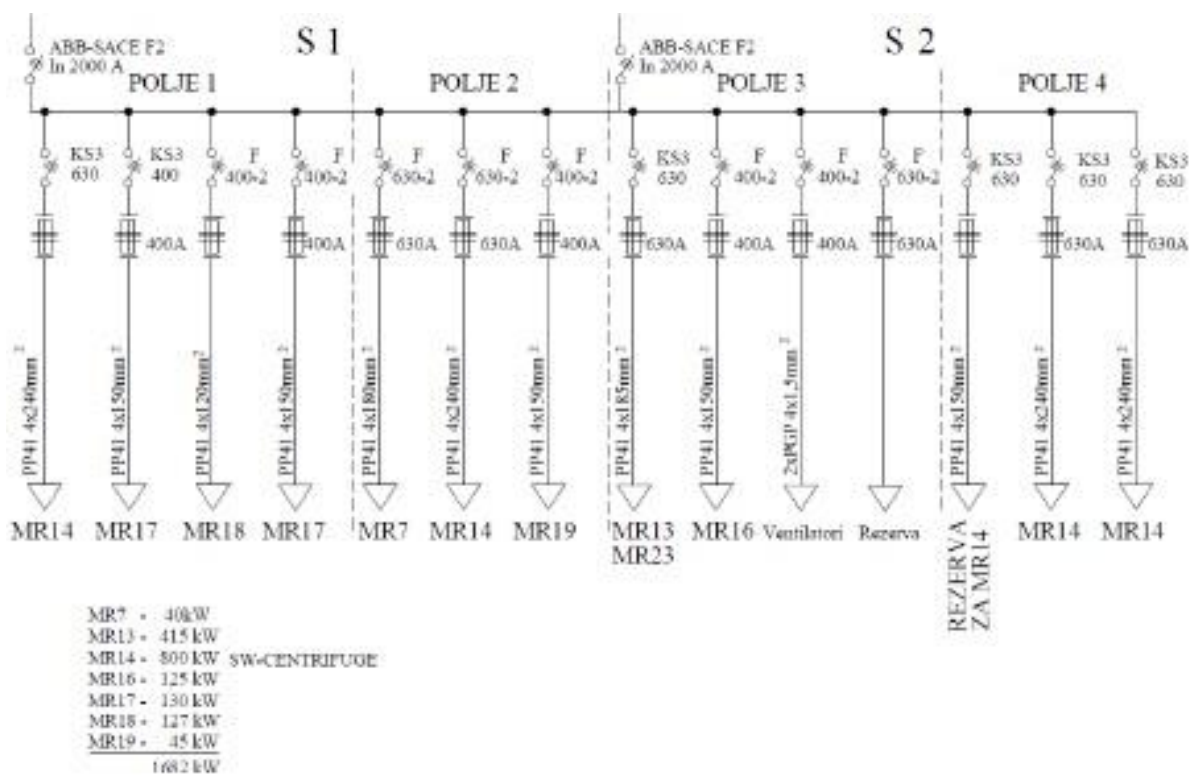
Slika 9.8. Shema TS vlastita potrošnja



Slika 9.9. Shema TS sušara



Slika 9.10. Shema TS1 rafinerija



Slika 9.11. Shema TS2 rafinerij

9.ZAKLJUČAK

Ovim radom je pokušao dati što bolji prikaz Tvornicu šećera Osijek i njen pogon, opisivanjem procesa proizvodnje šećera od dolaska šećerna repe pa sve do krajnjeg proizvoda. Također je opisan energetska dio tvornice. Strojevi ubrzavaju proces proizvodnje, te svaki stroj ima svoju ulogu u procesu. Tvornica šećera Osijek je primjer tvornice koja je dobro organizirana i koja svoju tradiciju njeguje više od jednog stoljeća. Zanimljivo je to što ništa ne ostaje neiskorišteno, nego se sve iskorištava za daljnji proces proizvodnje.

LITERATURA

- [1]Karlovac Plan Tvornice šećera Osijek za 2002. godinu
- [2]Štamparija PTT Beograd, 1980. Parne turbine – Jugoturbina
- [3]Priručnik za industriju šećera – Slobodan Šušić
- [4]<http://www.secerana.com/>

SAŽETAK

Završni rad opisuje Tvornicu šećera Osijek. Opisana je njena povijest, postupak proizvodnje šećera, šećer kao konačan proizvod, energetska dio šećerane, pojedinačno svi strojevi u Tvornici šećera Osijek.

Ključne riječi: Tvornica šećera, šećer, kotao, proces, turbina, generator, transformator, energija

ABSTRACT

The final paper describes the Osijek Sugar Factory. It describes its history, sugar production process, sugar as the final product, energy part of sugar factory and all the machines at the Osijek Sugar Factory.

Key words: Sugar factory, sugar, boiler, process, turbine, generator, transformer, energy

ŽIVOTOPIS

Borna Jovičić rođen je 25.6.1996. u Osijeku . Nakon završetka osnovne škole Frana Krste Frankopana u Osijeku, upisuje III. gimnaziju u Osijeku te maturira 2014. godine. Iste godine upisuje sveučilišni preddiplomski studij na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija, smjer elektrotehnika. Govori i piše engleski i njemački jezik. Služi se radom na računalu te se odlično služi sa MS Office alatima kao što su Word, Excel, Power Point. Nakon završetka preddiplomskog sveučilišnog smjera planira upisati diplomski studij na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku.

Potpis:
