

Tehnološki postupak proizvodnje šećera iz šećerne repe je kontinuirani postupak i odvija se po fazama procesa međusobno povezanih u tehnološku cjelinu. Pored osnovnog tehnološkog procesa proizvodnje šećera, tehnologija uključuje i pomoćne procese i operacije u pogonima za proizvodnju energije, pomoćnih materijala i nusproizvoda.

Osnovni tehnološki postupak proizvodnje šećera se može podijeliti u 7 faza:

1. Dovož i vaganje šećerne repe, uzimanje uzorka
2. Mokri ili suhi istovar šećerne repe, pranje repe, rezanje repe na rezance
3. Ekstrakcija repnih rezanaca, izdvajanje soka i izluženih rezanaca
4. Čišćenje soka
5. Koncentriranje i uparavanje soka
6. Kristalizacija saharoze
7. Dorada kristalnog šećera

Pomoćnih pogona vezani za proces proizvodnje šećera:

1. Pogon za proizvodnju pare i električne energije
2. Pogon za proizvodnju vapnenog mlijeka i ugljičnog dioksida CO<sub>2</sub>
3. Pogon za doradu izluženih rezanaca

## **PRIJEM ŠEĆERNE REPE –**

Proizvodnja šećera započinje prijemom šećerne repe, vaganjem i uzimanjem uzoraka za digestiju (%šećera u repi) i relevantnih elemenata (N<sub>2</sub>, K, Na) za određivanje prognoze iskorištenja, te za određivanje nečistoća koje dolaze s repom (zemlja, trava i kamen).

Šećerna repa dolazi u Tvornicu na dva načina:

- a) Kamionskim transportom,
- b) Željezničkim transportom.

Šećerna repa dovezena kamionskim transportom se istovara suhim istovarom. Prije istovara repe se vrši:

- a) Vaganje repe,
- b) Uzimanja uzoraka repe,
- c) Istovar repe,
- d) Odvajanje nečistoća (trava, kamen i zemlja),
- e) Deponiranja repe na deponijska polja.

Šećerna repa dovezena željezničkim vagonima odlazi na vaganje, uzimanje uzoraka, te na istovar vodom.

## KONTROLA KVALITETE –

### 1. Sirovinski laboratorij

(Kontrola i analiza prilikom prijema šećerne repe u tvornicu)

*Zadatak:* Kontrola i analiza primljene šećerne repe u tvornicu.

*Način provođenja kontrole i analize:* Analiza i kontrola šećerne repe se vrši kontinuirano 24 sata dnevno, ovisno o kontinuitetu i potrebnoj dinamici dopreme šećerne repe u tvornicu. Ovaj proces je aktivan tijekom kampanje cca. 4 mjeseca, dok traje doprema sirovine u tvornicu. Na prijemu šećerne repe se vrši kontrola i određuje nečistoća šećerne repe dopremljena u tvornicu kamionima i željezničkim vagonima. Uzorkovanje se vrši automatskom sondom, a daljnji proces određivanja je poluautomatski, gdje je na kraju rezultat % nečistoće i repna kaša koja se analizira.

*Vrsta uzoraka:* Šećerna repa, repna kaša.

*Parametri koji se određuju ovom kontrolom prijema repe:*

*a) % Nečistoće,*

*b) Analizom dobivene repne kaše se određuje:* Digestija (% saharoze), količina kalija, natrija i alfa amino dušika, alkalitetni faktor, kvocijent gustog soka, iskorištenje/repu, iskorištenje/digestiju.

*Broj analiza u 24 sata:* Cca 500 – ovisno o kontinutetu dopreme repe.

*Obrada i dostupnost rezultata:* Rezultati se automatski unose u bazu podataka i dostupni su kontrolorima arbitraže, voditelju laboratorija, sirovinskoj službi i proizvođačima .

Kontrola kvalitete kod prijema šećerne repe ima poseban značaj za postavljanje procesnih parametara za preradu, a time i ekonomično poslovanje tvornice. Zbog toga stanica za prijem repe ima osnovna dva zadatka:

- 1. Osiguravanje objektivnih podataka o količini dospjele šećerne repe na preradu, o količini mehaničkih primjesa i o sadržaju šećera u repi,*
- 2. Utvrđivanjem kvalitativnih pokazatelja osigurati objektivne podatke o kvaliteti primljene repe, koji omogućuju tehničkoj službi da izvrši optimizaciju tehnološkog postupka za preradu sirovina.*

## **2. Pogonski laboratorij:**

*1. Odjel za praćenje tehnološkog procesa*

*Zadatak:* Kontinuirano praćenje parametara neophodnih za uspješno vođenje tehnološkog procesa.

*Način provođenja analiza:*

Analize se provode kontinuirano tijekom 24 sata dnevno. Ovaj režim rada je aktivan tijekom kampanje, cca 4 mjeseca.

*Vrsta uzoraka:* Slatki rezanac, difuzni sok, izluženi repni rezanac, svježa voda, rijetki sok, gusti sok, stanica čišćenja, standardni sirup, sirovi repni rezanac, šećerovina-A, šećerovina-B, šećerovina-C, miješana šećerovina, zrnjenje, šećer-C, karbonatni mulj, sirovi vlažni rezanac.

*Broj uzoraka=16*

*Parametri, koji se određuju:*

Bx-stupnjevi, polarizacija, pH-vrijednost, tip boje, boja u otopini (IU), %pepeo, %SO<sub>2</sub>, invertni šećer, Alk%CaO, Ca-soli, Be-stupnjevi, %O<sub>2</sub>, %CO, %CO<sub>2</sub>, %saharoze

*Broj parametara koji se određuje=15*

*Ukupni broj analiza na 24 satnoj razini= 969*

*Obrada i dostupnost rezultata analiza:* Rezultati se odmah unose u centralnu bazu podataka i cijelodnevno su dostupni šefu laboratorija, direktorima, glavnom tehnologu i voditeljima smjena.

*2. Odjel za posebne analize*

*Zadatak:* Analiza prosječnih dnevnih uzoraka od prethodnog dana – gotovog proizvoda i nusprodukata, te analiza ugljena i kamena vapnenca.

*Način provođenja analiza:*

Analize se provode samo u prvoj smjeni.

Vrsta uzoraka: Kristalni šećer, briket repnog rezanca, slatki repni rezanac, kaša, ugljen, kamen vapnenac, melasa.

*Parametri koji se određuju:*

Tip šećera, vlaga, granulometrijska analiza, boja šećera u otopini, pepeo, %SO<sub>2</sub>, %invertnog šećera, % inverta u melasi, sedimentacija, polarizacija, pH-vrijednost, kalorijska vrijednost ugljena.

*Ukupni broj analiza na 8 satnoj razini= 21*

*Obrada i dostupnost rezultata analize:*

Rezultati se odmah po završetku analize, unose u centralnu bazu podataka i cjelodnevno su dostupni: šefu laboratorija, direktorima, glavnom tehnologu i voditeljima smjena.

### ***3. Mikrobiološki odjel***

*Zadatak:* Praćenje mikrobioloških parametara neophodnih za uspješno vođenje tehnološkog procesa i dnevno praćenje gotovih proizvoda.

*Način provođenja analiza:*

Pogonske analize se provode u prvoj smjeni, a analize gotovih proizvoda se provode u prvoj smjeni, znaju trajati i po tjedan dana zbog specifičnosti analiza.

*Broj uzoraka za praćenje tehnološkog procesa= 17*

*Vrsta uzorka:* Repa, kaša, izlaz iz ekstraktora-1 (I i III komora), izlaz iz ekstraktora-2 (I i III komora), ulaz u ekstraktore (1,2,3), BM komora, Nulti blok, hvatači mrva HM-1, HM-2, HM-3.

*Parametri, koji se određuju:*

Temperatura, Anderson test pH-vrijednosti, Resazurin test, Nitritni test, Formalin test, određivanje koncentracije mliječne kiseline.

*Ukupan broj analiza za potrebe praćenja tehnološkog procesa= 192*

*Vrsta uzoraka gotovih proizvoda:* Kristalni šećer, melasa, rezanac (po potrebi). Brisevi sa linije pakiranja.

*Parametri koji se određuju:*

- a) Ukupan broj aerobnih mezofila,
- b) Dokazivanje entero bakterija, dokazivanje salmonela,
- c) Određivanje broja kvasaca i plijesni,
- d) Određivanje broja *Leuconostoc m.* (za melasu).

*Broj uzoraka na dnevnoj razini= 3*

*Ukupan broj analiza na dnevnoj razini= 10*

Sveukupan broj analiza u mikrobiološkom laboratoriju= 192 + 10 = 202

*Obrada i dostupnost rezultata analiza:*

Rezultati se odmah po završetku analize, unose u centralnu bazu podataka i cijelodnevno su dostupni: šefu laboratorija, direktorima, glavnom tehnologu, voditeljima smjena.

### 3. Laboratorij za kontrolu tehnološke pripreme vode i za kontrolu vode u energani

*Zadatak:*

Kontrola napojne vode, koja se uzima iz rijeke Drave, kontrola izlazne vode nakon tehnološke priprave i kontrola vode koja se koristi u energani.

*Način provođenja analiza:*

Analize i kontrola se vrše 24 sata na dan, ne uvijek istim intezitetom, ovisno o korištenju postrojenja za tehnološku pripremu vode.

*Vrsta uzoraka:* napojna voda iz Drave, uzorak iz centra postrojenja i izlazna voda.

*Parametri koji se određuju:*

Ukupna tvrdoća,  $p$ -vrijednost,  $m$ -vrijednost, pH-vrijednost, karbonatna tvrdoća, ukupna tvrdoća, Ca-tvrdoća, Mg-tvrdoća, organska tvar, električna provodljivost.

*Ukupan broj parametara=10*

*Ukupan broj analiza na dnevnoj razini= 30 tehnološka priprava + 10 energana*

Broj analiza je ovisan o aktivnosti postrojenja za pripravu vode, koje nije uvijek aktivno.

## **ČIŠĆENJE REPE –**

Prije prerade, repa se mora osloboditi primjesa (pijesak, kamenje, lišće i trava). Čistoća repe utječe na rad rezalica i kvalitetu repnih rezanaca, a time i na kvalitetu soka i daljnju preradu. Repa koja istovarena iz kamiona na pretovarnoj rampi prelazi preko uređaja tzv. "Rollen-rost", konstruiranog za odvajanje zemlje, korjenčića repe, trave i drugih repnih nečistoća. Korjenčići se, zajedno s nečistoćama, dodatno odvajaju pomoću separatora korjenčića. Sitniji korjenčići i nečistoće se sakupljaju i odvoze, a krupniji korjenčići i repa trakastim transporterom dopremaju na deponijska polja sa kojih se vrši tzv. "plavljenje" – transport repe u pogon.

## **PRANJE REPE –**

Priprema šećerne repe za proces proizvodnje šećera započinje izdvajanjem trave, lišća i ostalih nečistoća na tzv. donjem hvataču trave, postavljenim ispred repnih crpki. Plivajuće nečistoće se odvajaju pomoću grablji uronjenih u vodu s repom. Grablje se kreću suprotno od kretanja smjese vode i repe. Smjesa vode i repe iz donje kinete – centralni kanal pomoću repnih crpki se diže u gornju limenu kinetu, gdje je ugrađen hvatač kamena i metala, te još dva hvatača trave. Smjesa repe i vode se uvodi na pralicu, gdje se na rotirajućim valjcima odvaja voda, korjenčići i ulomci od repe koja se pere mlaznicama. Tako pripremljena repa ide transporterom u spremnik – bunker za repu i spremna je za rezanje.

## **REZANJE REPE –**



Pravilan rad rezalica za šećernu repu je jedan od ključnih trenutaka za dobru proizvodnju. Repa se reže sa šest rezalica (dvije bubnjaste i četiri stolne) u rezance krovnog oblika koji osiguravaju maksimalnu površinu i tehnološki najpovoljnije uvjete za ekstrakciju šećera. Laboratorij prati kvalitetu rezanca za dogovorene vrijednosti. Dobivene vrijednosti se svakog sata upisuju u laboratorijsku knjigu i šalju na instalirani Pc, koji se nalazi u prostoriji za automatsko vođenje procesa tzv. teleperm. Vršiti se izmjena oštećenih noževa, vrsta noževa, visina podešavanja noža i redovno čišćenje noževa od nakupljene trave. Rabljeni se noževi oštiti i pripremaju za kvalitetan rad. U pričuvu mora biti određena količina svih noževa koji se koriste. U radnoj uputi su navedene raspodjele domena u donošenju odluka za rad.

## **EKSTRAKCIJA ŠEĆERA IZ REPE –**

Osnovni cilj ekstrakcije je izvlačenje najveće moguće količine saharoze iz sirovine.

Procesom ekstrakcije, u protustrujnom toku, rezanaca šećerne repe i vode, ekstrahira se šećer iz repnog tkiva. Uobičajen naziv za ovu fazu u industriji šećera je ekstrakcija, a uređaji ekstraktori ili skraćeno DdS. DdS (De Danske Sukkerfabrikker). Voda ide u suprotnom smjeru od rezanca, kako bi se rezanac što bolje izlužio. Na gornju se stranu ekstraktora dovodi voda i presna voda od prešanja rezanca. Rezanac se postepeno izlužuje. Na donjoj strani tornja su sita za razdvajanje soka od rezanca. Ispod tornja se nalaze crpke koje izvlače difuzni tok iz ekstraktora. Na gornjem dijelu ekstraktora je tzv. "izgrtač", koji kupi izluženi rezanac iz istog i transportira ga na pužni transporter za raspoređivanje izluženog rezanca na prese rezanca. Rezanac nakon prešanja ide u sušaru rezanca, a presna voda natrag u ekstraktor. Svaki ekstraktor DdS posjeduje tračnu vagu za

mjerenje količine izrezanog rezanca. DdS ekstraktori se griju tehnološkom parom. Kondenzat odlazi u toplinski izolirane zbirnike kondenzata.

Optimalne karakteristike vode za ekstrakciju su temperatura 65°C, pH 5.5, tvrdoća 80°NJ. U ekstraktore pored vode za ekstrakciju dovodimo i presnu vodu, koju dobivamo od prešanja izluženog rezanca. Presna voda se vraća u ekstraktor. Temperatura presne vode je oko 65°C. Difuzni sok iz ekstraktora prolazi preko odvajača mrva i takav pročišćen sok ide na čišćenje. Mrvice sa odvajača mrvica odlaze na trakaste transportere u jamu rezanca. Odvajače mrva čistimo pranjem vodom i steriliziranjem parom, u cilju smanjenja djelovanja mikroorganizama. Sterilizacija se vrši približno pola sata. Odvajači mrva se mijenjaju svakih 8 sati ili po potrebi. Postoje tri odvajača mrva, kapaciteta oko 400 m<sup>3</sup>. Jedan odvajač mrva je uvijek čist i u rezervi, dok druga dva rade. Kada se jedan "zanese" pristupamo čišćenju, sterilizaciji, a drugi puštamo u rad. Kontrolu odvajača mrva analizira mikrobiološki laboratorij u ovisnosti o djelovanju mikroorganizama.

## ČIŠĆENJE EKSTRAKCIJSKOG SOKA –

Cilj čišćenja ekstrakcijskog soka je uklanjanje svih otopljenih nešećera i suspendiranih nečistoća i dobivanje termostabilnog soka, koji se pri daljnjoj termičkoj obradi (uparavanju i kristalizaciji) ne mijenja.

Zadaci čišćenja:

- a) *Popuno uklanjanje preostalih suspendiranih čestica,*
- b) *Koagulacija proteina i pektina,*
- c) *Maksimalno uklanjanje nešećera iz soka (kalij i natrij soli),*
- d) *Neutralizacija kiselina,*
- e) *Povećanje pH,*
- f) *Razgradnja reducirajućih šećera,*
- g) *Uklanjanje saponina koji uzrokuju pjenjenje soka što otežava uparavanje i kristalizaciju.*

Postupak čišćenja ekstrakcijskog soka djelimo na :

#### 1. Mehaničko čišćenje ekstrakcijskog soka

Ekstrakcijski sok se prvo čisti mehanički, kako bi se odstranile nečistoće prije procesa čišćenja difuznog soka. Mehaničko čišćenje ekstrakcijskog soka se vrši propuštanjem soka preko odvajča mrva.

#### 2. Kemijsko čišćenje ekstrakcijskog soka

- a) *Predlučenje (Predalkalizacija),*
- b) *Lučenje (Alkalizacija) – hladno i toplo lučenje,*
- c) *Prva karbonatacija,*

*d) Dekantiranje,*

*e) Druga karbonatacija,*

*f) Završna filtracija.*

#### **PREDLUČENJE (PREDALKALIZACIJA) –**

Uvođenje vapnenog mlijeka ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) i povratnog karbonatnog mulja u ekstrakcijski sok. Cilj postupka je taloženje teško topljivih kalcijevih soli alkalizacijom sa vapnenim mlijekom ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) i povratnim karbonatnim muljem, te koagulacija koloidno otopljenih nešećera uz optimalnu aglomeraciju izdvojenih koloidnih čestica.

#### **LUČENJE (ALKALIZACIJA) –**

a) *Hladno lučenje* – Progresivnom alkalizacijom obrađeni sok se prelijeva u posudu hladnog lučenja. Ovdje se nastavlja daljnja alkalizacija soka. Vapneno mlijeko se može dodavati na dva mjesta u ovisnosti LUČENJE (ALKALIZACIJA) –

a) *Hladno lučenje* –

Progresivnom alkalizacijom obrađeni sok se prelijeva u posudu hladnog lučenja. Ovdje se nastavlja daljnja alkalizacija soka. Vapneno mlijeko se može dodavati na dva mjesta u ovisnosti o shemi čišćenja.

b) *Toplo lučenje* –

Sok se crpkama iz hladnog lučenja odvodi na zagrijače lučenog soka u kojima se u tri stupnja grijanja sok zagrije na zadanu temperaturu. Zagrijani sok se uvodi u posudu toplog lučenja, gdje se dodavanjem nove količine vapnenog mlijeka nastavlja alkalizacija soka. Cilj postupka je osiguranje optimalne razgradnje termički nestabilnih organskih nečistoća, povećanje termostabilnosti soka.

#### **PRVA KARBONATACIJA –**

Cilj postupka je prevođenje kalcijevog hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) u kalcijev karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) uvođenjem plina ( $\text{CO}_2$ ) u alkalizirani sok.

Iz toplog lučenja sok se uvodi u posudu prve karbonatacije. Plin ( $\text{CO}_2$ ) se upuhuje kompresorima. Kemijskom reakcijom uz održavanje propisane pH vrijednosti dolazi do stvaranja kalcijevog karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ). Sok se zatim uvodi u posudu za zgušnjavanje koloida. Iz ovog soka se na dekanterima dobiva filtrat – bistri sok i ugušćeni mulj.

### DEKANTIRANJE–

Izdvajanje karbonatnog mulja taloženjem.

Sok preko raspodjeljivača ulazi u dekantere. Sa dna dekantera se izdvaja mulj u rezervoar mulja, kapaciteta  $20 \text{ m}^3$ . Mulj se odvodi crpkama. Jedan dio na PKF–stanicu (filtracija), a jedan dio na predlučenje, dok bistra faza ide u rezervoar kapaciteta  $30 \text{ m}^3$ . Nastalu bistru fazu nazivamo bistri sok. Za poboljšanje izdvajanja faza (muljna – bistra) u dekanterima, koristimo flokulante, koji se priređuju u uređaju. Flokulant se priprema tako da se u jedan prihvatni mali rezervoar ubaci vreća od 25 kg. Ispod malog rezervoara je dozirni puž, kojemu se može mijenjati vrijeme doziranja. Taj puž transportira flokulant do rezervoara, gdje se dovodi pitka voda. Mješalica miješa otopinu određen broj minuta, ovisno o potrebi. Kada je ciklus miješanja i pripreme flokulanta gotov, crpkama ide u prihvatni rezervoar, a iz tog rezervoara se dozira crpkama u dekantere. Cjelokupan sustav je automatiziran i napravljen od inoks materijala. U već gotovu otopinu flokulanta se dozira rijetki sok ( $1 - 1.5 \text{ m}^3$ ), u cilju što bolje homogenizacije otopine flokulanta. Korisna zapremnina jednog dekantera je  $80 \text{ m}^3$ .

### DRUGA KARBONATACIJA –

Bistri sok dobiven poslije filtracije se odvodi na zagrijače druge karbonatacije u kojima se zagrijava u dva stupnja. Zagrijani sok se uvodi u reakcijsku posudu druge karbonatacije. Na drugoj karbonataciji uvođenjem karbonatnog plina ( $\text{CO}_2$ ) održava se pH optimalnog alkaliteta. Održava se pH koji daje stabilne sokove na otparnoj stanici. U slučaju niskog prirodnog alkaliteta repe i male termostabilnosti soka na otparnoj stanici, tehnički direktor propisuje pH druge karbonatacije i količinu sode i/ili natrijeve lužine koja će se dozirati na drugu karbonataciju. Cilj postupka je izdvajanje soli zemnoalkalijskih metala taloženjem pri optimalnim uvjetima

#### ZAVRŠNA FILTRACIJA –

Koriste se filteri ugušćivači, koji dodatno čiste sok od naslaga nešećera, odnosno karbonata. Cilj postupka je potpuno izdvajanje taloga nastalih poslije završne druge karbonatacije. Sok dobiven nakon filtracije naziva se rijetki sok.

#### SULFITACIJA RIJETKOG SOKA –

Natrijev bisulfit ( $\text{NaHSO}_3$ ) se dozira u rijetki sok. Cilj postupka je smanjenje obojenosti soka

#### UPARAVANJE SOKA –

Rijetki sok se crpkama dovodi na peterostupanjsku uparnu stanicu (shema – Prilog 5). Cilj postupka je izdvajanje vode u otparnoj stanici, pri čemu se sok koncentrira u sirup tj. u gusti sok. U toj fazi ne dolazi do kristalizacije šećera.

Tijekom uparavanja soka dolazi do određenih kemijskih promjena:

*a) Promjene alkaliteta,*

*b) Razgradnje šećera i povećanje obojenosti soka.*

## KRISTALIZACIJA ŠEĆERA –

Kristalizacija, do koje dolazi daljnjim uparavanjem, se provodi diskontinuirano u vakuum aparatima. Ukuhavanjem gustog soka dobije se smjesa šećernih kristala kao čvrste faze i matičnog sirupa kao tekuće faze, koja se naziva šećerovina. Da bi se maksimalno iskoristio šećer iz dobivene šećerovine, ista se kuha u 3 stupnja kristalizacije (A,B i C – produkt). Kada se dobije matični sirup iz kojeg se više šećer ne može kristalizirati dobije se melasa.

- 1. Ugušćivanje*
- 2. Unošenje centara kristalizacije u sirup.*
- 3. Rast kristala.*
- 4. Dokuhavanje, stezanje i ispuštanje šećerovine.*
- 5. Produženje kristalizacije šećerovine u hladnjačama.*
- 6. Centrifugiranje.*

## POSTUPCI NAKON ODVAJANJA ŠEĆERA NA CENTRIFUGAMA –

- 1. Sušenje šećera*
- 2. Skladištenje šećera.*

## PROIZVODNJA PEČENOG VAPNA (CaO), KARBONATNOG PLINA (CO<sub>2</sub>) I VAPNENOG MLIJEKA (Ca(OH)<sub>2</sub>) –

U tehnološkom postupku čišćenja difuznog soka upotrebljavaju se produkti termičke razgradnje kamena vapnenca (CaCO<sub>3</sub>) i to: pečeno vapno (CaO) u obliku vapnenog mlijeka Ca(OH)<sub>2</sub>, te karbonatni plin (CO<sub>2</sub>). Kvaliteta vapnenca je

vrlo važna za učinkovit proces proizvodnje pečenog vapna ( $\text{CaO}$ ) i karbonatnog plina ( $\text{CO}_2$ ).

Nakon potpale vapnenih peći određuju se daljnji postupci za postizanje normalnog rada vapnenih peć:

Kamen sa skladišta odlazi na separaciju gdje se odvoji sitnija granulacija, zatim u spremnik kamena, a iz spremnika na vagu. Isti se postupak odnosi i na koks, ali bez separacije. Izvagani kamen i koks se miješaju na traci i tom se smjesom pune obje vapnene peći. Pečenjem se dobije pečeno vapno ( $\text{CaO}$ ) i karbonatni plin ( $\text{CO}_2$ ). Karbonatni plin ( $\text{CO}_2$ ) se odvodi na praonik plina gdje se odvajaju mehaničke nečistoće (pepeo), a potom kompresori odvlače plin u karbonatere na stanicu čišćenja. Pečeno vapno ( $\text{CaO}$ ) se ispušta iz obje peći na traku i diže u spremnik pečenog vapna. Iz spremnika se pečeno vapno ( $\text{CaO}$ ) ispušta u Mick uređaje, gdje se otapa s ohlađenom barometrijskom vodom, vapnenom vodicom ili isladom. Nakon dobivanja suspenzije gustoće 22 Bë koja se naziva vapneno mlijeko ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), ista ide dalje na proces pročišćavanja. Pročišćavanje je potrebno kako bi se iz vapnenog mlijeka ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) uklonile mehaničke nečistoće (pijesak i šljunak i neotopljeni komadići pečenog vapna). Pročišćavanje započinje na separatorima gdje se sitima uklanjaju krupnije mehaničke nečistoće. Takvo očišćeno vapneno mlijeko ide u zrionike (I i II). Iz zrionika vapneno mlijeko preko rezervoara i crpki odlazi na hidrociklone gdje se uklanja pijesak. Odvojeni pijesak i ostale mehaničke nečistoće se na klasireru odvoje od vapnene vodice, koju zatim vraćamo nazad preko rezervoara za Mick uređaje ponovo u proces. Pročišćeno vapneno mlijeko ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), gustoće oko (22 Bë) iz hidrociklona ide u zrionik (II) u cilju dobivanja što kvalitetnijeg vapnenog mlijeka odakle se crpkama odvodi u pogon na stanicu čišćenja.



## PROIZVODNJA MELASE –

Melasa je matični sirup iz centrifuga iz kojeg se više ne može na ekonomičan način iscrpiti saharoza. Sastoji se od vode, saharoze, glukoze, fruktoze te različitih nešećera. Melasa se nakon vaganja skladišti u posebne rezervoare i stavlja na tržište.

## PREŠANJE, SUŠENJE I PELETIRANJE IZLUŽENIH REZANACA –

Za sušenje prešanih rezanaca koriste se sušare u obliku bubnja. Linijom pužnih transportera rezanci se dovode u horizontalne bubnjeve gdje se suše u struji vrućih plinova nastalih izgaranjem zemnog plina ili mazuta. U sušari rezanaca vrši se proces direktnog sušenja tj. produkti izgaranja miješaju se sa sirovinom (rezanci) te izlaze iz procesa zajedno sa otparenom vodom (parom). Peletiranje rezanaca vrši se u svrhu smanjenja volumena osušenih rezanaca.

## UPRAVLJANJE PROCESIMA PROIZVODNJE –

Procesi proizvodnje su, počevši od pripreme sirovine, u potpunosti automatizirani i vode se iz kontrolne sobe, uz pomoć specijaliziranog industrijskog *software*-a.

Procesima proizvodnje upravljaju stručno osposobljeni operateri. Sam program upravljanja omogućuje automatsko zaustavljanje pojedine opreme i/ili djela procesa u slučaju izvanrednih događaja. U svrhu optimalnog korištenja pojedinih strojeva u cilju smanjenja potrošnje električne energije uvedene su automatske kontrolne petlje u program upravljanja procesa, koje na temelju mjerenih procesnih parametara i veličina prilagođavaju rad dotičnih strojeva.

## PROIZVODNJA PARE –

Tehnološki procesi u tvornici šećera zahtjevaju znatne količine toplinske i električne energije. Osim tih potreba postoji i potreba grijanjem radnih i drugih

prostora. Stoga je tvornica opremljena potrebnim energetske uređajima kako za proizvodnju toplinske energije, za 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 („kotlovi za proizvodnju pare”) pregrijane ili zasićene vodene pare. Ova se proizvodnja kreće do najviše 140t/h a prosječno oko 110t/h. Generatori pare mogu s svrstati u dvije skupine:

1. Proizvodnja pare radnog tlaka 40 bara i temperature pregrijane pare od 410 °C

– 2 kom „Sekcijski kotlovi”, loženi mrkim ugljenom, veličina zrna „grah” na dvostrukim puzajućim rešetkama, radni tlak 40 bara, najviša temperatura pregrijanja vodene pare 450 °C, najveća proizvodnja po proizvodnoj jedinici 25/32 t/h. God. proizvodnje 1958, „ĐĐ” Slavonski brod.

– 1 kom „Kutocjevni kotao”, ložen mrkim ugljenom, veličina zrna „grah” na puzajućoj rešetci, radni tlak 40 bara, najviša temperatura pregrijanja vodene pare 450°C, najveća proizvodnja 60/80 t/h. God. proizvodnje 1980, „ĐĐ” Slavonski brod.

– 1 kom „Integral kotao”, ložen uljem za loženje („mazut”), radni tlak 40 bara, najviša temperatura pregrijanja vodene pare 420°C, najveća proizvodnja 32/40 t/h. God. proizvodnje 1968, „ĐĐ” Slavonski brod.

– 1 kom „Kutocjevni kotao”, ložen uljem za loženje („mazut”), radni tlak 40 bara, najviša temperatura pregrijanja vodene pare 420°C, najveća proizvodnja 40/64 t/h. God. proizvodnje 1975, „ĐĐ” Slavonski brod.

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 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.

## 2. Proizvodnja pare radnog tlaka 10 bara i temperature 180°C

– 1kom „Steambloc kotao”, ložen zemnim plinom ili uljem za loženje („mazut”), radni tlak 10 bara, temperatura pare 180 °C, najveća proizvodnja 15 t/h. God. proizvodnje 1970, „ĐĐ” Slavonski brod.

– 1kom „Steambloc kotao”, ložen zemnim plinom, radni tlak 10 bara, temperatura pare 180 °C, najveća proizvodnja 12 t/h. God. proizvodnje 1970, „ĐĐ” Slavonski brod.

– 1kom „Steambloc kotao”, ložen uljem za loženje („mazut”), radni tlak 10 bara, temperature pare 180 °C, najveća proizvodnja 12 t/h. God proizvodnje 1970, „ĐĐ” Slavonski brod.

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

Za vrijeme rada se nadziru generatori pare od strane obučenih i ovlaštenih rukovatelja

## PROIZVODNJA, RAZVOD ELEKTRIČNE ENERGIJE –

Proizvodnja električne energije se obavlja sa tri turbo generatora ukupne instalirane snage 19 MVA. U uobičajenoj proizvodnji u vrijeme prerade šećerne repe („Kampanja”) 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 slučajevima neravnomjerne potrošnje i u slučajevima nužde električna energija se može preuzimati i iz sustava elektrodistributivnog poduzeća, uz ograničenja postrojenja za preuzimanje. Može se preuzeti samo do najveće snage od 2,7 MW.

Turbo generatorsko postrojenje sastoji se od sljedećih jedinica:

- protutlačni turboagregat, Jugoturbina – Karlovac – Končar Zagreb 1958.  
Snaga 2,5 MW, generator 6,3kV, 3,6 MVA,
- protutlačni turboagregat, Jugoturbina – Karlovac – Končar Zagreb 1968.  
Snaga 6 MW, generator 6,3 kV, 7,5 MVA,
- protutlačni turboagregat, Jugoturbina – Karlovac – Končar Zagreb 1980.  
Snaga 10 MW , generator 6,3 kV, 12,5 MVA.

#### **PRIPREMA VODE –**

Za napajanje parnih kotlova koristi se pripremljena demineralizirana voda. Demineralizirana voda dobiva se procesom dekarbonizacije riječne vode uz dodatak vapnenog mlijeka ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) i željeznog klorida ( $\text{FeCl}_3$ ), pješčanim i ionskim smolama. Kapacitet linija  $2 \times 33 \text{ m}^3/\text{h}$  demi vode, te  $80 \text{ m}^3/\text{h}$  dekarbonizirane vode.