



Upravljanje procesima računarom:

Proces proizvodnje piva



Nikola Matić EM13/19
Srđan Milkić EM14/19
Aleksandar Kalaković EM23/19
Aleksandar Randelović EM29/19
Marko Rosandić EM18/18

Profesor: Prof. dr. Velimir Čongradac

O pivu

Pivo je jedno od najstarijih i najčešće konzumiranih alkoholnih pića na svetu i treće najpopularnije piće posle vode i čaja.

Reč pivo (od glagola piti) prvobitno je označavala sve napitke tj. pića, i tek kasnije je postala naziv alkoholnog pića gotovo na svim slovenskim jezicima. Slovensko pivo je kognat starogrčkom pinon (stgrč. πῖνον).



Prvi pisani tragovi o spravljanju piva su ostali očuvani na glinenim tablicama i datiraju još od 6.000 godina p. n. e. i potiču od Sumeraca. Pivari u vreme Sumeraca su bili ugledni stanovnici dvora.

Ovo piće, za koje mnogi tvrde da je zapravo jelo, koristilo se već u praistorijskom razdoblju. Proizvodili su ga i Kelti, Germani, Sloveni i Skiti.



Zdravstveni aspekt



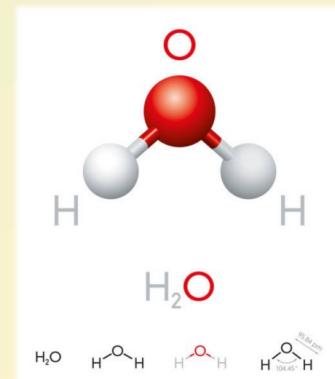
- gasi žeđ, osvežava i relaksira
- pozitivno deluje na psihu
- pozitivno utiče na krvni pritisak
- blagotvoran uticaj i na bolesti mokraćnih organa i kamen u bubregu
- doprinosi i dnevnom unosu tečnosti, ali i minerala poput gvožđa, hroma, bakra, silicijuma i kalijuma

Pivo u zakonu

„Pivo ne sme sadržati previše vode i ne sme se prodavati po previsokoj ceni“

Sirovine za proizvodnju piva

- Ječam
- Hmelj
- Kvasci
- Voda



Ječam

- upotrebljavaju samo specijalne sorte ječma, tzv. pivarski ječam
- u pivarstvu uvek imao prednost pred ostalim zrnastim kulturama
- olakšavano odvajanje sladovine od tropa



Beer Style

Hmelj

- daje pivu gorak i aromatičan ukus
- bitno utiče na kvalitet i stabilizaciju piva
- sastojci hmelja značajni za pivarstvo su: ukupne smole , hmeljna ulja i taninske materije



Kvasac (pivski)



- razlažu šećere iz slada u etil-alkohol i ugljen-dioksid
- Izbor vrste kvasca utiče na brzinu fermentacije, stepen fermentisanosti i izbistrvanja piva, a takođe i na ukus i aromu piva
- u proizvodnji primenjuju mešane vrste

Kvasac (pivski)

- Postoji kvasac donjeg vrenja i kvasac gornjeg vrenja
- U pivarstvu se cene oni kvasci kod kojih je fermentacija brza, a stepen fermentacije veliki



Voda

- Sastav vode koja se upotrebljava za proizvodnju sladovine utiče na kvalitet piva
- Soli iz vode predstavljaju tek neznatan deo ekstrakta piva (0,3-0,5 g/l) ali one izrazito utiču na ukus piva
- Kvalitet pivarske vode je jedan od najvažnijih faktora dobrog kvaliteta piva

Proces proizvodnje

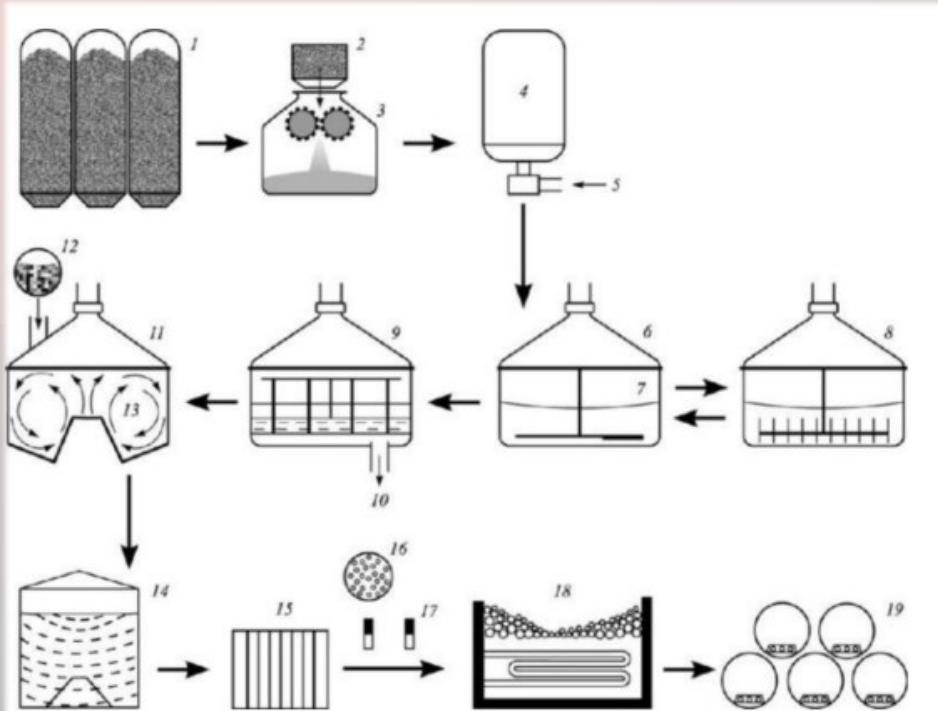
Podela procesa

- **Proizvodnja slada**

- čišćenje i sortiranje zrna pivarskog ječma;
- močenje (kvašenje) ječma;
- klijanje zrna;
- sušenje pivarskog slada;
- oslobođanje suvog slada od klica.

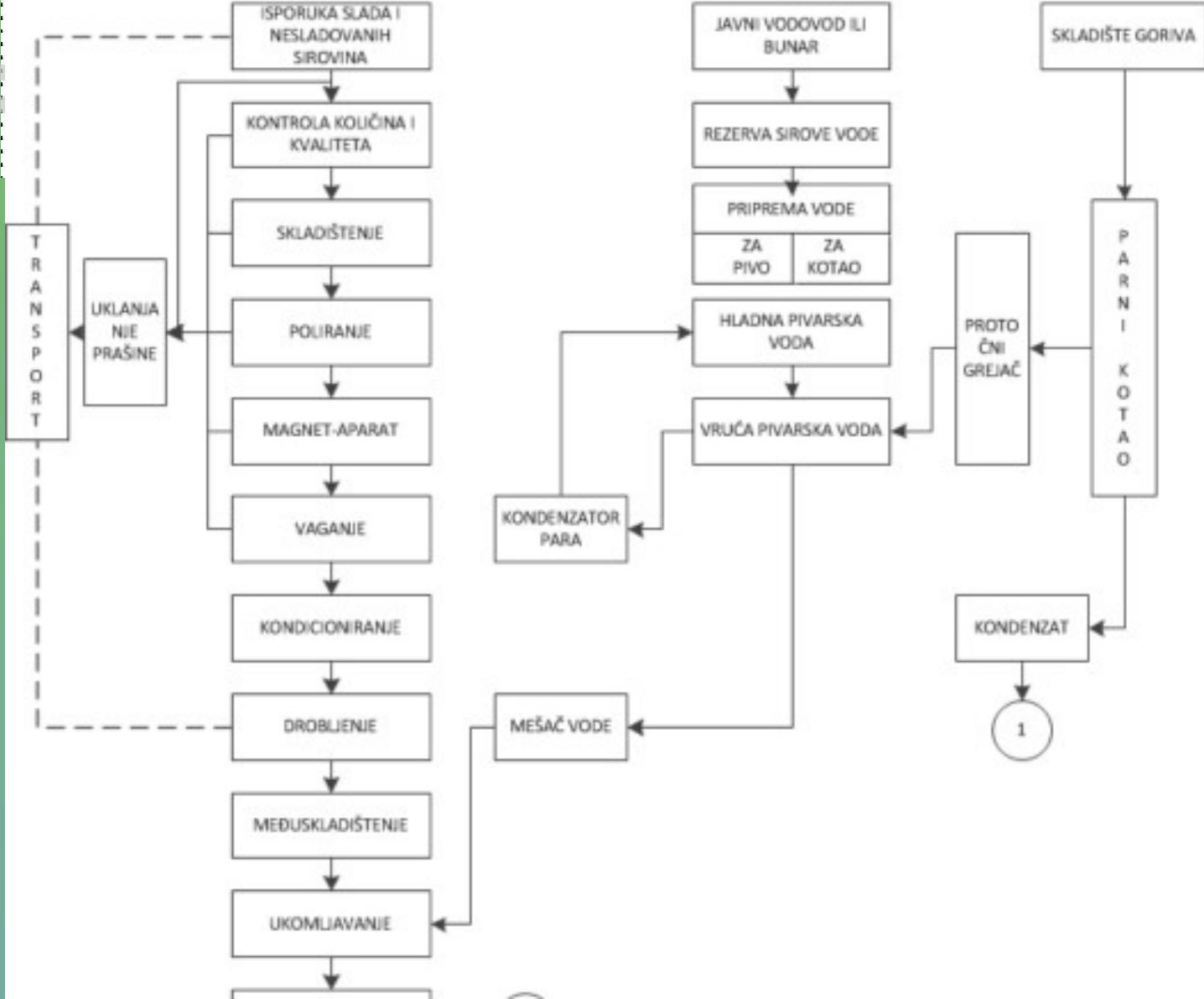


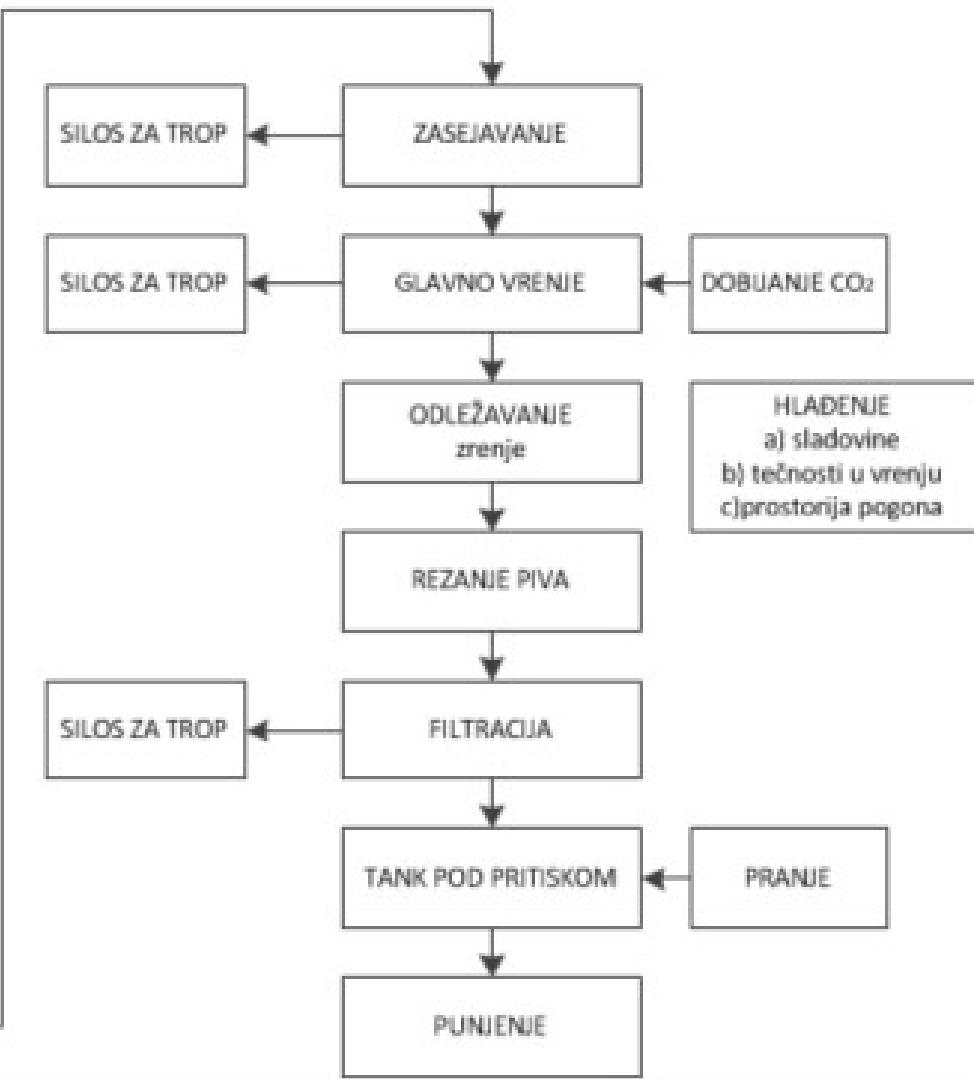
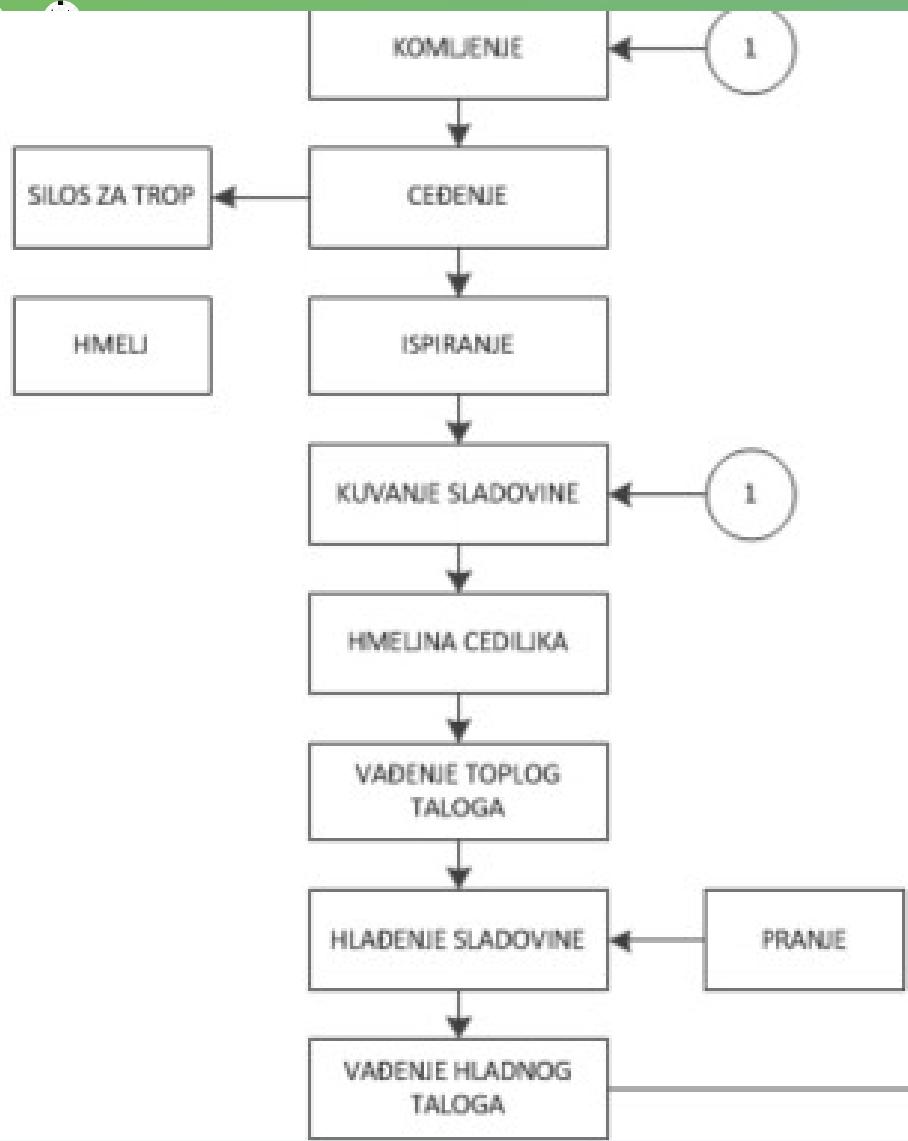
Podela procesa



• Proizvodnja piva

- Dobijanje sladovine
- Mlevenje slada
- Komljenje
- Bistrenje sladovine
- Vrenje
- Filtracija
- Stabilizacija
- Punjenje piva



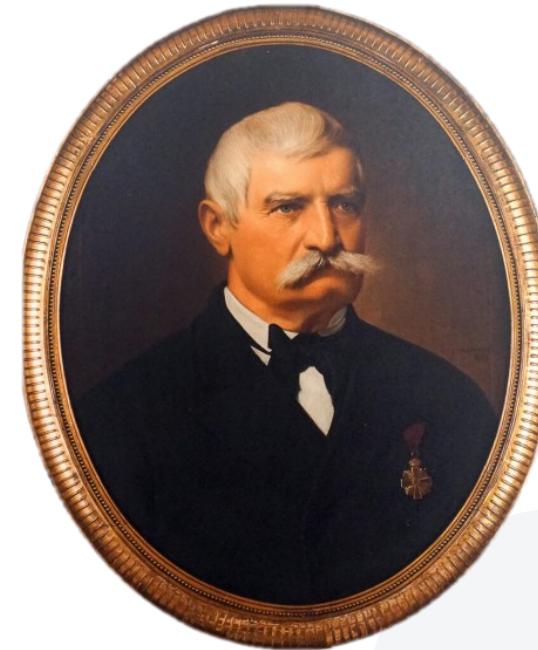




Pivara Čelarevo

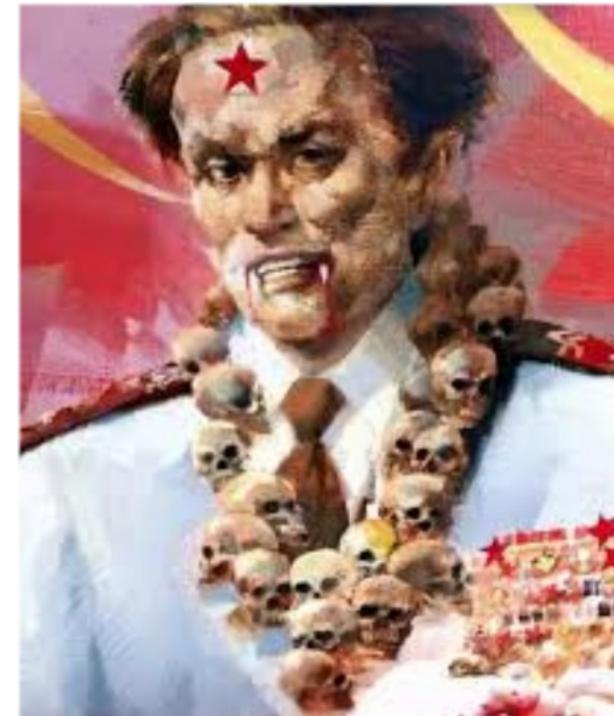
Istorijat

- 1892. godine pivaru osniva Lazar Dunderski
- imala je modernu parnu mašinu i električni motor
- Početni kapacitet pivare iznosio je 10.000 hl godišnje



Istorijat

- 1946. godine na osnovu Zakona o nacionalizaciji, pivara 1946. godine iz vlasništva Lazarevih unuka, Lazara, Dušana i Sofije, prelazi u državnu, a kasnije u društvenu svojinu.



Istorijat

- Tokom godina, u čelarevskoj pivari proizvodila su se različita piva: Dunderskovo pivo, Čib pivo, Standard pivo, Crno pivo od prženog ječma, Herkules...



Istorijat



Sedamdesetih godina počinje proizvodnja Lowenbrau piva.

Osamdesetih godina, LAV pivo postaje najpoznatiji i najtraženiji pivski brend čelarevske pivare sve do danas.

Istorijat

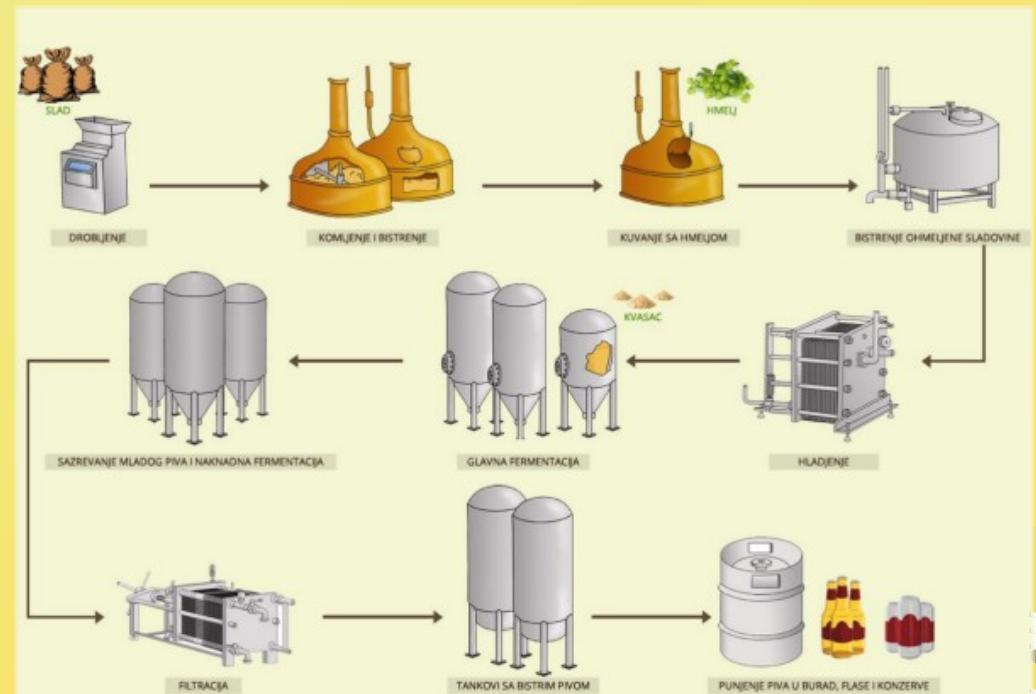
2003 Pivara postaje deo Carlsberg Grupacije, treće po veličini internacionalne pivare u svetu.



Proces proizvodnje piva u pivari Čelarevo (variona)

Tok procesa u varioni

- Mlin
- Komovnjak
- Bistrenik
- Bafer
- Kotao sladovine
- Vrtložni taložnik (Whirlpool)
- Hlađenje i Aeracija sladovine



Mlin

- Postoje dva mlina
- Svaki ima 9 tona kapacitet
- Slad koji se doprema ujedno se natapa vodom



Komovnjak



- Vrši se postepeno dogrevanje slada
- 4-5 setpoint-a temperature
- regulacija koja se vrši ima ultra spor odziv

Komovnjak



- regulacioni ventil koji kontrolise dotok pare u sud
- Vodi se strogo po pritisku pare
- Inertan sistem, koristi se korekcioni faktor pri drugom delu sekvence

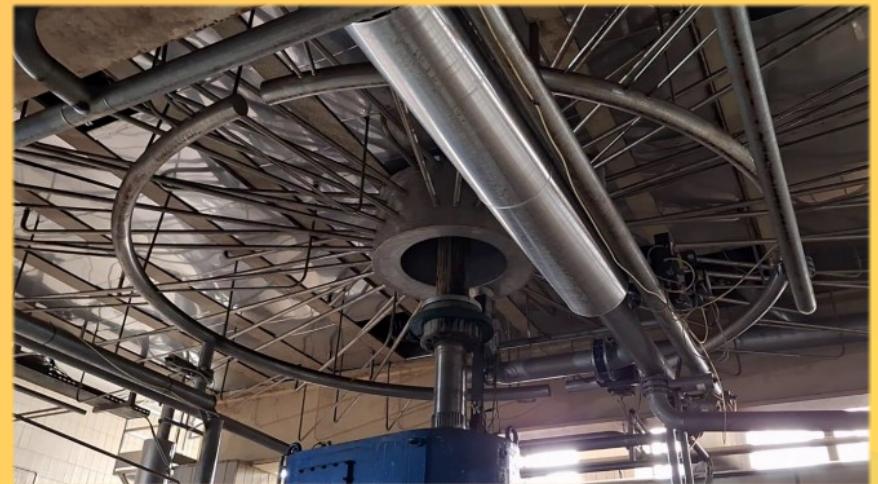
Bistrenik

- Izdvaja se suvi deo materije od tečnog dela
- Ljuske slada nam služe kao filter
- Lažno dno u vidu rešetke kroz koju se cedi tečni deo materije



Bistrenik

- Meri se nivo materije u sudu
- Reguliše se dovod i odvod vode u sud ventilima
- Ventil za povratni pritisak
- Kontroliše se brzina ceđenja kako bi iskorišćenje materije bilo što bolje



Bafer sud



- spaja materiju iz dva bistrenika u jednu liniju
- materija čeka u bafer sudu dok se ne dobije kapacitet da se napuni kotač

Kotao sladovine



- Termička obrada sladovine i sterilizacija
- Najveći potrošač energije u celoj pivari (4100 kWh)
- Regulacija vremena kuvanja po kWh

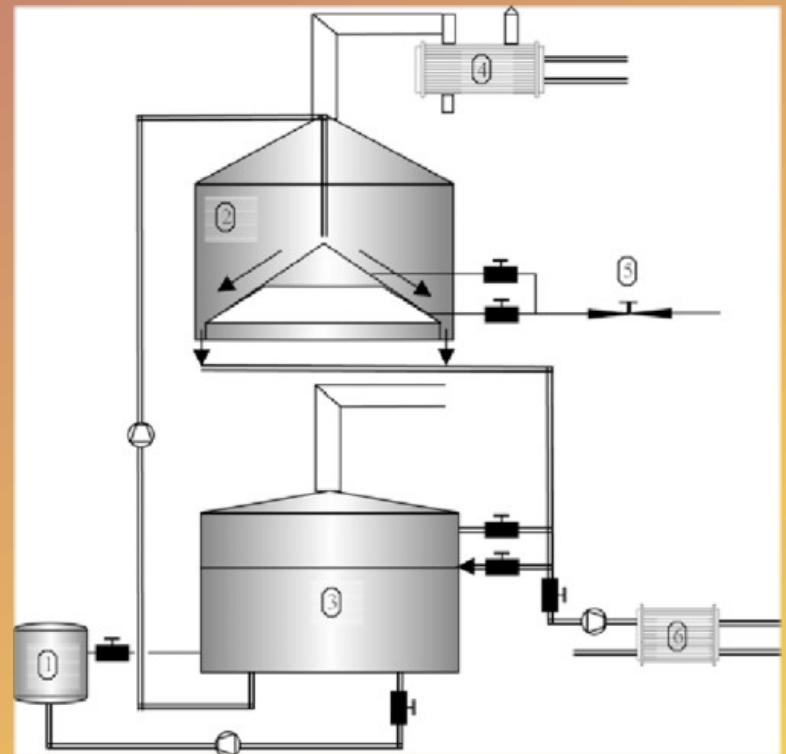
Sistem za rekuperaciju energije kotla

- Isparenja iz kotla se šalju u cevasti izmenjivač
- Topla voda se dogreva ide nazad u kotao
- Ušteda od 2500 kWh
- Ventil tople vode, hladne vode regulisani PID regulatorom

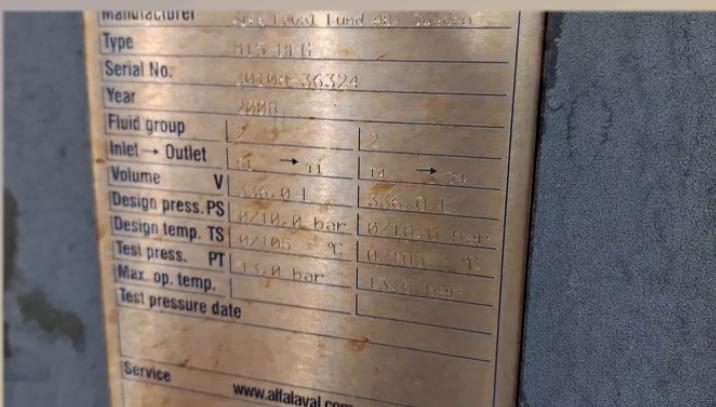


Vrtložni taložnik (Whirlpool)

- zaostale čvrste čestice u tečnosti se odvajaju
- pumpa ubacuje tečnost pod uglom i stvara vir kako bi se čvrste čestice skoncentrisale
- Sladovina se izvlači sa boka suda
- Čvrste čestice se vraćaju na bistrenik



Hladjenje sladovine



- Sladovina prečišćena od zaostalih čestica iz virpula ide na izmenjivač gde se hlađi sa 96 °C na 14 °C
- Protok od 93 m³/h
- Hladna voda koja se ugreje u izmenjivaču se ponovo koristi za naliv, kuvanje, ukomljavanje...

Aeracija sladovine

- Ubacujemo kiseonik u sladovinu da bi kvasac mogao da radi svoj posao pri fermentaciji
- Kiseonik se meri u ppm-ovima (od 10 do 15)
- U fermentoru se dalje sav taj kiseonik “pojede” I oslobađa se CO₂

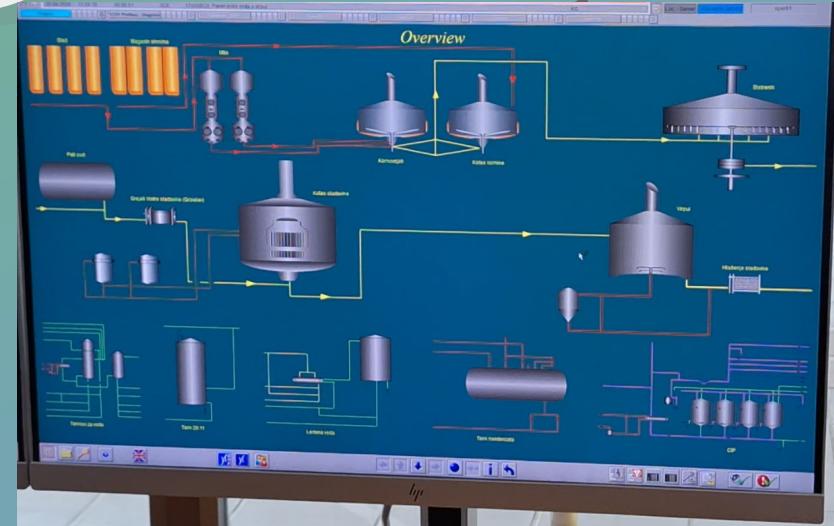
SCADA, PLC i senzori

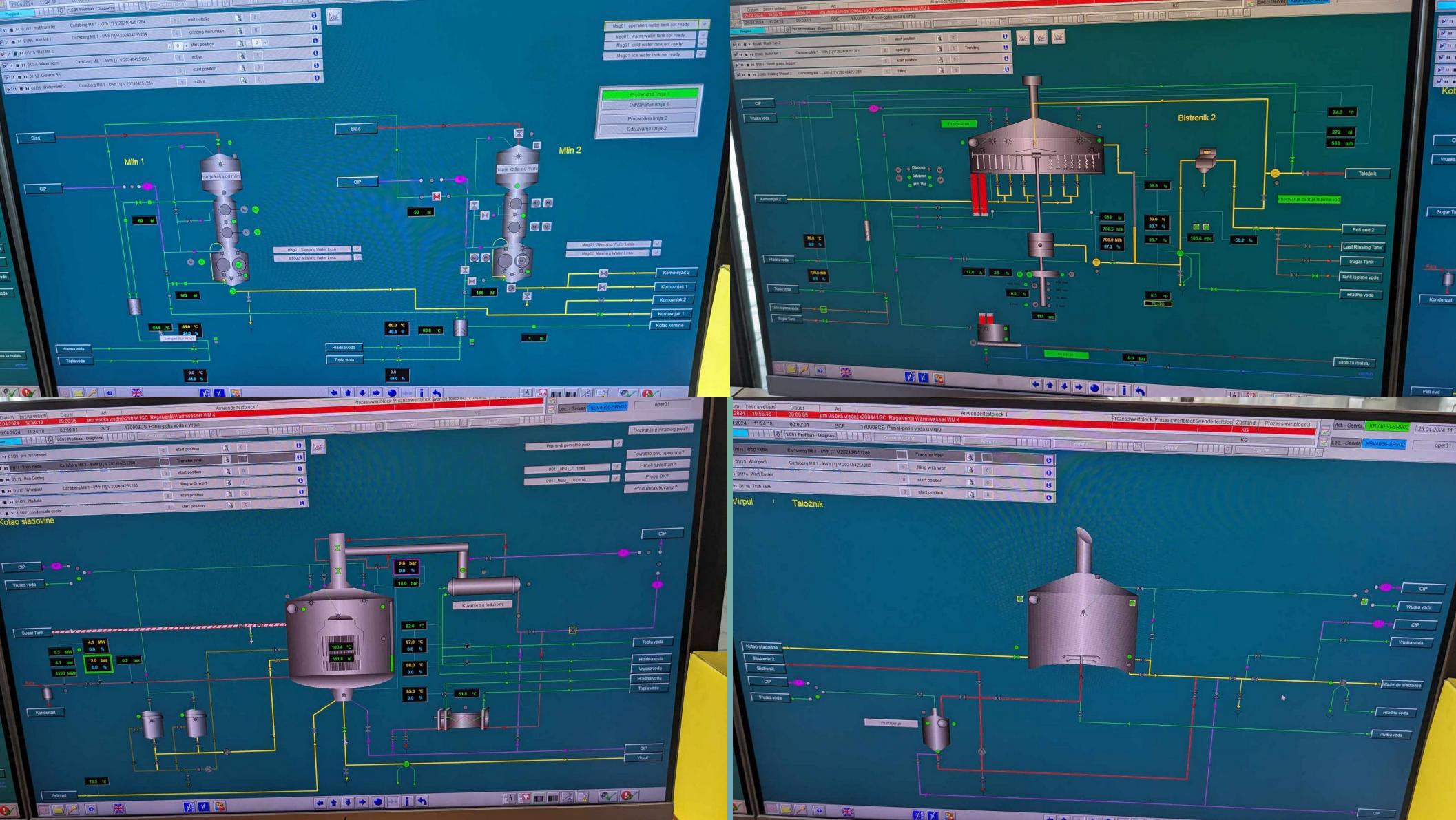
SCADA

- realizovana
SIMENSOVIM WinCC-om



- Koristi se Krones-ov program Botec, integriran u WinCC



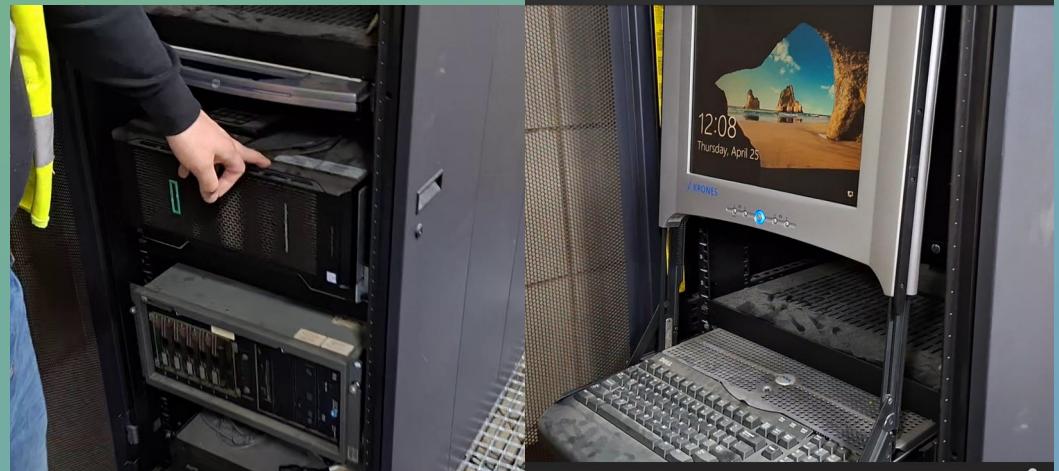


PLC

- Koristi se SIEMENS S400 koji ima komunikaciju i sa drugim postrojenjima
- Sam PLC je programiran u STL jeziku.



- Svi recepti za svaki proizvod se čuvaju na SQL serveru i dopremaju se na PLC pravovremeno



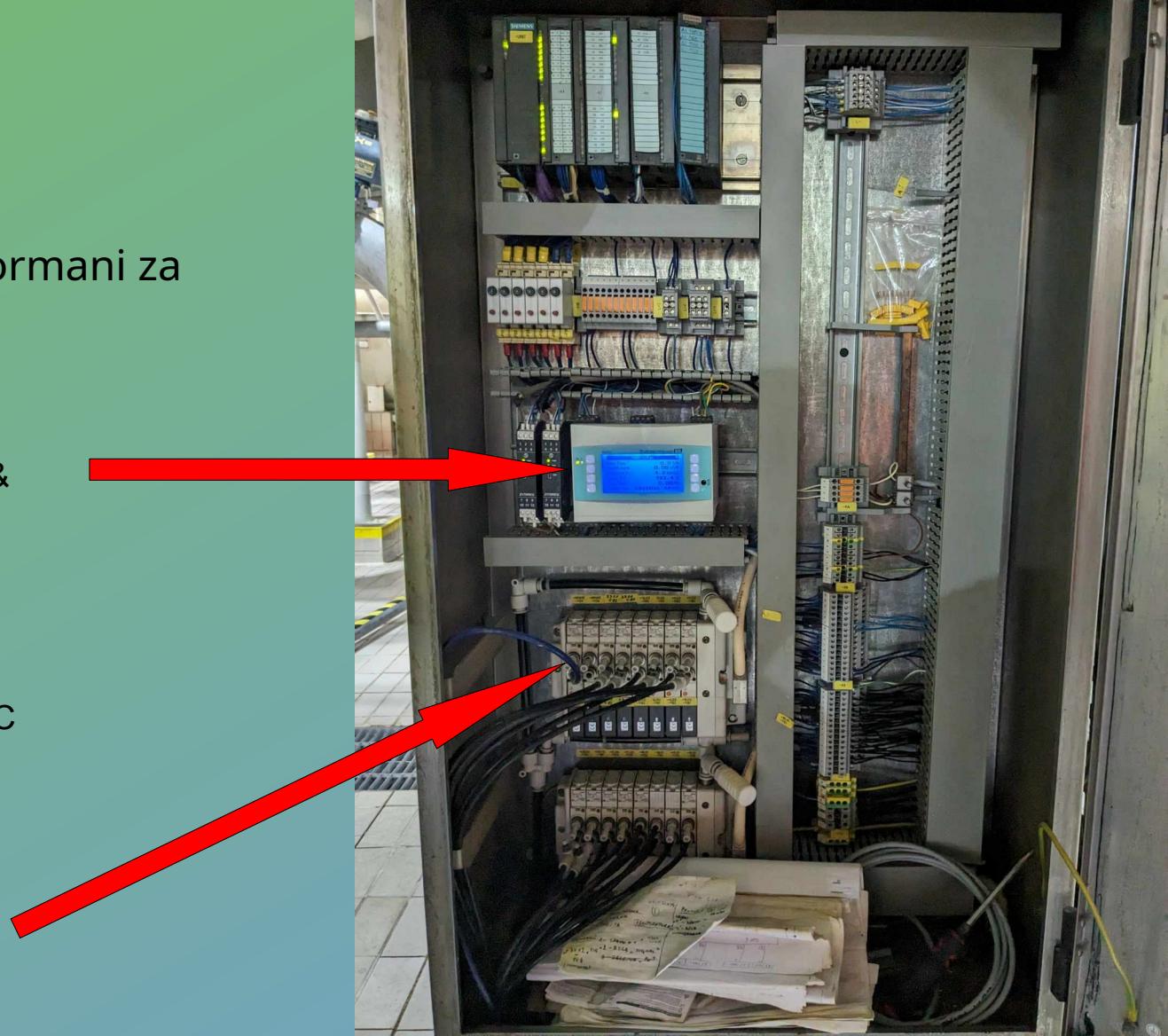
PLC

- Po pogonu se nalaze lokalni ormani za upravljanje

ENDRESS + HAUSER RMS621 Steam & Heat computer

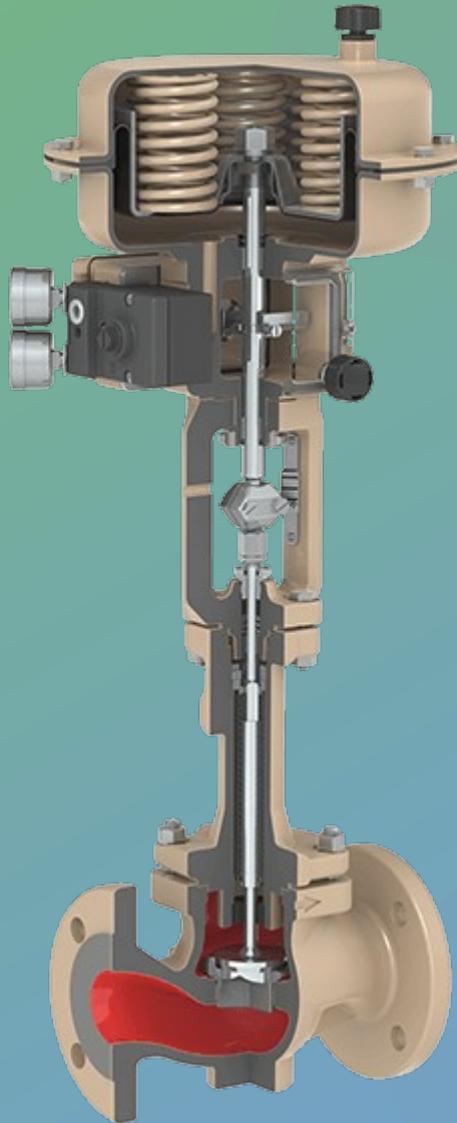
- prima signal sa senzora temperature, pritiska i protoka i izračunava utrošenu snagu u kWh (u pari)
- šalje standardan 4-20mA signal na PLC

Pneumatska ostrva za ventile



Ventili

- Samson 3277 je pneumatski regulacioni ventil visokih performansi
- Regulacija se vrši preko PID kontrolera
- Koristi se da dovodi hladnu vodu za hlađenje izmenjivača





- Motori za pogon pumpi za vodu se upravljaju preko frekvencionih regulatora

VLT® AQUA Drive FC 202





Senzori

- Senzori temperature su uglavnom Pt100 sa sopstvenim transmiterima 4-20 mA

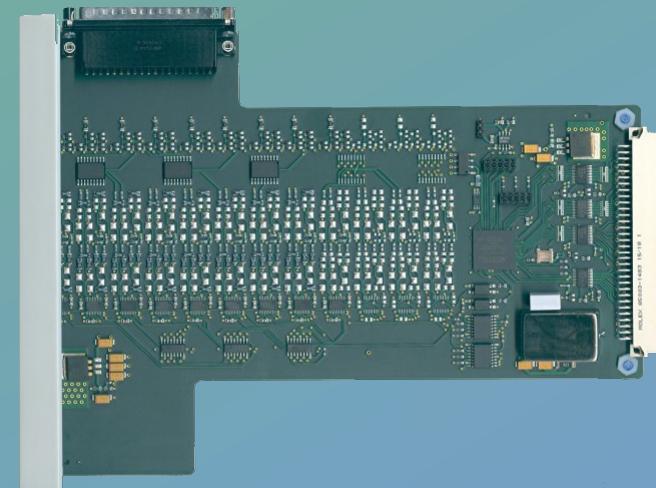


Senzori

- Za neke pt100 sonde se koriste i RTD kartice
- Prednost je što se mogu vezati više pt100 sondi na jednu karticu
- Mana je što zauzimaju više mesta sa gledišta plc-a u odnosu na standardne analogne ulaze



Analog Input Card



3111 8-Channel RTD Input Card

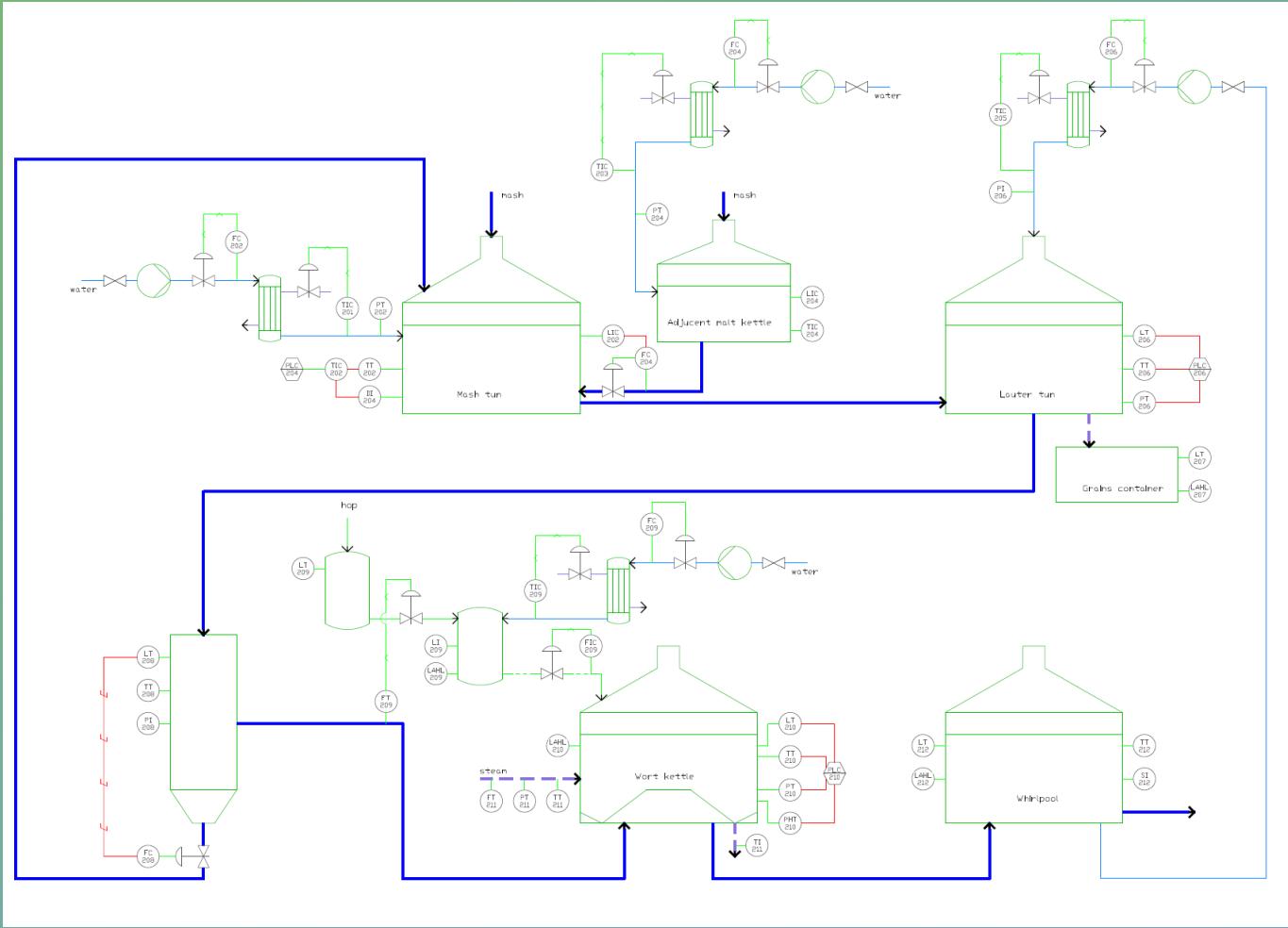
Senzori

- Elektromagnetski senzor protoka Endress+ Hauser Proline Promag P

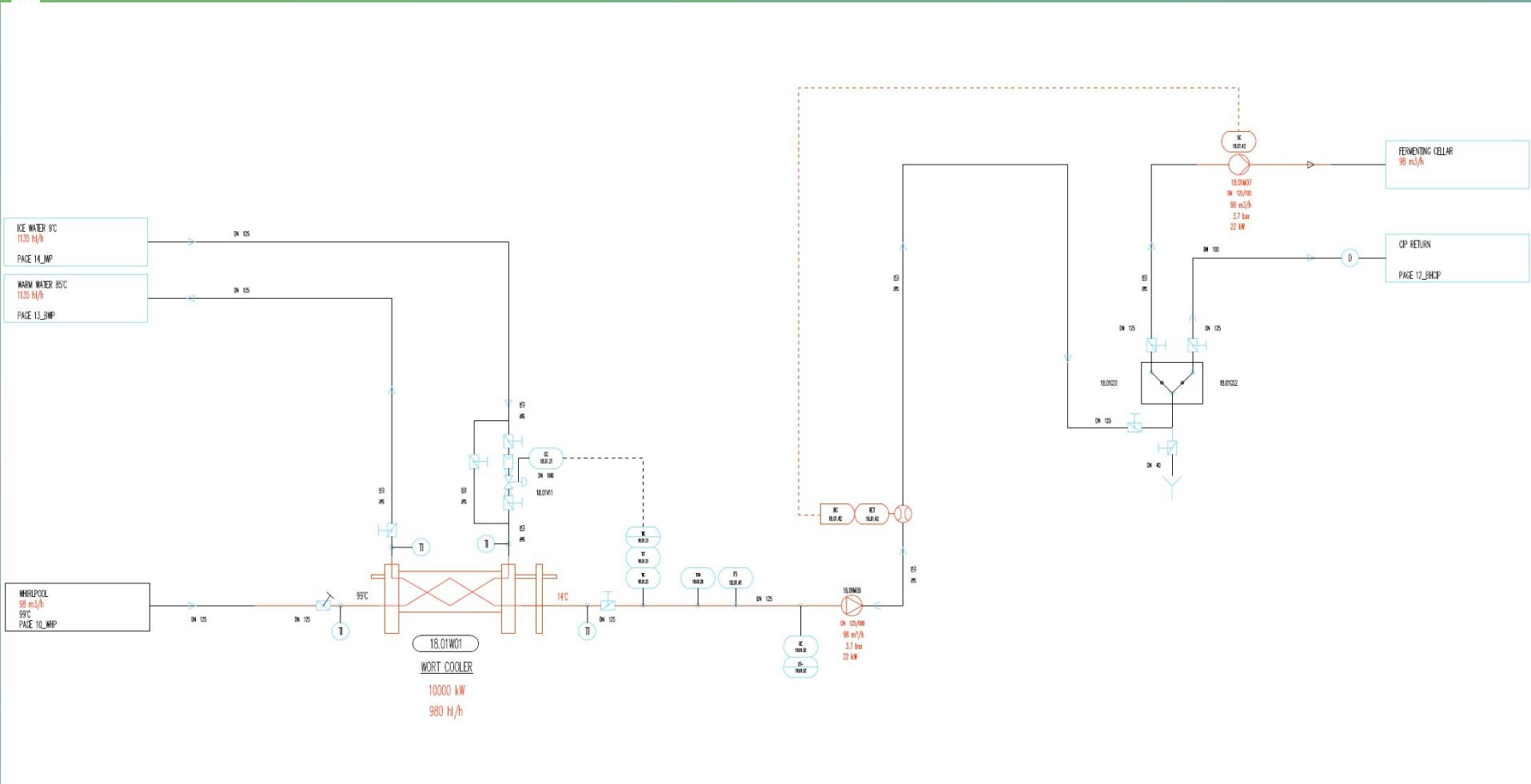
Tehničke karakteristike	
Opseg temperature	-10/+130 °C
Materijal	PTFE
Elektrode	1.4435/316L
Prirubnice	DN65 EN PN16



P&I diagram



P&I diagram



IO lista

DI	DO	AI	AO
Start	Klapna_slad	Temp_komovnjak	Reg_vent_pare_kmvnjk
Stop	ventil_vode_mlin	Nivo_bistr	reg_ventil_pare_kotao
Gstop	ul_vent_bistr	temp_kotao	reg_vent_rekuperacije
Nivo_kmvnjk	izl_vent_bistr	pritisak_kotao	reg_vent_aeracija
Nivo_bafer	vent_hladne_vode_izmenjivac	protok_kotao	Motor_mlin
Nivo_kotao	vent_tople_vode_izmenjivac	temp_rekuperacije	Motor mešalica
		DO_sonda	pumpa_virpul_bistr
		ul_temp_izmenjivac	pumpa_bistr
		izl_temp_izmenjivac	pumpa_virpul
		temp_hladne_vode_izm	
		temp_tople_vode_izm	

Hvala vam na pažnji

Živeli!

